

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Ц. Р. Зайчик

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

2-е издание, переработанное и дополненное

Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Машины и аппараты пищевых производств» направления «Пищевая инженерия» и по специальности «Технология бродильных производств и виноделия» направления «Производство продуктов питания из растительного сырья»

Москва  
Делв  
2001

УДК 663.225

ББК 36.81я73

317

**Рецензенты:**

Зав. кафедрой «Пищевые машины» Московской государственной технологической академии, канд. техн. наук, профессор *Ю. А. Калозин*

Доцент кафедры «Пищевые машины» Московской государственной технологической академии, канд. техн. наук *В. А. Трунов*

Главный инженер Московского винодельческого завода «Самтрест», канд. техн. наук *Э. И. Узнадзе*

**Зайчик Ц. Р.**

- 317 Технологическое оборудование винодельческих предприятий.  
2-е изд., перераб. и доп. – М.: ДеЛи, 2001. – 522 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учеб. заведений).  
ISBN 5-93314-014-7

В книге описано современное и перспективное технологическое оборудование для переработки винограда и плодово-ягодного сырья, переработки вторичных продуктов виноделия, производства виноматериалов и вин, фасования вин и упаковывания готовой продукции. Конструкции отраслевого оборудования и принципиальные технологические решения наглядно демонстрируются иллюстративным материалом. Принципиальные схемы и примеры конструктивных решений сопровождаются необходимым расчетным материалом. В учебнике приводятся основные результаты научных исследований и достижения в этой области науки и техники, прослеживаются тенденции развития оборудования, как отечественного, так и зарубежного.

Содержание книги соответствует содержанию дисциплины «Технологическое оборудование винодельческих предприятий» ГОС ВПО по специальностям 170600 «Машины и аппараты пищевых производств» (направление подготовки дипломированного специалиста 655800 «Пищевая инженерия») и 270500 «Технология бродильных производств и виноделие» (специализация 270502 «Технология вина и других продуктов из винограда») (направление подготовки дипломированного специалиста 655600 «Производство продуктов питания из растительного сырья»). Книга рекомендована Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по соответствующим специальностям.

УДК 663.225

ББК 36.81я73

© Зайчик Ц.Р., 2001

© ООО «ДеЛи», 2001

ISBN 5-93314-014-7

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	<b>6</b>
<b>Введение</b> .....	<b>10</b>
В.1. Классификация винодельческого оборудования .....	10
В.2. Общие требования к винодельческому оборудованию и его эксплуатации.....	12
В.3. О материалах, применяемых для изготовления винодельческого оборудования.....	13
<b>Глава 1. Оборудование для доставки, приемки         и переработки сырья</b> .....	<b>16</b>
1.1. Средства доставки и приемки винограда и подачи его на переработку .....	16
1.2. Дробилки-гребнеотделители .....	23
1.3. Стекатели, настойники, экстракторы.....	31
1.4. Прессы .....	45
1.5. Специальное оборудование для переработки плодово-ягодного сырья .....	66
1.6. Поточные линии переработки винограда и плодово-ягодного сырья .....	72
<b>Глава 2. Оборудование для переработки вторичных         продуктов виноделия</b> .....	<b>80</b>
2.1. Экстракторы для выжимок .....	81
2.2. Оборудование для получения спирта .....	84
2.3. Оборудование для получения виннокислых соединений .....	88
2.4. Оборудование для получения кормовой муки .....	90
2.5. Оборудование для переработки семян и гребней .....	91
<b>Глава 3. Оборудование для производства виноматериалов         и вин различных типов</b> .....	<b>94</b>
3.1. Установки для получения белых виноматериалов .....	94
3.2. Установки для получения красных виноматериалов.....	104
3.3. Специальные установки для получения отдельных типов тихих вин.....	106
3.4. Аппаратура для производства шампанского резервуарным способом.....	112
3.5. Аппаратура для производства газированных вин.....	116
3.6. Установки для производства коньячных спиртов .....	118

<b>Глава 4. Оборудование для хранения и транспортирования виноматериалов и вин</b> .....	<b>129</b>
4.1. Железобетонные резервуары.....	131
4.2. Металлические резервуары.....	132
4.3. Деревянные и неметаллические емкости.....	138
4.4. Средства бестарного транспортирования виноматериалов и вин.....	139
4.5. Мерники. Счетчики.....	142
4.6. Конструктивные элементы резервуаров.....	148
4.7. Оборудование для санитарной обработки резервуаров.....	151
<b>Глава 5. Оборудование для физико-механической обработки технологических продуктов виноделия</b> .....	<b>155</b>
5.1. Оборудование для осветления продуктов виноделия.....	155
5.2. Оборудование для введения различных веществ в продукты виноделия.....	186
5.3. Перемешивающие устройства.....	193
<b>Глава 6. Оборудование для теплофизической обработки технологических продуктов виноделия</b> .....	<b>199</b>
6.1. Подогреватели, охладители, пастеризаторы.....	199
6.2. Теплообменное оборудование специального назначения.....	212
6.3. Аппаратура для обработки продуктов электродинамическими способами.....	218
6.4. Основы расчета теплообменных устройств.....	220
<b>Глава 7. Оборудование для подготовки бутылок, фасования вин и оформления готовой продукции</b> .....	<b>236</b>
7.1. Общие принципы расчета оборудования линий упаковывания вин.....	239
7.2. Бутылкомоечные и ополаскивающие машины.....	242
7.2.1. Общие сведения.....	242
7.2.2. Бутылкомоечные машины.....	244
7.2.3. Ополаскивающие машины.....	277
7.3. Фасовочные машины.....	281
7.3.1. Общие сведения.....	281
7.3.2. Фасовочные машины.....	287
7.3.3. Фасовочно-укупорочные машины.....	315
7.4. Укупорочные и мюзовочные машины.....	323
7.4.1. Общие сведения.....	323

7.4.2. Укупорочные машины .....	326
7.4.3. Мюзлевочные машины .....	362
7.5. Инспекционные устройства и машины .....	365
7.5.1. Общие сведения.....	365
7.5.2. Инспекционные устройства и машины для визуального контроля .....	368
7.5.3. Инспекционные машины объективного контроля .....	379
7.6. Пастеризаторы вина в бутылках .....	385
7.7. Машины для товарного оформления бутылок .....	389
7.7.1. Общие сведения.....	389
7.7.2. Машины для отделки горлышек бутылки.....	391
7.7.3. Этикетировочные машины .....	397
7.7.4. Машины для наклеивания акцизных марок.....	422
7.7.5. Машины для завертывания бутылок в бумагу .....	425
7.8. Машины для извлечения бутылок из ящиков и укладки их в ящики и короба .....	428
7.8.1. Общие сведения.....	428
7.8.2. Машины для извлечения бутылок из ящиков и укладки их в ящики и контейнеры .....	428
7.8.3. Машины для укладки бутылок в короба .....	437
7.8.4. Машины и установки для группирования бутылок и обтяжки их термоусадочной пленкой .....	439
7.9. Отдельные виды вспомогательного оборудования .....	442
7.10. Поточные линии упаковывания вин .....	451
<b>Глава 8. Оборудование для механизации ПРТС работ.</b>	
<b>Насосные установки .....</b>	<b>462</b>
8.1. Средства внутривзаводского транспортирования технологических продуктов виноделия и тары .....	462
8.2. Специальные средства механизации ПРТС работ.....	479
8.3. Насосные установки для технологических продуктов виноделия.....	490
<b>Заключение.....</b>	<b>503</b>
<b>Приложение.....</b>	<b>506</b>
1. Прогнозирование развития оборудования .....	506
2. Операторные модели технологических систем винодельческого производства.....	514
<b>Литература .....</b>	<b>519</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

*Светлой памяти родителей  
посвящаю эту книгу*

*Автор*

Со времени выхода в свет предыдущего издания настоящего учебника<sup>1</sup> формально прошло 13 лет, но если иметь в виду, что рукопись того издания была подготовлена в 1984 г. (выход книги был задержан из-за известной кампании, так называемой борьбы с алкоголизмом, выродившейся в борьбу с культурой винограда и виноделия), то можно считать, что со времени написания того учебника прошло более 17 лет.

Произошедшие за это время в стране изменения, новые экономическая ситуация и политика, естественно, отразились на винодельческой промышленности и винодельческом машиностроении.

Резкое уменьшение после развала СССР сырьевой базы привело к необходимости импорта большого количества виноматериалов и вин, изменению структуры отрасли, появлению большого количества предприятий вторичного виноделия при одновременной тенденции уменьшения их мощности. В свою очередь это потребовало серьезных изменений в номенклатуре используемого в стране технологического оборудования. При фактическом застое в винодельческом машиностроении и в работе отраслевых конструкторских организаций, не сумевших быстро перестроиться в соответствии с новыми потребностями производства и возможностями широкой закупки импортного оборудования, предприятия отрасли стали оснащаться зарубежными машинами и аппаратами.

С одной стороны, это привело к еще большим трудностям в работе отраслевых КБ, НИИ, заводов винодельческого машиностроения (а порой даже и к их перепрофилированию и ликвидации), а с другой – способствовало развитию конструкторской мысли, созданию современных видов оборудования, совместного производства его с передовыми зарубежными фирмами и т. д. Именно в самые последние годы эти тенденции стали заметнее. Они вселяют надежду и уверенность в возрождении отрасли.

При этом надо также отметить новые концепции в области подготовки инженерно-технических кадров вообще и для отрасли в частно-

---

<sup>1</sup> Зайчик Ц. Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий – М.: Агропромиздат. 1988. – 352 с.

сти, а также новые подходы к процессу обучения и к созданию учебников и учебных пособий.

Содержание и характер издаваемой в настоящее время научно-технической литературы также изменились. Отраслевая техническая литература в большей степени носит характер справочной. Предприятия-изготовители ограничивают информацию о выпускаемом оборудовании общими сведениями и материалами рекламного характера.

Все это, естественно, потребовало коренной переработки учебника.

Вместе с тем общие задачи обучения и требования к специалистам в принципе сохранились, как сохранились и общие задачи, и назначение учебника. Учебник должен соответствовать по содержанию уровню развития науки и техники отрасли, отражать связь теории с практикой, обеспечивать системность изложения материала и показывать взаимосвязь с другими дисциплинами. Раскрывая научное, методологическое содержание дисциплины, учебник призван повышать интерес будущих специалистов к научной и производственной литературе, служить руководством, показывающим направление дальнейшего изучения и совершенствования предмета изучения.

Задачи курса «Технологическое оборудование винодельческих предприятий» формируются на основе требований нормативных документов системы высшего образования страны и состоят в изучении технологического оборудования винодельческих предприятий, методов его расчета (общих и частных), вопросов эксплуатации, освещении научных достижений, тенденций развития и т. д. в тесной взаимосвязи с вопросами технологии. Иными словами, задачи курса – вооружить будущего инженера-технолога знаниями в области оборудования отрасли, подготовить его к решению как конкретных производственных задач, так и перспективных проблем развития оборудования.

Курс «Технологическое оборудование винодельческих предприятий», как и все курсы оборудования, занимает особое место в учебном плане подготовки специалистов отрасли. Им завершают изучение цикла общетехнических и общепромышленных дисциплин, и одновременно он является специальным курсом.

Изложение материала в учебнике строится по следующей схеме: назначение оборудования, его место в производственной технологической схеме; инженерные задачи, решаемые при помощи этого оборудования; физическая сущность процесса обработки продукта при помощи описываемой группы машин и общие методы (порядок) его расчета; принципиальные схемы или конструкции существующих машин и аппаратов на

базе обоснованной классификационной схемы (полная техническая характеристика оборудования в учебнике не приводится; эти данные имеются в каталогах, учебниках для техникумов и т. п. литературе); результаты научных исследований оборудования, тенденций его развития; принципы расчета конкретного вида оборудования и его отдельных элементов. В необходимом объеме в учебнике отражены достижения зарубежной науки и техники.

Основное внимание в учебнике сосредоточено на специальном оборудовании отрасли. Во избежание повтора некоторые виды оборудования, с достаточной полнотой освещаемые в курсах «Процессы и аппараты пищевых производств», «Теплотехника» и др., например, фильтры, теплообменники, перегонные установки и т. п., описаны в учебнике в сокращенном виде. То же относится к емкостному и броидильному оборудованию, подробно рассматриваемому в курсе «Технология виноделия». Поэтому в некоторых главах и параграфах дано лишь описание конкретных конструкций оборудования. Это, в частности, относится и к оборудованию линий упаковывания вин, особенно малой мощности, и к оборудованию для переработки вторичных продуктов виноделия.

Автор отдает себе отчет в том, что в настоящем учебнике, как и в первом издании, поставленные задачи не могут быть выполнены в полном объеме. Однако задача автора частично облегчается наличием книг, в которых освещено оборудование винодельческих предприятий: справочников, каталогов, учебников для техникумов, книг для рабочих. Перечень их приведен в списке использованной литературы. Это позволяет сократить в учебнике описание конкретных конструкций машин и агрегатов и ограничиться их схемами со ссылкой на соответствующий источник.

Расчетный материал (формулы) ввиду ограниченности объема книги, как правило, приводится без выводов. Частично расчетный материал помещен в отдельном расчетном практикуме<sup>1</sup>, хотя методика проведения практических работ расчетного характера, лабораторных работ, деловых игр и курсового проектирования определяется рабочими программами в каждом вузе.

Изучение курса в целом должно базироваться на знании ранее освоенных студентами общенаучных, общинженерных и специальных технологических дисциплин.

---

<sup>1</sup> Зайчик И. Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. — М.: Колос. 1997. — 192с.



Учебник предназначен для студентов, обучающихся по специальностям 170600 «Машины и аппараты пищевых производств» (направление подготовки дипломированного специалиста «Пищевая инженерия») и 270500 «Технология бродильных производств и виноделие» (направление подготовки дипломированного специалиста «Производство продуктов из растительного сырья») и может быть полезен студентам смежных специальностей и работникам отрасли.

Автор выражает благодарность всем приславшим отзывы на предыдущее издание учебника и глубокую признательность проф. Ю. А. Калошину, доц. В. А. Трунову и к. т. н. Э. И. Узнадзе за обстоятельное и доброжелательное рецензирование рукописи, за сделанные замечания и ценные советы, которые были учтены при доработке рукописи.

Автор с благодарностью примет все критические замечания, поскольку таковые будут способствовать дальнейшему улучшению содержания учебника.

# ВВЕДЕНИЕ

## В. 1. Классификация винодельческого оборудования

Винодельческая промышленность включает следующие производства:

- первичное виноделие – переработка винодельческого сырья, производство виноматериалов и вин, переработка вторичных продуктов виноделия, производство концентратов сусла;
- вторичное виноделие – технологическая обработка вин и выпуск готовой продукции;
- производство игристых вин;
- производство коньячного спирта и коньяков;
- производство различных видов безалкогольной продукции.

Винодельческие предприятия могут быть комплексными и объединять несколько производств, каждое из которых имеет свою технологическую и машинно-аппаратурную схемы и разнообразное технологическое оборудование. Немалая часть машин и аппаратов применяется во всех винодельческих производствах.

Изучаемое технологическое оборудование сгруппировано в учебнике по функциональному признаку – в соответствии с технологическим назначением.

Рассмотрение отдельных групп оборудования базируется на его классификации, поскольку она дает не только представление о его типах, принципе действия и конструктивных особенностях оборудования, но и облегчает усвоение материала, систематизирует информацию, способствует созданию единой методики расчета.

Любая классификация имеет условный характер, поскольку в основу ее могут быть положены различные признаки и принципы. Научно обоснованная классификация позволяет представить себе картину состояния техники на данном этапе развития и даже делать прогнозы в этой области.

Все винодельческое оборудование при классификации по технологическому назначению можно в определенной степени условно разделить на следующие большие группы<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> Такое деление соответствует программе курса и построению настоящего учебника: исключение сделано лишь для восьмой группы оборудования, описанного после оборудования для переработки винограда.

1. оборудование для доставки, приемки и переработки сырья (винограда, плодов, ягод);
2. оборудование для производства различных типов виноматериалов и вин (в эту группу включается также оборудование для производства коньячного спирта и коньяков, игристых вин);
3. оборудование для хранения и транспортирования виноматериалов и вин;
4. оборудование для физико-механической обработки технологических продуктов виноделия;
5. оборудование для теплофизической обработки технологических продуктов виноделия;
6. оборудование линий упаковывания вин, т. е. для подготовки посуды, фасования вин и отделки готовой продукции;
7. специальные средства механизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ (ПРТС-работ) на винодельческих предприятиях;
8. оборудование для переработки вторичных продуктов виноделия.

По месту, занимаемому в производственном процессе, оборудование может быть основным технологическим, вспомогательным и общезаводским. В соответствии с данным признаком классификации оборудование, перечисленное в приведенных выше группах, относится к основному технологическому. В перечень не вошло оборудование для производства различных видов безалкогольной продукции, для производства концентратов (последнее, впрочем, может быть отнесено к группе 5) и др.

*Вспомогательное оборудование предназначено для выполнения функций, обеспечивающих осуществление технологического процесса, и принимает косвенное участие в производстве основного продукта. К такого рода оборудованию можно отнести, например, насосы, транспортное оборудование, производственные коммуникации и др.*

К общезаводскому оборудованию относится такое, которое обслуживает все звенья предприятия: металлорежущее, деревообрабатывающее, энергосиловое, электротехническое и т. п.

Есть и другие признаки классификации. Оборудование, например, может быть универсальным и специализированным. Первое предназначено для выполнения операций одного или нескольких технологических процессов (фильтры, резервуары и т. д.), второе – для одной операции технологического процесса (стекатель, этикетировочная машина и т. д.).

Оборудование может подразделяться также по характеру воздействия на продукт, структуре рабочего цикла, степени механизации и авто-

матизации процесса и т. д. В литературе наблюдается различный подход к вопросам классификации винодельческого оборудования.

## **В.2. Общие требования к винодельческому оборудованию и его эксплуатации**

К технологическому оборудованию винодельческих предприятий предъявляются, в основном, те же общие требования, что и к оборудованию других предприятий пищевой промышленности. Они сводятся в основном к удовлетворению высоких эксплуатационных свойств в самом широком и полном смысле (технико-экономические показатели, надежность<sup>1</sup>, эргономические свойства и др.). Эти свойства приобретают большое значение, если учесть особый характер сырья и готовой продукции отрасли.

Тенденция развития современного оборудования состоит в том, что машины и аппараты должны быть составной частью непрерывного технологического потока и позволять полностью автоматизировать производст-

---

<sup>1</sup> **Надежность** характеризует техническое совершенство изделия (машин и аппаратов) и является свойством изделия выполнять заданные функции с сохранением эксплуатационных показателей в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки. (Наработка – продолжительность работы или объем выпущенной продукции, измеряемые в часах, километрах, гектарах, циклах, кубометрах или других единицах.) Надежность изделия обуславливается его безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью, а также долговечностью его частей.

**Безотказность** – свойство изделия сохранять работоспособность в течение определенного периода времени или определенной наработки без вынужденных перерывов. Работоспособность – состояние изделия, в котором оно способно работать по заданному принципу, сохраняя значения основных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией.

**Ремонтпригодность** – свойство оборудования, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин отказов и повреждений и устранению их последствий путем ремонта или технического обслуживания.

**Сохраняемость** – свойство изделия сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения и транспортирования, установленных технической документацией.

**Долговечность** – свойство изделия сохранять работоспособность до предельного износа при принятой системе планово-предупредительного ремонта. Предельное состояние изделия определяется невозможностью его дальнейшей эксплуатации либо обусловленным снижением эффективности, либо требованиями безопасности и оговаривается в технической документации.

венный процесс современными средствами управления. Соответственно должны решаться не только вопросы проектирования оборудования, но и вопросы его эксплуатации. Только при комплексном подходе к этим проблемам возможно создание новых совершенных типов оборудования.

Эксплуатация винодельческого оборудования в самом общем понимании включает подготовку оборудования, монтаж и наладку; так называемую техническую эксплуатацию, в том числе диагностику состояния оборудования и прогноз дальнейших изменений его параметров; производственную эксплуатацию, включающую наблюдение за работой оборудования, регулирование режимов процесса, уход за оборудованием (последнее имеет особое значение с учетом высоких требований к санитарным условиям винодельческого производства); все виды ремонтов.

При этом надо иметь в виду, что грамотная и рациональная эксплуатация оборудования – это также процесс целесообразного использования его для достижения максимальной производительности при минимальных текущих затратах. Эти два главных условия обеспечиваются рядом организационных и технологических мероприятий, в том числе и квалификацией обслуживающего персонала.

### **В.3. О материалах, применяемых для изготовления винодельческого оборудования**

К материалам оборудования, которые находятся в контакте с продуктами виноделия, предъявляются особые требования, связанные с химическими и физическими свойствами последних. В основе этих требований лежат строжайшее соответствие государственным стандартам, разрешение органов Государственного санитарного надзора Министерства здравоохранения РФ к применению их в винодельческой промышленности; недопустимость придания продукту со стороны материала посторонних привкусов, запахов, оттенков; коррозионностойкость материала и его инертность по отношению к продукту; недопустимость применения такого сочетания материалов, при котором возможны электролитические процессы, влияющие на качество продукта; экономическая целесообразность применения материала.

Для изготовления винодельческого оборудования и его отдельных деталей, находящихся в контакте с продуктом, могут быть рекомендованы следующие конструкционные материалы<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Обозначения марок некоторых материалов в настоящее время пересматриваются. Появляются новые материалы. Поэтому приводимый список при практическом использовании нуждается в уточнении и дополнении.

1. Бронзы марок БрА9-ЖЗЛ; БрОФ-3-0,5; БрОФ9-0,3; БрА-9; БрАЖ-7-4; БрАМц12-2; БрАЖМц11-4-2; БрАЖН10-4-4; БрАК7-1; БрАК7,5-1,8; БрОФ4-0,25; БрО5Ц5С5.

**Примечание.** Химические элементы в марках бронзы обозначены следующими буквами: А – алюминий; Ж – железо; О – олово; Ф – фосфор; Мц – марганец; Н – никель; К – кремний; Ц – цинк; С – свинец. буква Л обозначает литейную бронзу. Первые цифры указывают содержание соответствующих элементов, остальные – меди.

2. Латунни марок ЛК80-3; Л80; ЛС59-1; Л63; ЛМцНЖА60-1-2-1-1; ЛАЖ60-1-1; ЛМцАК60-2-1-0,8; ЛАЖМц52-5-1-1.

**Примечание.** Химические элементы в марках латуни обозначены так же, как и в бронзах. Первые две цифры в марках латуни означают содержание меди в процентах.

3. Медь марки М-1.

4. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали марок 12Х18Н9Т; 12Х18Н10Т; 08Х21Н6М2Т; 12Х21Н5Т; 10Х14Г14Н4Т; 08Х17Т; 08Х22Н6Т; 10Х14Г14Н3; 08Х18Г8Н2Т; 12Х13; 20Х13; 30Х13; 12Х17; 14Х17Н2; 10Х17Н13М2Т; 10Х17Н13М3Т; Х18Г8Н2М2Т; Х18АГ15; 10Х14АГ15; ОХ18Т1; Х14АГ14; ВСН-2; 2Х18Н4Г4; ОХ20Н5Г12БА; 1Х17АГ12; 08Х18Г8Н2МТ; ОХ23Н28М2Т; 40Х25Н; 08Х18Ф2Т1; 08Х18Т1; 08Х17Н5М3; Х16Н16; 06Х18Т4; 01Х18Т-ВИ; 01Х25-ВИ; 01Х25М2Т-ВИ и др.

**Примечание.** Химические элементы в марках стали обозначены следующими буквами: Х – хром; Н – никель; Т – титан; М – молибден; Г – марганец; А – азот; Б – ниобий; Ф – ванадий. Цифры, стоящие после букв, указывают среднее содержание элемента в целых единицах, кроме элементов, присутствующих в малых количествах. Цифры перед буквенным обозначением указывают среднее (или максимальное) содержание углерода в стали в сотых долях процента.

5. Олово марок О1, О2.

6. Титан марок ОТ4, ВТ4, ЗВ, ВТ1-0, ВТ1-00; ВТ5, ВТ6-С, ВТ1-1М. Спл. 7, ПТ-7М, ВТ1-2.

7. Бетон марок М-150, М-200, М-25, М-300, М-400, М-500, М-600.

8. Дерево (древесина дуба и других пород, кроме ели).

9. Стекло.

10. Пластмассы: винипласт ВНТ; оргстекло СО-95; полиамидная смола 610; поливинилхлорид ПВХ-7; поликарбонат; полипропилен 01П10/002 и 02П10/003; полиэтилен высокого давления 10303-020, 10803-020, 10904-020, 11503-070, 11304-040, 10204-003, 10604-007, 11003-020, 15303-003, 15803-020, 16803-070, 17603-006, 17703-010, 11803-035, 18303-120 рецептур 03, 05, 06 и 08; полиэтилен низкого дав-

ления 20308-005, 20508-007, 20608-012, 20808-024, 20908-040, 21008-0,7 рецептур 01, 04, 17, 21; полистирол УПС, СНП-2П; фторопласт-4 и др.

11. Резины пищевые 52-498, 42-446, 52-436.

12. Клеи ЭДП, 88Н.

Во многих случаях, когда оборудование или его детали работают в условиях малых статических нагрузок и отсутствия трения (резервуары и т. п.), *вместо цветных металлов и высоколегированных сталей* возможно применять черные металлы с различными покрытиями поверхности в виде эмали, пленок и лаков.

К качеству защитных покрытий предъявляются следующие специфические требования: они должны препятствовать проникновению вредных химических веществ материала оборудования в продукт; быть стойкими к моющим и дезинфицирующим средствам, а также к веществам, применяемым при обработке виноматериалов (сернистая кислота и др.); быть долговечными, особенно покрытия резервуаров, так как сроки хранения вин многих марок и типов весьма продолжительны.

Ремонт оборудования практически невозможно производить без использования покрытий или их восстановления. Для этого рекомендуется применять следующие антикоррозийные материалы.

1. Стеклоэмаль марок 25, 54, Э-1, 20-Н, 105-Т, 92-7, 301-3, 25-32, 25-32Л, 25БФ, 4-30.

2. Пенопласт.

3. Эпоксидные покрытия ЭД-16, ЭД-29, импортные специальные.

4. Бакелитовые лаки А, Б, Эф.

5. Замазки и композиции на основе эпоксидных смол ЭД-16, ЭД-20, ЦЦ-100, ЦЭС-5-132, НЭГ.

6. Титановые порошки дибutilфталат, диоктилфталат, полиэтиленполиамин.

7. Лак перхлорвиниловый ХС-76 "В" по грунту ХС-04 "В".

8. Парафин и его сплавы.

9. Эмаль хлорвиниловая ХС-558 "В" по грунту ХС-04 "В" на растворителе Р-4.

10. Эмаль эпоксидная ЭП-793.

Технологические правила нанесения и эксплуатации покрытий определяются соответствующими инструкциями, соблюдение которых обеспечивает их эффективность и надежность.

Полный перечень материалов, разрешенных к использованию для изготовления винодельческого оборудования с указанием конкретных областей применения, приведен в специальной литературе [например, 38].

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОСТАВКИ, ПРИЕМКИ И ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ

Виноград в стадии технологической зрелости собирают ручным или машинным способом. Преобладающий в настоящее время ручной сбор винограда – весьма трудоемкий и малопроизводительный процесс. Поэтому определенные перспективы имеют виноградоуборочные машины, работающие по принципу среза гроздей, их всасывания (пневматические) или встряхивания (вибрационные). Последние внедряются наиболее успешно.

Собранный виноград доставляется на завод различными транспортными средствами, причем с момента сбора его до начала переработки должно пройти не более 4 ч.

Приемка винограда состоит в определении его количества и качества. Количество определяется как разница в результатах взвешивания транспортного средства при въезде на завод с виноградом и после выгрузки винограда при выезде с завода. Анализ качества состоит в определении внешнего вида винограда и кондиций суслу по сахаристости и кислотности. Переработка винограда ведется в соответствии с установленным технологическим направлением использования партии на поточных линиях, обеспечивающих приемку и подачу его на дробление, чаще всего совмещаемое с отделением гребней, обработку мезги в зависимости от технологической схемы и получение нескольких фракций суслу для последующего осветления и сбраживания для производства белых вин либо получение почти готовых виноматериалов для производства красных вин.

В состав поточных линий переработки винограда в качестве основного оборудования входят бункера-питатели, дробилки-гребнеотделители, стекатели, прессы, оборудование для обработки мезги.

Фруктово-ягодное сырье также перерабатывается на поточных линиях, состоящих из устройств для его мойки и инспекции, измельчения, обработки мезги (нагреванием, ферментными препаратами, СВЧ и др.) и извлечения сока.

### 1.1. Средства доставки и приемки винограда и подачи его на переработку

*Транспортные средства.* Виноград доставляют на переработку в основном так называемым бестарным способом. При транспортирова-



нии винограда, особенно для производства марочных вин, ягоды не должны раздавливаться во избежание окисления, спонтанного забраживания и инфицирования суслу. Поэтому высота слоя винограда не должна превышать 60 см; не допускается уплотнение винограда.

При бестарном транспортировании винограда используются специальные контейнеры КВА (они известны и под маркой БКВ-2,8), обычные самосвалы (с обязательным покрытием внутренних поверхностей кузовов защитными средствами), прицепные тележки ТВП-2,5.

Наиболее распространен контейнер КВА, представляющий собой металлическую емкость, изготовленную из листового материала. По бортам емкость усилена уголками. Задняя стенка контейнера наклонена под углом 40–45° к плоскости дна. Контейнер устанавливается на платформе грузового автомобиля. Задняя часть контейнера закрепляется с помощью шарнира, вокруг которого контейнер может поворачиваться на угол до 70°. Вверху передней части контейнера имеется скоба для крюка электротали или лебедки.

Части контейнера, соприкасающиеся с виноградом, как правило, покрываются защитными покрытиями.

Разгрузка контейнера осуществляется при опрокидывании его вокруг шарнирной оси с помощью подъемного приспособления. Грузоподъемность контейнера КВА – 2–3 т.

Прицепная тракторная тележка ТВП-2,5 представляет собой платформу из тонколистовой стали, установленную на раме с четырьмя колесами и дышлом. При разгрузке тележки платформа может опрокидываться в правую и левую стороны. Как правило, к трактору присоединяют по три тележки. Грузоподъемность трех тележек ТВП-2,5 – 2,5 т.

В зарубежном виноделии предпочтение отдается транспортным средствам с разгрузкой в обе стороны. Это позволяет уменьшить затраты времени на подъезд их к бункеру, так как в этом случае возможен заезд сбоку. С другой стороны, применение таких средств требует несколько большей площади разгрузочных площадок для маневрирования и не позволяет одновременно разгружать несколько транспортных средств в расположенные рядом бункера.

Нормы технологического проектирования заводов по переработке винограда предусматривают определенные показатели по использованию грузоподъемности транспортных средств и времени их простоя при взвешивании и разгрузке в зависимости от вида средства и номинальной грузоподъемности. Например, для контейнера КВА коэффициент использования грузоподъемности составляет 0,75, время одного взвешивания – 2 мин, а простоя при разгрузке – 6 мин.

Прием винограда рассчитывается на 10 ч в сутки при некоторой *неравномерности поступления сырья в течение дня, учитываемой поправочным коэффициентом 1,4. Длительность сезона (расчетная) принимается 20 сут.*

**Средства приемки винограда и отбора проб.** Количество поступающего винограда определяют взвешиванием транспортных средств на *цифропоказывающих и регистрирующих автомобильных платформенных весах РС-10Ц13, РС-30Ц13А (АЦ-30С), РС-10Ц13А, РС-15Д24А (с пределами взвешивания соответственно 0,5–10; 1,5–30; 0,5–10 и 0,75–15 т) и др.*

При взвешивании одновременно отбирают пробы винограда для анализа. Отбор проб может производиться *специальными пробоотборниками СПВ, разработанными в различных модификациях.*

Типовым является стационарный пробоотборник СПВ-1М (рис. 1.1). Он представляет собой устройство, смонтированное над автовесами и предназначенное для объективного отбора средней пробы из партии винограда в виде отжатого сусла. Анализ состоит в определении сахаристости и кислотности отобранного сусла. Выжимка из пробоотборного устройства выпадает в тару для винограда.

Пробоотборник может перемещаться по горизонтали вперед-назад по радиусу, поворачиваться вокруг вертикальной оси и перемещаться в вертикальной плоскости вверх-вниз.

Перемещение по радиусу осуществляется при помощи каната, который намотан на барабан, насаженный на выходной вал исполнительного механизма (рис. 1.1, б), концы каната связаны с консолью. При вращении барабана консоль с пробоотборным устройством перемещается по направляющим роликам. Скорость при перемещении по радиусу 8 м/мин, при повороте – 175 об/мин, ход по радиусу 2 м, угол поворота 130°.

Поворот вокруг вертикальной оси происходит с помощью цилиндрического прямозубого колеса, насаженного на выходной вал электрического исполнительного механизма 3 (см. рис. 1.1, в) и зубчатого сектора, неподвижно закрепленного на ходовой вертикальной трубе.

Перемещение пробоотборника в вертикальной плоскости вверх-вниз осуществляется при помощи каната, намотанного на барабан. Концы каната связаны с ходовой трубой, которая при вращении барабана перемещается по направляющей трубе. Ход вертикального перемещения 1,5 м, скорость при перемещении вниз 3,75 м/мин, вверх (ускоренная) – 7,5 м/мин.

Пробоотборник обеспечивает отбор 30 проб в час; продолжительность отбора одной пробы при трехкратном погружении – 2 мин;

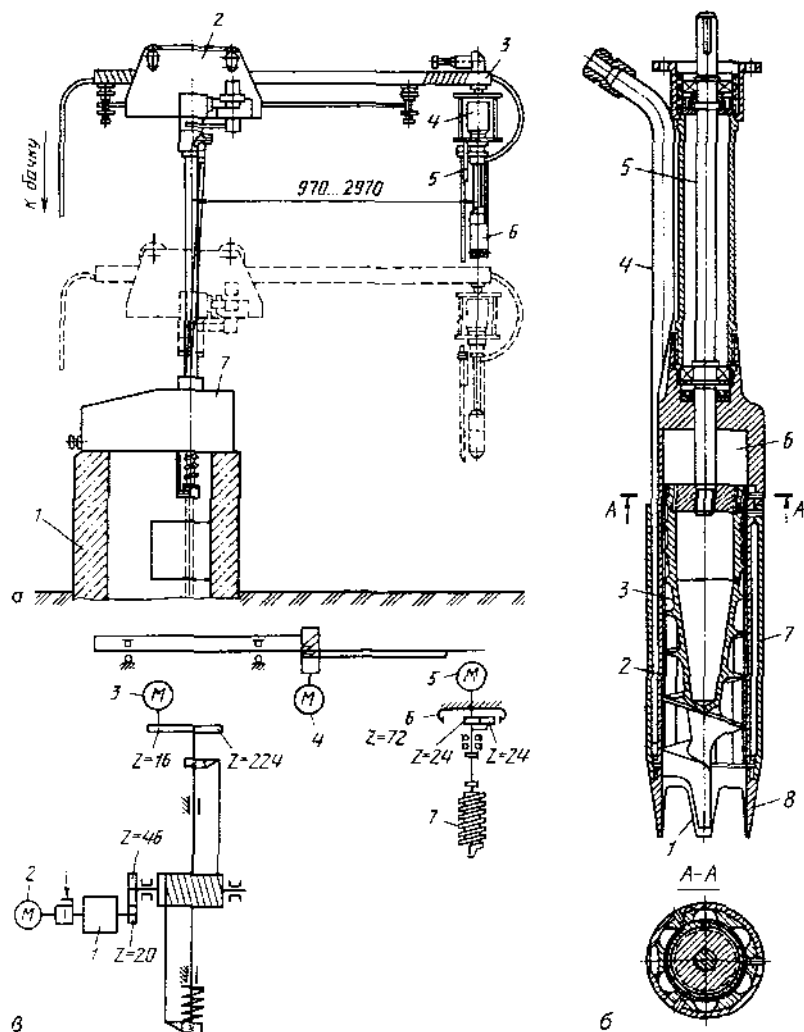


Рис. 1.1. Пробоотборник СПВ-1М:

а - общий вид (1 - опора; 2 - механизм перемещения стрелы; 3 - стрела; 4 - привод; 5 - выключатель; 6 - пробоотборное устройство; 7 - механизм подъема стрелы; 8 - пробоотборное устройство (1, 8 - ножи; 2 - кожух; 3 - шнек; 4 - трубка; 5 - вал; 6 - камера; 7 - стакан); в - кинематическая схема (1, 6 - редукторы; 2, 5 - электродвигатели; 3, 4 - исполнительные механизмы; 7 - шнек)

объем пробы, отбираемой за одно погружение – 300 мл; мощность установленных электродвигателей – 1,4 кВт.

Разработана также конструкция пробоотборника марки СПВ-2.

В пробоотборниках СПВ может быть использовано специальное устройство в виде полого цилиндра с дистанционным запирающим, что позволяет одновременно с технологическим анализом сула отбирать пробы винограда для инспекции его внешнего вида.

Аналогичные пробоотборники выпускают и за рубежом (например, фирма «Padovan», Италия). Применение пробоотборников в комплекте с автоматическими анализаторами сула позволяет полностью автоматизировать приемку винограда.

**Бункера-питатели.** Виноград из транспортных средств выгружается в бункера-питатели, служащие одновременно в качестве накопителей винограда и устройств, равномерно подающих его на дробление. Бункера имеют транспортирующие устройства, в большинстве случаев шнеки из коррозионностойкой стали, расположенные поперечно или продольно относительно стены дробильно-прессового отделения.

Сами бункера выполнены из бетона с соответствующим покрытием в виде плиток, а в последних выпусках – в виде металлических листов.

Разработано несколько моделей бункеров-питателей серии ВБШ производительностью 10/20, 20/30, 30/50 (в первом варианте производительности частота вращения шнеков меньше) и 100 т/ч. С конструктивной точки зрения это несложные устройства. Количество шнеков в бункерах-питателях от одного до трех, диаметр шнеков 400–634 мм, частота вращения 7,1–14,45 об/мин (эти параметры зависят от производительности).

На рис. 1.2 показаны общие виды бункеров-питателей ВБШ-10<sup>1</sup> и ВБШ-50, а также их кинематические схемы.

В последнее время предпочтение отдается стальным бункерам вместо железобетонных, что весьма рационально, так как последние имеют ряд эксплуатационных недостатков, в том числе с точки зрения промышленной санитарии и трудностей ремонта.

Исследования конструкций бункеров-питателей показали, что для надежной их работы большое значение имеет конфигурация внутренних рабочих плоскостей. Бункера могут иметь одну отвесно вертикальную и одну наклонную стенки (рис. 1.3, а) или две наклонные стенки (рис. 1.3, б).

<sup>1</sup> Здесь и во всей книге марки машин приведены в сокращенном виде, без указания организации-разработчика. Например, вместо Б2-ВБШ-20/30 (шифр Б2 принадлежит Тбилисскому ГСКБпродмаш) дается ВБШ-20/30. Полностью марка с указанием организации-разработчика приводится в каталогах и справочниках.

В варианте *a* виноград практически не зависает. Конструкция подшипникового дна в вариантах *a* и *b* также способствует свободному проходу винограда. Немаловажное значение с этой точки зрения имеет и диаметр шнека: его целесообразно принимать не менее 400 мм.

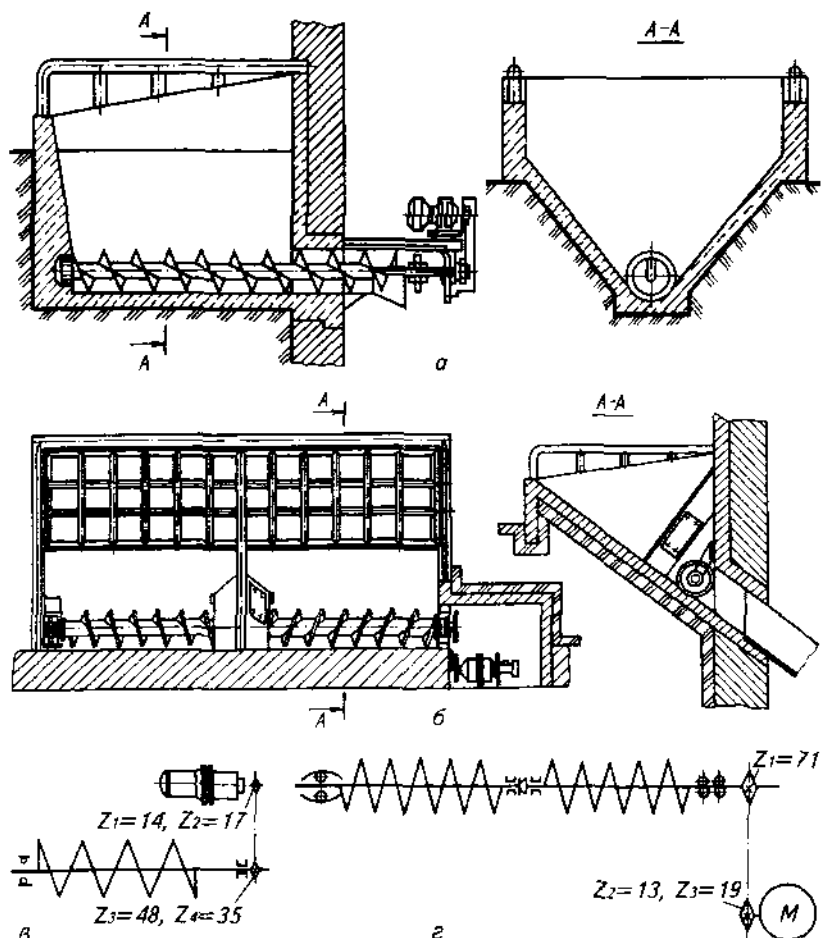


Рис. 1.2. Бункера-питатели:

*a, б* - общие виды соответственно ВБШ-10 и ВБШ-50; *в, г* - кинематические схемы соответственно ВБШ-10 и ВБШ-50

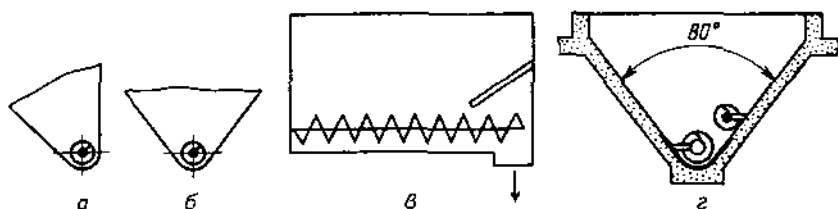


Рис. 1.3. Конструкции бункеров-питателей:

*а* – с вертикальной и наклонной стенками; *б* – с двумя наклонными стенками; *в* – с отсекателем; *г* – с двумя шнеками (фирмы «Sernagiotto»)

Для обеспечения равномерной подачи винограда и во избежание забивания разгрузочного окна и стыкового элемента между бункером и дробилкой разгрузочное окно должно быть защищено отсекателем (рис. 1.3, *в*). Для бункеров-питателей большой производительности желательно также, чтобы во время разгрузки контейнера удар приходился на наклонную плоскость, расположенную над шнеком, а не на сам шнек. Равномерной подаче винограда способствует регулирование частоты вращения шнеков, позволяющее изменять их производительность в широких пределах.

Интерес представляют бункера-питатели, разработанные фирмой «Sernagiotto» (Италия), в которых над транспортирующим шнеком параллельно располагается шнек меньшего диаметра (рис. 1.3, *г*), препятствующий образованию сводов винограда.

Минимальная вместимость приемного бункера равна максимальной вместимости кузова самосвала или контейнера, доставляющего виноград на переработку, плюс объем винограда, равный 3–5-минутной производительности дробильно-гребнеотделяющей машины, установленной на заводе. Виноград может находиться в бункере не более 0,5 ч. Практика показала, что при грузоподъемности существующих транспортных средств 2–3 т минимальная вместимость бункера должна составлять 5–6 т.

Пропускная способность  $\Pi$  (в кг/с) шнеков бункеров-питателей по винограду, если отбор суслу из-под них не производится, рассчитывается по обычной методике:

$$\Pi = \pi(D^2 - d^2)Sn\rho\phi\epsilon\tau / 4 \cdot 60, \quad (1.1)$$

где  $D$  – наружный диаметр шнека, м;  $d$  – диаметр вала, м;  $S$  – шаг шнека, м (принимается 0,8D);  $n$  – частота вращения шнека, об/мин;  $\rho$  – объемная масса винограда (600 кг м<sup>3</sup>);  $\phi$  – коэффициент заполнения сечения желоба шнека (0,8–0,9);  $\epsilon$  – коэффициент, учитывающий наклон шнека (при угле наклона 15–30°  $\epsilon = 0,8$ –0,9);  $\tau$  – количество шнеков.

## 1.2. Дробилки-гребнеотделители

Начальная операция при переработке винограда – его дробление. Под дроблением понимается разрушение целостности кожицы ягод и их клеточной структуры, облегчающее получение сока. Степень измельчения винограда существенно влияет на выход сусла-самотека и скорость суслоотделения: чем интенсивнее разрушение, тем больше выход сусла, но хуже его качество, так как сильное дробление приводит к обогащению сусла обрывками кожицы, мякоти и другими взвешенными частицами. Разрушение клеток в дробильно-гребнеотделяющих машинах осуществляется путем механического воздействия на виноград; при этом перетирающие и дробящие гребней и семян должно быть по возможности минимальным во избежание обогащения сусла дубильными веществами.

Процесс дробления винограда производится с отделением гребней или без отделения их. В первом случае в сусле меньше дубильных веществ, зато во втором несколько ускоряется суслоотделение (на стекателях и при прессовании) за счет того, что гребни препятствуют спрессовыванию мякоти и улучшают дренаж. Кроме того, при приготовлении специальных типов вин предусматривается переработка винограда без отделения гребней.

Современные дробильно-гребнеотделяющие машины по способу разрушения кожицы ягод можно разделить на раздавливающие при помощи профильных валков и разрушающие за счет удара при помощи бичей. В принципе измельчение винограда можно осуществлять и на дробильных машинах других типов: лопастных, роторных, молотковых, однако в отечественном виноделии они не нашли распространения. Кроме того, дробилки-гребнеотделители могут быть объединены с другими машинами (весами, стекателями, насосами и др.) в агрегаты.

**Валковые дробилки-гребнеотделители.** Основными рабочими органами, от которых зависит эффективность работы валковой дробилки-гребнеотделителя, являются валки и гребнеотделитель.

В настоящее время применяют профильные валки, геометрия и кинематические условия действия которых способствуют тому, что при попадании между выступами и впадинами валков грозди подвергаются меньшему перетиранию. Рабочий процесс дробления приближается к наиболее рациональному варианту – раздавливанию гроздей в результате параллельного сближения плоских дробящих поверхностей.

Профильные валки выполняют четырех-, шести- или восьмилопастными. Валки изготовляют из различных материалов: черных металлов с покрытием, дерева, камня, а в последнее время чаще всего из резины (либо обрешиненными).

Как правило, во всех дробилках предусмотрен механизм, позволяющий регулировать зазор между валками, а во избежание аварии — блокирующее устройство в виде фрикционной или кулачковой муфты, разрывающей кинематическую цепь привода валков.

Гребнеотделитель представляет собой горизонтальный перфорированный цилиндр, внутри которого на оси смонтирован ротор-вал с бичами, закрепленными по одно- или двухзаходной винтовой линии.

Разработаны валковые дробилки-гребнеотделители серии ВДГ производительностью 10, 20, 30–50 т/ч, а также серии ВДВ без гребнеотделителя производительностью 20 и 100 т/ч.

Наиболее распространенная дробилка-гребнеотделитель ВДГ-20 (рис. 1.4) имеет два восьмилопастных валка, устанавливаемых с зазором 3–5 мм. Виноград, загруженный в бункер, попадает на валки, дробится и затем проваливается вниз. При этом заслонка находится в крайнем левом положении. Дробленая масса попадает в гребнеотделитель, где происходит отделение гребней от ягод при помощи бичей, расположенных на валу. Ягоды проваливаются через отверстия цилиндра на шнек, который через выходной патрубок выводит их наружу, а гребни отводятся через выходной лоток.

При работе без гребнеотделителя заслонка устанавливается в крайнем правом положении, дробленая масса непосредственно из-под валков проваливается в нижнюю часть машины и шнеком выносится к выходному патрубку.

Все детали машины, соприкасающиеся с сушлом и мезгой, изготовлены из коррозионноустойчивых материалов.

Дробилка ВДВ состоит из бункера, под которым расположены четыре восьмилопастных валка, вращающихся попарно навстречу друг другу. Загруженный в бункер виноград раздавливается при прохождении между валками и поступает в приемное устройство (чаще всего в бункер стекателя, над которым устанавливается дробилка).

На рис. 1.4, б, в показаны кинематические схемы дробилок ВДГ-20 и ВДВ-100.

Диаметр валков в этих машинах 317 мм; частота вращения 62,5–70 об/мин; частота вращения вала гребнеотделителя 140–200 об/мин; мощность привода 3–4,5 кВт.



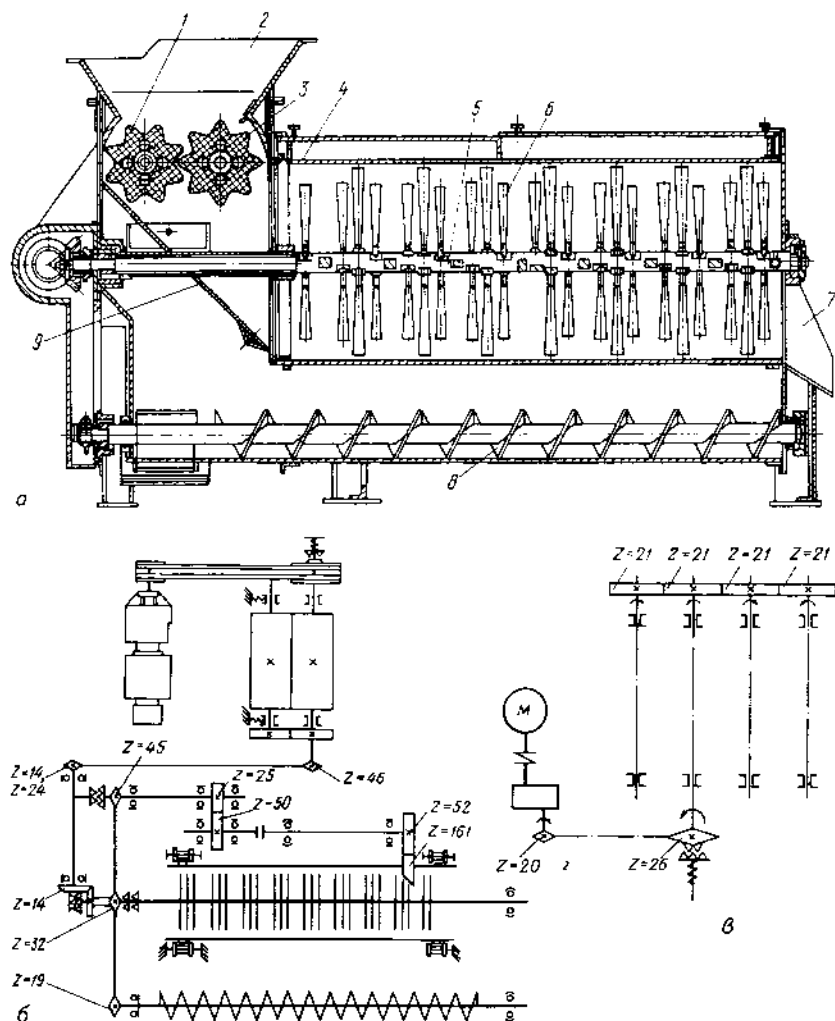


Рис. 1.4. Валковые дробилки:

*a* - общий вид ВГД-20 (1, 3 - валки; 2 - бункер; 4 - цилиндр; 5 - вал; 6 - бич; 7 - лоток; 8 - шнек; 9 - заслонка); *б, в* - кинематические схемы соответственно ВГД-20 и ВДВ-100

Производительность  $\Pi$  (в кг/с) валковых дробилок в основном определяется пропускной способностью валков. Для случая цилиндрических валков

$$\Pi = v_{\text{ср}} \delta l \rho \varphi, \quad (1.2)$$

где  $v_{\text{ср}}$  – средняя скорость продукта, проходящего через зазор между валками, м/с (или, что почти то же, средняя окружная скорость валков);  $\delta$  – зазор между валками, м (в среднем  $\delta \approx 0,006$  м);  $l$  – длина валка, м;  $\rho$  – объемная масса винограда, кг/м<sup>3</sup>;  $\varphi$  – поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность питания валков продуктом, заполнение щели и т. п. ( $\varphi = 0,7-0,8$ ).

Фактическая производительность валковых дробилок отличается в большую сторону от подсчитанной по формуле (1.2) из-за выделения сока (сусла), который, опережая основную массу винограда, проходит между валками. Кроме того, в формулах не учитывается профиль валков. Эти факторы можно, по предложению С. С. Месаркишвили, учесть введением в формулу 1.2 коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$ . Коэффициент  $K_1$  учитывает геометрическую характеристику рабочей поверхности валков и определяется отношением площади поперечного сечения межвалкового рабочего пространства для профильных валков ( $F_X$ ) к той же площади для гладких валков ( $F$ ) при одинаковых  $D$  и  $\delta$ , т. е.  $K_1 = F_X/F$ . Очевидно, что для гладких валков  $K_1 = 1$ .

Площадь поперечного сечения гладких валков (рис. 1.5, а)

$$F = 0,125D[(2d + D)\sin 2\alpha - 0,03488D\alpha], \quad (1.3)$$

профильных валков (рис. 1.5, б)

$$F_X = \beta F_0 = \beta h[\pi(D-h)/z - S]; \quad (1.4)$$

$$F_0 = 0,5D^2 \sin \alpha [(1 - \cos \alpha) + \delta], \quad (1.5)$$

где  $D$  – диаметр валка, м;  $d$  – диаметр ягоды винограда, м (обычно принимается в пределах 15–20 мм);  $\alpha$  – угол захвата ягоды валками, т. е. угол между линией центров валков и радиусом-вектором в точке касания валка с ягодой, град;  $\beta$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от числа лопастей (выступов)  $z$  и равный 0,75 при  $z=4$ , 1 – при  $z=6$  и 1,25 – при  $z=8$ ;  $F_0$  – площадь поперечного сечения впадины между двумя соседними лопастями (выступами), м<sup>2</sup>;  $h$  – высота выступа, м;  $S$  – ширина выступа, м.

Коэффициент  $K_2$  учитывает количество сусла, выделяющегося при дроблении винограда и «опережающего» основную массу мезги, и описывается формулой

$$K_2 = 100/(100 - q_0), \quad (1.6)$$

где  $q_0$  – количество сусла, в % к общему количеству продукта.

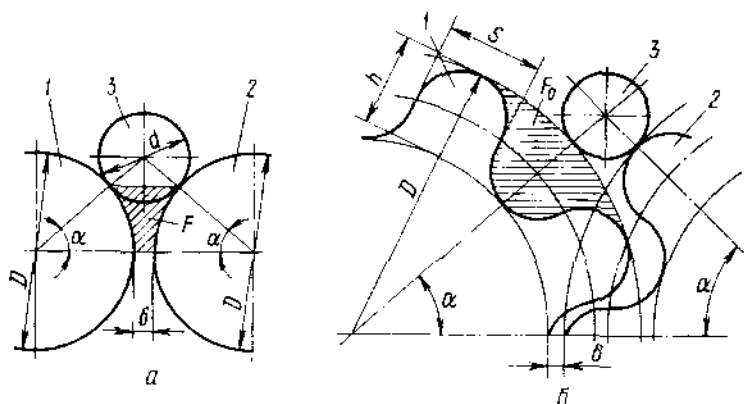


Рис. 1.5. Геометрические характеристики гладких (а) и профильных (б) валков (в качестве примера приводится восьмилопастной валок):

1, 2 - валки; 3 - ягода

Установлено, что  $q_0$  зависит в основном от зазора между валками.

Что касается значений  $\rho$  в формуле (1.2), то они также зависят от зазора и с учетом опережающего потока жидкости могут быть приняты следующими:

$\delta$ , мм	2	3	4	5	6	7	7,5
$q_0$ , %	32,2	31,4	30,3	28,7	24,3	14,2	8,1
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	1191	1190	1187	1185	1163	1155	1151

Работа гребнеотделяющих устройств подробно исследована В. Д. Емельяновым [5].

Прочность ягод винограда при ударном воздействии бича дробильно-гребнеотделяющей машины может быть охарактеризована величиной относительной скорости соударения, вызывающей разрушение ягоды. Эта величина в зависимости от степени зрелости винограда колеблется в пределах 4–9 м/с. В результате удара с такой скоростью все ягоды разрушаются настолько, что обеспечивается свободный выход из них сока.

Установлено, что наиболее эффективный способ гребнеотделения состоит в сочетании ударного воздействия на продукт с протирающим его по сепарирующей поверхности рабочих органов. Этот способ и положен в основу промышленных гребнеотделяющих устройств.

Вместе с тем следует отметить, что технология, механизм процесса и энергетика валковых дробилок изучены недостаточно.

В принципе, энергия в валковой дробилке-гребнеотделителе расходуется на преодоление сопротивления вращению валков и отделение ягод от гребней. Практический расчет энергетических затрат, однако, затруднен из-за отсутствия методики и данных по величинам усилий, возникающих при дроблении винограда.

Валковые дробилки-гребнеотделители, выпускаемые за рубежом (Венгрия, Италия, Франция, США), в принципе работают по той же схеме, что и отечественные. Имеются различия в числе валков, что определяет производительность, наличие дополнительных конструктивных элементов на валу гребнеотделителя для равномерной подачи и направления гребней и др.

Валковую дробилку оригинальной конструкции выпускает фирма «Dispine» (Италия). Дроблению винограда валками предшествует отделение гребней. Это позволяет дробить виноград в щадящем режиме и тем самым получать сусло более высокого качества.

В Болгарии выпускают так называемые валковые дробилки с центробежным гребнеотделителем (некоторые исследователи с достаточным основанием относят их к ударно-центробежным дробилкам с валковым дробильным органом, хотя по технологической схеме они соответствуют дробилке, приведенной на рис. 1.4). Однако качество сусла, получаемого при раздавливании винограда на этих машинах, такое же, как и у ударно-центробежных дробилок (см. ниже).

Оценивая тенденции развития конструкций валковых машин, следует отметить способ многоступенчатого дробления винограда. Как упоминалось, с уменьшением степени дробления качество получаемых виноматериалов улучшается. Наиболее высоким оно становится при межвалковом зазоре 9 мм. С целью сохранения при этом количества (выхода) сусла некоторыми исследователями рекомендуется применение трехвалковых дробилок, в которых виноград сначала раздавливается при зазоре 9 мм, а затем (на второй ступени дробления) при 3 мм.

**Ударно-центробежные дробилки-гребнеотделители.** В этих дробилках виноград разрушается при ударе по нему бичей гребнеотделяющего устройства и истирании его о стенки этого устройства. Окружная скорость вращения лопастей должна обеспечить разрушение ягоды в момент удара. Поэтому в таких машинах более высокие рабочие скорости, чем в гребнеотделителях валковых дробилок. Кроме того, особенность дробилок-гребнеотделителей такого типа состоит в совмещении дробления и гребнеотделения в одном рабочем органе.

С технологической точки зрения, однако, применение высоких скоростей отрицательно сказывается на качестве сусла.

В настоящее время наиболее известны отечественные ударно-центробежные дробилки-гребнеотделители вертикального типа серии ЦДГ (ЦДГ-20А, ЦДГ-30А, ЦДГ-50), схемы которых одинаковы. Их выпускают производительностью 20, 30 и 50 т/ч.

На рис. 1.6. показан общий вид и кинематическая схема дробилки ЦДГ-50.

Виноград подается в бункер 5 дробилки, откуда поступает в малый сплошной цилиндр 8, где при помощи вращающихся дробильных бичей 7 происходит дробление винограда и гребнеотделение. В нижней части корпуса виноград отбрасывается центробежной силой на винтообразные гребневывосные лопасти 9. Раздробленные ягоды проваливаются через отверстия перфорированного цилиндра 4 и поступают в мезгосборник, а гребни подхватываются лопастями, поднимаются по внутренней поверхности перфорированного цилиндра и выбрасываются через окно, расположенное в боковой поверхности корпуса.

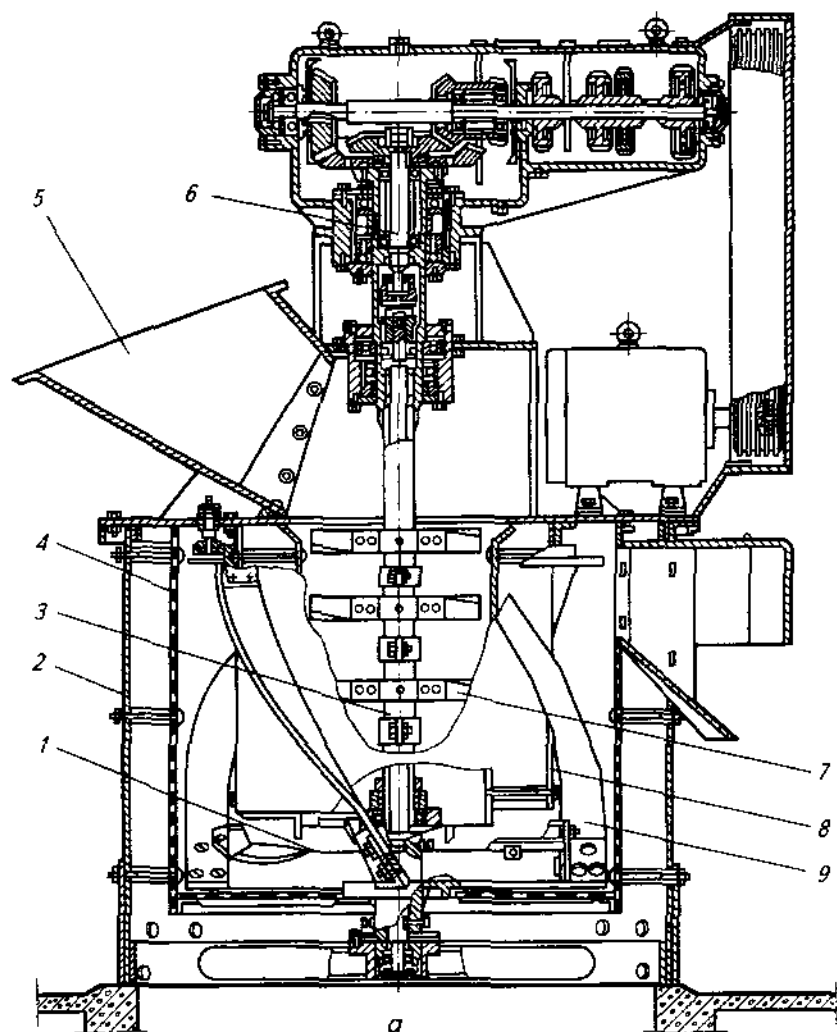
Диаметры малых (сплошных) цилиндров в таких дробилках 410–550 мм (в зависимости от производительности), частоты вращения вала с бичами 125–275 об/мин, вала с гребневывосными лопастями 400 и 300 мм.

В некоторых машинах этой серии (ЦДГ-20) дробильные бичи и гребневывосные лопасти крепятся на одном валу (устаревший вариант).

За рубежом (США, Италия) выпускаются ударно-центробежные дробилки горизонтального типа.

Корректной методики расчета производительности центробежных дробилок-гребнеотделителей практически нет из-за отсутствия обобщающих теоретических и экспериментальных исследований. То же следует сказать и о расходе энергии. В практике для расчета производительности пользуются лишь формулой для определения пропускной способности выносных лопастей для гребней.

Ударно-центробежные дробилки-гребнеотделители, в сравнении с валковыми, обеспечивают впоследствии более высокий выход сусла-самотека на стекателях, так как степень измельчения винограда в них значительно выше, однако более интенсивное механическое воздействие на виноград сопровождается образованием мельчайших частиц кожицы и гребней, которые переходят в сусло, образуя трудноосаждаемые взвеси. Это снижает качество виноматериалов и является недостатком ударно-центробежных машин.



**Рис. 1.6.** Ударно-центробежная  
*а* — разрез общего вида (1 — крестовина; 2 — корпус; 3 — труба; 4, 8 — цилиндры; 5 — бункер; 6 — вал; 7 — бич; 9 — лопасть)

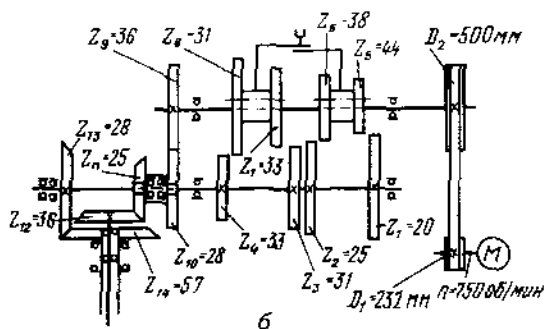
К недостаткам этих машин следует отнести также повышенное содержание дубильных веществ в сусле, что особенно нежелательно при выработке высококачественных виноматериалов, и большое окисление сусла (по-видимому, из-за вентиляционного эффекта). Эти машины следует применять для переработки винограда красных сортов с недостаточным содержанием красящих и дубильных веществ, а также при переработке винограда для приготовления ординарных вин. Для получения высококачественных виноматериалов валковые машины предпочтительнее.

По общим же конструктивным показателям (металло- и энергоемкости, занимаемой площади и т. д.) ударно-центробежные машины более совершенны.

Помимо описанных выше имеются другие конструктивные разновидности дробильно-гребнеотделительных машин, в том числе дезинтеграторы. Последние по конструкции рабочих органов имеют сходство с молотковыми и роторными дробилками, предназначенными для мелкого дробления материалов. Чаще всего дезинтеграторы используют для измельчения гребней и выжимок.

### 1.3. Стекатели, настойники, экстракторы

Отделение сусла первой фракции (самотека) имеет целью помимо получения продукта высшего качества облегчить прессование мезги. Сусло-самотек используется для приготовления лучших марочных вин. Норма отбора сусла первой фракции, получаемого на стекателях из 1 т винограда, 50–55 дал при общем количестве сусла 75–80 дал.



дробилка-гребнеотделитель ЦДГ-50:

б — кинематическая схема

В последнее время при производстве отдельных типов вин с целью обогащения сусла экстрактивными и ароматическими веществами применяют специальные аппараты – так называемые настойники. Для получения красных вин по определенной схеме применяют экстракторы, обеспечивающие более полный переход в виноматериал красящих и дубильных веществ.

**Стекатели и настойники.** Стеkanie сусла из мезги можно рассматривать как гидродинамический процесс течения жидкости через пористую среду, который сопровождается более или менее полным разделением твердой и жидкой фаз суспензии. Общие закономерности этого процесса исследованы В. П. Нечасвым [23].

Изучение динамики процесса суслоотделения через перфорированную перегородку при гравитационно-статическом воздействии на мезгу показало, что в течение первых 3–6 мин скорость суслоотделения и выход сусла характеризуются очень высокой интенсивностью, а затем процесс замедляется (рис. 1.7). В первые 6–8 мин отделяется 85–95% всего сусла-самотёка. Дальнейшее извлечение сусла без интенсификации процесса малоэффективно.

Форма отверстий и их меньшие определяющие размеры в диапазоне 2–4 мм не оказывают существенного влияния на скорость процесса суслоотделения, хотя увеличение размеров отверстий вызывает некоторое возрастание концентрации взвесей в сусле, а при круглых отверстиях диаметром 5 мм и более приводит к попаданию в сусло семян и кожуры ягод. Если определяющие размеры отверстий меньше 2 мм, отверстия забиваются мякотью ягод, что значительно снижает скорость суслоотделения.

Величина живого сечения (отношение площади отверстий на поверхности к общей площади поверхности) перфорированной перегородки выше 10% не влияет на процесс суслоотделения и качественные показатели сусла, ниже 10% – снижает скорость суслоотделения и содержание взвесей в сусле.

Рыхление мезги интенсифицирует процесс суслоотделения, но ухудшает качество получаемого сусла.

Исследования показали, что уплотненный слой мезги, образующийся на перфорированной перегородке, оказывает на процесс суслоотделения значительно большее влияние, чем перечисленные выше факторы. Величина этого слоя и его способность оказывать сопротивление проходящему через него суслу являются определяющими условиями процесса суслоотделения, что позволяет использовать для его расчета известные закономерности процесса разделения суспензий фильтрованием.



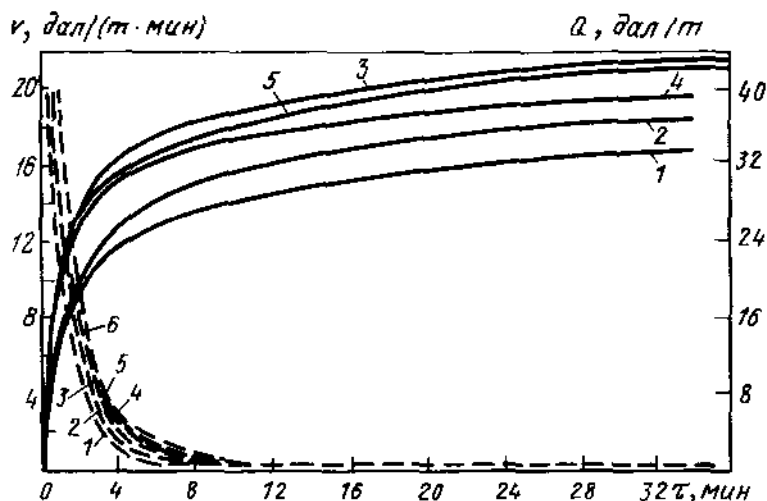


Рис. 1.7. Динамика процесса извлечения сусла-самотека из мезги, полученной из сортов винограда с разной сахаристостью (в %): 1 - Альбино 19,5; 2 и 3 Матраса - 29,3 и 19,6; 4 Цимлянский черный - 24,2; 5 Саперави - 19,8; 6 - Гибрид 217 - 20,5; ----- выход сусла  $Q$ ; ---- скорость процесса  $v$

Установленные закономерности процесса свободного отделения сусла позволили определить оптимальный режим работы стекателей. В первый период (6-8 мин) отделение сусла должно производиться только под действием гравитационных сил без механического воздействия на мезгу. Однако такое отделение не обеспечивает необходимый по технологическим условиям выход сусла-самотека в 50-55 дал/т. Для обеспечения такого выхода нужно извлечь также ту часть сусла, которая непрочно удерживается в клетках мякоти раздавленных ягод. Это может быть достигнуто путем интенсификации процесса во второй его период (8-10 мин) за счет рыхления частично стекшей мезги, которая находится в вязкопластичном состоянии. Интенсивность рыхления должна составлять 0,7-1,2 м/мин при слабом давлении на мезгу в пределах 0,16-0,18 МПа. При более интенсивном перемешивании и увеличении продолжительности процесса соковыделения качество самотека ухудшится.

Изложенные соображения легли в основу конструкций современных шнековых стекателей (см. ниже).

Основные технологические требования, которые предъявляются к конструкции стекателей сводятся к минимальной аэрации сусла, минимальному содержанию в нем взвешенных частиц и возможно меньшему перетиранию мезги. Так, для шнековых стекателей показатели сусла должны быть следующими: среднее содержание взвесей – не более 100 г/л, средний прирост дубильных веществ – не более 0,15 г/л, среднее обогащение сусла железом – не более 2 мг/л.

В виноделии используют стекатели разнообразных конструкций, которые могут быть классифицированы как по характеру их воздействия на мезгу (гравитационно-статические и гравитационно-динамические), так и по конструктивным признакам (корзиночные, камерные, колонные, барабанные, ленточные, шнековые, лотковые и др.) [13]. Стекатели часто выпускаются в блоке с дробилками либо с прессами. Некоторые типы стекателей могут служить и настойниками.

Из перечисленных типов стекателей в настоящее время наибольшее распространение получили камерные и шнековые.

Первые относятся к стекателям гравитационно-статического действия. Созданию и усовершенствованию камерных стекателей большое внимание уделяется в Швейцарии, Венгрии, Франции. Камерные стекатели состоят из резервуара различной конфигурации и вместимости (от 2 до 100 м<sup>3</sup>). Внутри резервуаров установлены перфорированные перегородки, стенки и диафрагмы. В нижней части располагаются сборники и поддоны для отвода сусла-самотека и устройства для разгрузки мезги.

В основе разнообразия конструкций таких стекателей лежит одна идея – борьба с естественной способностью мезги образовывать своды и залегать над разгрузочными устройствами. Недостатком камерных стекателей с гравитационной выгрузкой мезги является нерегулируемый выпуск стекшей мезги при разгрузке.

Отечественный стекатель камерного типа разработан под маркой ВСК. Он позволяет отделять сусло в атмосфере CO<sub>2</sub> и исключать необходимость его отстаивания перед брожением, что способствует повышению выхода виноматериалов и улучшению его качества. Стекатель ВСК можно использовать и в качестве настойника.

Работа стекателя ВСК (рис. 1.8, а) осуществляется следующим образом. При закрытом разгрузочном окне корпус стекателя заполняется диоксидом углерода или другим инертным газом. Затем из дробилки валкового типа в нижнюю часть мезговой камеры стекателя закачивается предварительно сульфитированная мезга. После заполнения камеры по сигналу датчиков верхнего уровня (ДУ1, ДУ2) прекращается подача

мезги и автоматически включается реле времени, рассчитанное на необходимую продолжительность настаивания: для белых столовых вин – от 0,5 до 2–3 ч, для розовых столовых – от 4 до 8 ч.

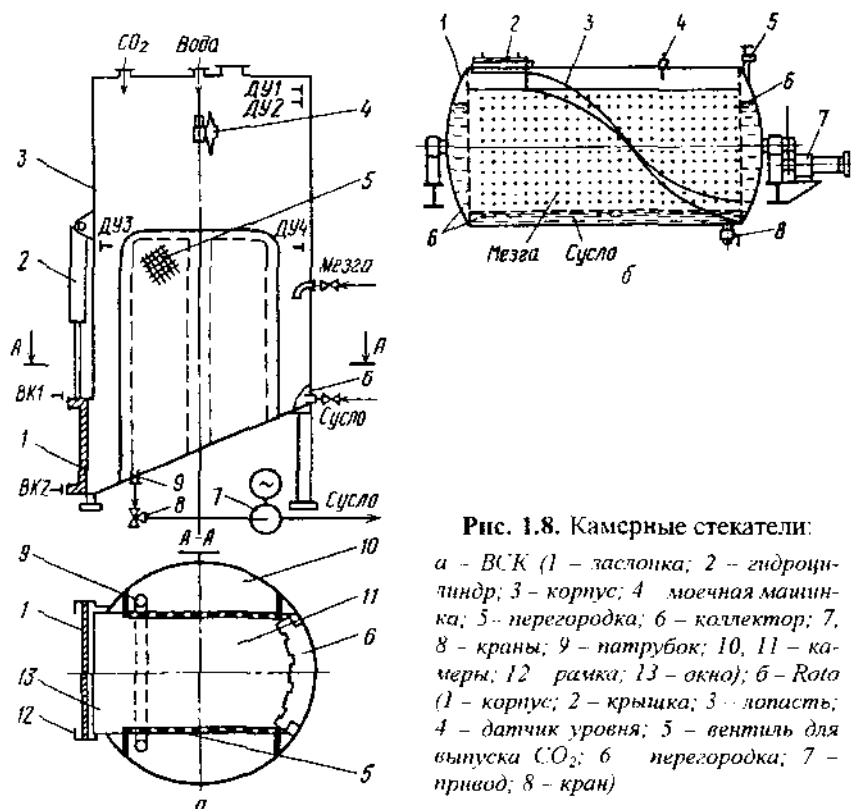


Рис. 1.8. Камерные стекатели:

*а* – ВСК (1 – заслонка; 2 – гидроцилиндр; 3 – корпус; 4 – моечная машинка; 5 – перегородка; 6 – коллектор; 7, 8 – краны; 9 – патрубок; 10, 11 – камеры; 12 – рамка; 13 – окно); *б* – Roto (1 – корпус; 2 – крышка; 3 – лопасть; 4 – датчик уровня; 5 – вентиль для выпуска  $\text{CO}_2$ ; 6 – перегородка; 7 – привод; 8 – кран)

Затем по сигналу реле времени электроисполнительный механизм ВЭИМ-3 открывает проходной кран 7, в результате чего создается гидростатическое давление, и происходит отделение сусла-самотека через слой мезги и перфорированные перегородки. После завершения суслоотделения по сигналу датчиков нижнего уровня мезги (ДУЗ, ДУ4) закрывается выпускной кран 8 и одновременно поднимается заслонка (ход, 800 мм), освобождая окно выгрузки стекшей мезги. Верхнее и нижнее положения скользящей заслонки регулируются конечными вы-

ключателями ВК1, ВК2. Стекшая мезга сползает по наклонному днищу стекателя и полностью выгружается за 10–15 с.

Для снижения коэффициента трения нижнее днище стекателя покрывают гладким листом коррозионностойкой стали. Его поверхность при необходимости смачивается небольшими порциями суслу через специальное устройство, выполненное в виде коллектора. В оборудованном таким образом камерном стекателе исключено зависание стекшей мезги, а выход суслу-самотека достигает 55 дал из 1 т винограда при содержании взвесей не более 20 г/л. Стекатель оборудован моечной машинкой марки ММ-4.

Оптимальный полезный объем стекателя-настойника ВСК составляет 10 м<sup>3</sup>, что обеспечивает одновременную загрузку 12–13 т мезги. Исследования показали, что большее увеличение полезного объема камеры стекателя нецелесообразно, так как приводит к снижению скорости суслоотделения и уменьшению выхода суслу в результате увеличения высоты слоя мезги. Габаритные размеры стекателя 2400×2200×6500 мм.

Другим примером камерного стекателя может служить специальная конструкция Roto фирмы «Bucher» (Швейцария), позволяющая использовать его в качестве настойника и экстрактора. Аппарат (рис. 1.8, б) представляет собой резервуар, внутри которого установлены две вертикальные перфорированные перегородки 6 и перфорированное днище. Загрузка и выгрузка мезги производятся через люк 2 (выгрузка – при повороте резервуара). Жидкая фракция отводится через патрубок 8. Резервуар снабжен датчиком уровня 4, вентилем 5 для выпуска воздуха и СО<sub>2</sub> и другой арматурой. Кроме того, он оснащен перемешивающим устройством в виде спиральной лопасти 3, служащей также для выгрузки мезги. Лопасть приводится в движение от электродвигателя через редуктор и шестеренчатую передачу.

Производительность стекателей периодического действия правильнее всего определять с учетом кинетики процесса, но это чаще всего невозможно из-за отсутствия экспериментальных данных или их теоретического обобщения. Поэтому для расчетов может быть рекомендована формула для определения производительности  $\Pi$  (в дал/с) стекателей по суслу:

$$\Pi = \varphi V \rho q / 1000 \tau_p, \quad (1.7)$$

где  $\varphi$  – коэффициент, учитывающий степень заполнения корзины, камеры, емкости (0,8–0,9);  $V$  – объем корзины, камеры, емкости, м<sup>3</sup>;  $\rho$  – объемная масса мезги, кг/м<sup>3</sup>;  $q$  – количество суслу, получаемого из 1000 кг винограда, дал;  $\tau_p$  – время рабочего периода цикла, с.

Формула (1.7) определяет итоговую, суммарную производительность стекателя, так как в нее входит время рабочего периода цикла  $\tau_p$ .

При подсчете производительности в час, смену и т. д. необходимо учесть нерабочее время цикла и коэффициент использования оборудования  $K$ .

Тогда формула (1.7) будет иметь вид:

$$П = \phi V \rho qTK / 1000\tau \quad (1.8)$$

где  $T$  – общее время работы стекателя;  $\tau$  – общее время цикла (в тех же единицах).

Общее время цикла  $\tau = \tau_1 + \tau_p + \tau_2$ , где  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  – соответственно время загрузки и разгрузки стекателя.

Что касается камерных стекателей, то их рабочий объем  $V_p$  (в  $m^3$ ) может быть определен по формуле:

$$V_p = \frac{П_d K_p \tau (1 - M / 100)}{N \rho n} \quad (1.9)$$

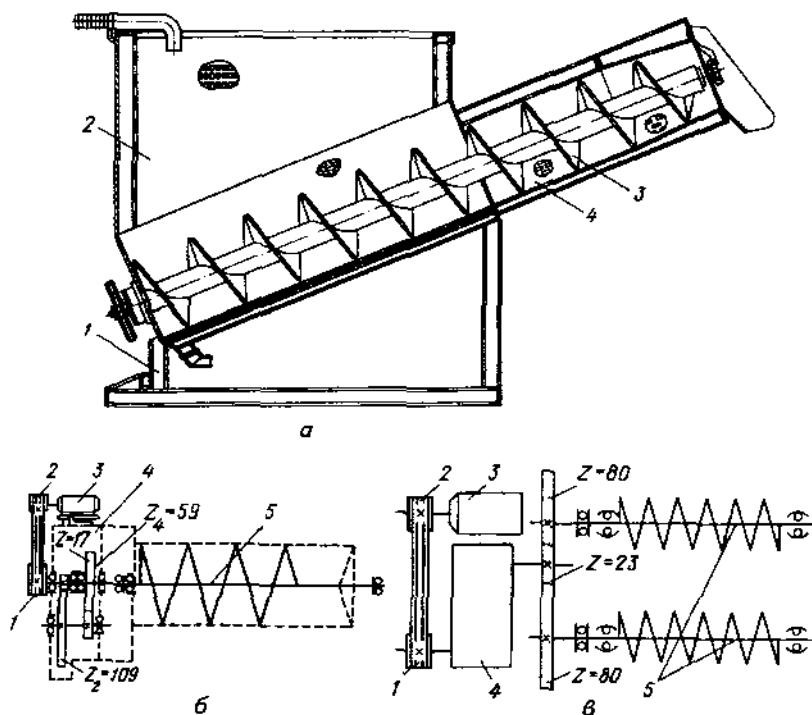
где  $П_d$  – производительность линии по винограду, кг/ч;  $K_p$  – коэффициент непрерывности работы;  $\tau$  – длительность периода поступления сырья за сутки, ч;  $M$  – масса гребней, % к массе винограда;  $N$  – число камерных стекателей;  $\rho$  – объемная масса мезги,  $kg/m^3$ ;  $n$  – число циклов работы каждого стекателя (число загрузок новой мезгой) за сутки.

Для расчета рабочего объема и производительности камерных стекателей следует принимать длительность одного цикла работы 4 ч. Это обосновывается рациональной продолжительностью процесса настаивания мезги при изготовлении белых столовых вин в течение 2–4 ч. Значение  $\tau$  обычно принимается равным 10 ч. Тогда  $n$  следует принять равным 3. В связи с тем, что камерные стекатели являются аппаратами периодического действия, их число  $N$  должно быть не менее двух для обеспечения непрерывности работы линии. При этом каждый стекатель должен находиться под разгрузкой стекшей мезги поочередно в течение 2 ч. Количество отходов гребней  $M$  обычно составляет 4% массы винограда. Объемная масса свежей мезги может быть принята  $1080 \text{ kg}/m^3$ .

В отечественном виноделии благодаря большой производительности, непрерывности действия, малым габаритным размерам и другим преимуществам – наибольшее распространение получили шнековые стекатели, принятые в качестве типовых. К ним относятся стекатели серии ВССШ (разных модификаций производительностью 10, 20, 30, 50 и 100 т/ч) и стекатель ВСН-20 (производительностью 20 т/ч).

Стекатели производительностью 10, 20 и 30 т/ч (рис. 1.9, а, б) устроены одинаково. Внутренние боковые стенки бункера 2, огражденные

кожухами, наклонные, перфорированные; передняя и задняя стенки вертикальные. Внутри бункера имеется дренажная перегородка (на рисунке не показана), увеличивающая площадь дренирующей поверхности и способствующая лучшему распределению массы мезги в бункере. В нижней части бункера находится патрубок для отбора сусли. В месте выхода мезги корпус 4 имеет форму конуса, что способствует легкому отжиму мезги.



**Рис. 1.9.** Принципиальные (а) и кинематические (б, в) схемы шнековых стекателей:

а – ВССШ-10, ВССШ-20Д, ВССШ-30Д (1 – рама; 2 – бункер; 3 – шнек; 4 – корпус; б – те же (1, 2 – шкивы; 3 – электродвигатель; 4 – редуктор; 5 – вал шнека); в – ВССШ-50, ВССШ-100 (обозначения те же)

Мезга из дробилки подается в первую по ходу движения секцию бункера и через пространство между поперечной перегородкой и шне-

ком 3 перемещается во вторую секцию, а оттуда – в цилиндрический корпус стекателя. За счет уменьшения поперечного сечения в конусной части корпуса осуществляется некоторый отжим мезги (давление до 0,16 МПа). Степень отжатия обуславливается величиной сужения конусной части барабана.

Стекатели производительностью 50 и 100 т/ч в принципе устроены так же. Они отличаются лишь наличием двух шнеков. Кинематическая схема стекателей показана на рис. 1.8, в (обозначения те же; цифры приводятся для стекателя ВССШ-50). Кроме того, в стекателе ВССШ-50 для дополнительного регулирования степени отжатия мезги на выходной части перфорированного корпуса установлена специальная крышка. При совмещении ребер крышки с ребрами лотка степень отжатия минимальная; при повороте крышки сопротивление, а следовательно, и степень сжатия увеличиваются. Подобным поворотом ребер крышки можно регулировать степень отжатия мезги в пределах до 10%.

Диаметры шнеков в стекателях ВССШ производительностью 10, 20 и 30 т/ч – 634 мм, а производительностью 50 и 100 т/ч – 697 и 797 мм, частоты вращения соответственно 1,3; 2,1; 4,0; 3,0 и 1,5/2,5 об/мин.

Длительность нахождения мезги в таких стекателях 8–16 мин

К двухшнековым (диаметр шнеков 536 мм) относится и стекатель ВСН-20 (автор В. А. Наумов), получивший большое распространение благодаря простоте и хорошим технологическим показателям. Этот стекатель отличается от стекателей ВССШ малыми размерами бункера 7. Перфорированные цилиндрические корпуса 3 стекателя ВСН-20 заканчиваются конусами для подпрессовки мезги или шарнирно установленными подпружиненными крышками – лепестками, образующими диафрагму 2 и имеющими то же назначение. Общий вид стекателя и его кинематическая схема показана на рис. 1.10, не требующем пояснения.

Зарубежные конструкции шнековых стекателей, например, фирмы «Diemme» (Италия) и др., в принципе построены по той же схеме, что и отечественные. Некоторый интерес представляют стекатели фирмы «Semagiotto» (Италия), в бункерах которых установлено несколько вертикальных шнеков, обеспечивающих легкий отжим мезги и равномерную подачу ее на три основных шнека.

Наиболее полно шнековые стекатели исследованы В. П. Тихоновым [36]. Результаты этих исследований положены в основу описанных выше конструкций стекателей ВССШ.

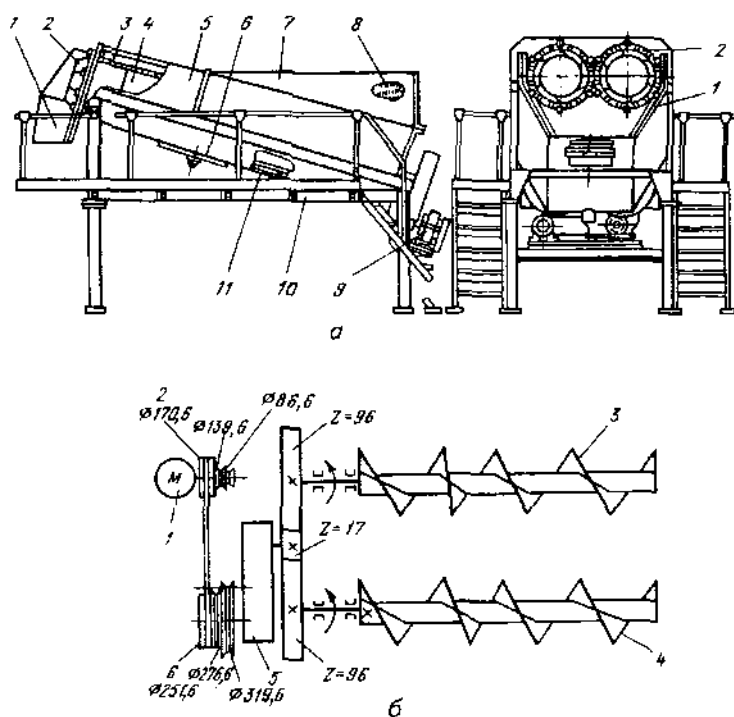


Рис. 1.10. Стекатель ВСН-20:

*а* - общий вид (1 - лоток для выгрузки мезги; 2 - коническая диафрагменная насадка; 3 - цилиндр; 4 - шнек; 5 - крышка; 6 - люк; 7 - бункер; 8 - дренажная сетка; 9 - редуктор; 10 - рама; 11 - поддон для сусла); *б* - кинематическая схема (1 - электродвигатель; 2, 6 - шкивы; 3, 4 - шнеки; 5 - редуктор)

Теоретический расчет производительности шнековых стекателей представляет определенные трудности ввиду отсутствия теоретических исследований. Можно исходить из пропускной способности перемещающего органа, но правильные результаты при этом могут быть получены лишь при введении условных коэффициентов, учитывающих постоянно уменьшающееся в связи с отбором сусла количество перемещаемой мезги.

Для расчета фактической производительности шнековых стекателей  $P_f$  на основании обработки экспериментальных данных В. П. Тихоновым предложена формула



$$P_0 = P_T K_V K_T K_{OB} K_d \varphi K_0 K_M. \quad (1.10)$$

где  $P_T$  – теоретическая производительность шнекового стекателя, которая может быть определена по формуле (1.1) при условии, что  $\rho$  – объемная масса мезги, кг/м<sup>3</sup>,  $c = 1/\cos \alpha$  (где  $\alpha$  – угол наклона шнека, град,  $\varphi = 1$ );  $K_V$  – коэффициент, учитывающий фактический выход сусла (при выходе 40–65 дал/т  $K_V = 1,05–0,86$ );  $K_T$  – коэффициент, учитывающий снижение производительности при переработке мезги с гребнями ( $K_T = 0,96–0,98$ );  $K_{OB}$  – коэффициент, учитывающий наличие в стекателе обтюлятора, препятствующего обратному току мезги (при номинальных выходах сусла  $K_{OB} = 1$ ; при выходах 55–70 дал/т  $K_{OB} = 1–1,27$ );  $K_d$  – коэффициент, учитывающий форму отверстий в цилиндре (при площади живого сечения не менее 10% и диаметре отверстий 0,6–2,5 мм  $K_d = 0,75–0,94$ ; при целевых отверстиях  $K_d = 1$ );  $\varphi$  – коэффициент, учитывающий величину обратного потока мезги вдоль винтового канала и через радиальный зазор между шнеком и цилиндром (при частоте вращения шнеков  $n = 1–10$  об/мин  $\varphi = 0,65–1$ ; в общем случае  $\varphi = n^{-0,151}$ );  $K_0$  – коэффициент, служащий для приведения производительности стекателя по мезге к производительности по винограду ( $K_0 = 1,75$ );  $K_M$  – коэффициент, характеризующий изменение производительности в зависимости от геометрических размеров конструкции (для реальных стекателей при диаметрах цилиндра до 800 мм  $K_M = 1$ ).

В. П. Тихоновым предложены методы расчета отдельных важных конструктивных элементов шнековых стекателей. Так, для запорного (выходного) устройства в виде конуса (рис. 1.11) рекомендуются следующие соотношения:

$$D_{\text{вых}} = \sqrt{k(D_{\text{вх}}^2 - d_B^2) + d_B^2}, \quad (1.11)$$

где  $D_{\text{вых}}$  – диаметр выходного отверстия перфорированного конуса;  $D_{\text{вх}}$  – то же, входного отверстия (этот диаметр равен диаметру цилиндрической части корпуса);  $d_B$  – диаметр шнекового вала;  $k$  – коэффициент, характеризующий уменьшение объема мезги в межвинтовом пространстве;

$$k = 1 - 0,5(n - 1)0,23$$

(здесь  $n$  – частота вращения шнека); значения  $k$  подсчитаны для случаев  $n = 1–10$  об/мин и максимального выхода сусла (55 дал/т);

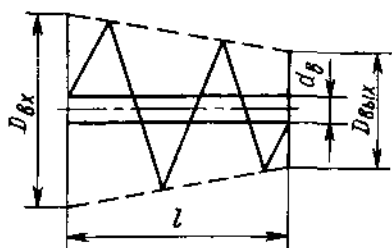


Рис. 1.11. Схема к расчету выходного устройства шнекового стекателя

$$l_{\text{мин}} = (0,75 + 0,8) D_{\text{вх}}, \quad (1.12)$$

где  $l$  – длина конуса.

Интересные результаты получены при изучении влияния обтормаживающих устройств на процесс получения сусла. Такого рода устройства в виде звездочек используются во многих конструкциях стекателей и шнековых прессов. Их назначение – уменьшать обратный поток мезги, снижающий производительность машин. Установлено, что при выходах сусла до 55 дал/т отсутствие обтормаживающего устройства не приводит к снижению производительности установки. При дальнейшем увеличении степени отжатия перерабатываемого продукта, например до выходов 70 дал/т, производительность снижается на 27%. Поэтому при разработке нового оборудования расчет рабочего органа следует проводить с учетом влияния этого фактора, причем с экономической точки зрения, так как одни факторы (увеличение производительности) играют положительную роль, а другие (повышение концентрации взвесей в сусле, увеличение металлоемкости) – отрицательную.

Другие типы стекателей (вибрационные, центробежные, вакуумные) не нашли практического применения в промышленности ввиду технологических и конструктивных недостатков (аэрация сусла, обогащение его взвесями и др.). Представляется, однако, что ряд видов обработки мезги в процессе отъема самотека (ультразвуком, ферментными препаратами) при надлежащем конструктивном оформлении могут лечь в основу создания новых типов стекателей.

**Экстракторы.** Они предназначены для одновременного экстрагирования и брожения мезги. Наиболее распространенным отечественным экстрактором является аппарат ВЭКД-5 (рис. 1.12, а, б). В аппарате происходит непрерывное брожение мезги с плавающей «шапкой». Исходная (свежая) мезга подается периодически.

Аппарат работает следующим образом. Свежая мезга загружается до уровня на 0,5 м ниже желоба разгрузочного шнека 2. Для ускорения брожения в аппарат дозируют дрожжевую разводку до 3% мезги. В процессе брожения сусло перемешивают 3–4 раза в сутки. Для этого сусло отбирается через перфорированные стенки 8, установленные в нижней части резервуара, и орошает поверхность «шапки» через пятирожковый разбрызгиватель 4. При остаточном содержании сахара в сусле до 5% производится выпуск бродящего сусла-самотека. Единовременный объем выпускаемой жидкости не должен превышать 50% ее общего объема в аппарате. В противном случае старая «шапка» опускается в зону перфорированных стенок, а свежая мезга при подаче ее в аппарат образует свищи и прорывается на поверхность старой, в результате чего аппарат выводится из непрерывного режима работы. Для восстановления рабочего режима аппарат необходимо, полностью разгрузить и повторно пустить в работу.

После выпуска сусла до нужного остаточного уровня в аппарат подают свежую мезгу. Она поднимает старую «шапку» в верхнюю часть

аппарата, где ее граблями 3 сваливают в разгрузочный желоб и выводят из аппарата, направляя на дожимочный пресс.

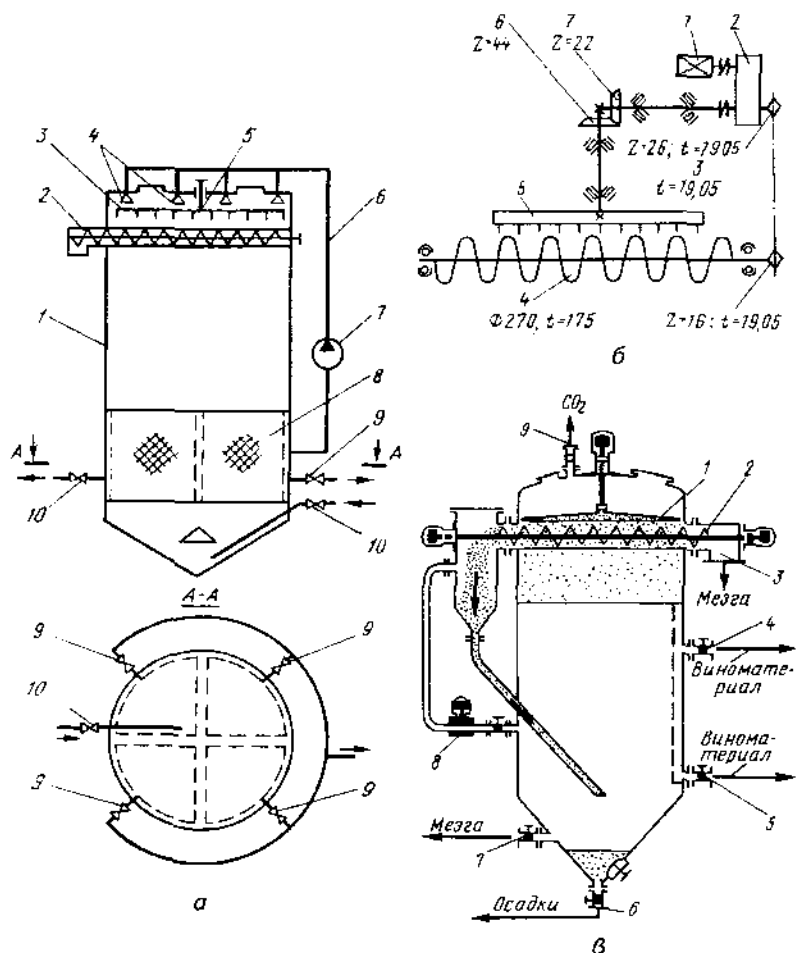


Рис. 1.12. Экстракторы ВЭКД (а, б) и фирмы «Radovan» (в):

а - принципиальная схема (1 - резервуар; 2 - шнек; 3 - грабли; 4 - разбрызгиватель; 5 - вал; 6 - труба; 7 - насос; 8 - стенки; 9, 10 - патрубки с кранами); б - кинематическая схема (1 - электродвигатель; 2 - редуктор; 3 - цепная передача; 4 - шнек; 5 - грабли; 6, 7 - шестерни); в - принципиальная схема (1 - грабли; 2 - шнек; 3, 6, 7 - патрубки; 4, 5 - патрубки с кранами; 8, 9 - вентили)

Производительность экстрактора – 5 т/ч; объем – 44,5 м<sup>3</sup>; длительность экстрагирования – 10 ч; диаметр – 5082 мм, высота – 8015 мм.

Опыт эксплуатации экстрактора ВЭКД-5 показал, однако, несовершенство механизма выгрузки «шапки» в описанном варианте. Более целесообразно перекачивать мезгу из экстрактора при помощи насоса, направляя ее в стекатель до прессования (или в необходимых случаях возвращая ее в экстрактор).

За рубежом выпускается большое количество конструкций экстракторов различных типов. Примером могут служить известные установки фирм «Ladousse» (Франция), «Padovan» и «Defranceshi» (Италия), «Stemashi» (Аргентина) и др.

В установке Padovan (рис. 1.12, в), принципиально похожей на экстрактор ВЭКД-5, процесс рециркуляции мезги осуществляется следующим образом: сформированная сверху «шапка» собирается граблями 1 и при помощи шнека 2 подается в устройство для рециркуляции, в которое одновременно поступает сусло из нижней части резервуара, создавая встречный поток. Затем обогащенная суслом мезга подается в нижнюю часть резервуара. Всего производится три рециркуляции по 1–1,5 ч каждая через 3, 7 и 13 ч после загрузки. Рециркуляция считается законченной, когда «шапка» полностью опустится в вино. Когда «шапка» поднимается вновь, можно начинать следующую рециркуляцию либо приступить к выгрузке мезги. Вместимость резервуара до 100 м<sup>3</sup>.

Шнек состоит из двух частей, одна из которых обеспечивает передвижение мезги при разгрузке «шапки», а вторая подает мезгу для рециркуляции. Сброженное сусло отводится через нижний кран 5 при периодическом сбраживании и через кран 4 – при непрерывном. Осадки удаляются через патрубок 6, мезга – через патрубок 7, а выделяющийся диоксид углерода – через вентиль 9 с предохранительным клапаном. В остальном принцип действия установки ясен из рисунка.

В настоящее время фирма «Diemme» (Италия) выпускает экстракторы-винификаторы более совершенных конструкций: вертикального типа (в которых бродящее сусло, отбираемое снизу, орошает «шапку» мезги) и горизонтального (которые представляют собой вращающиеся резервуары со спиральной лопастью внутри и коническим днищем: при вращении происходит перемешивание мезги и обогащение вина фенольными и красящими веществами: марка таких установок NS; их вместимость – в зависимости от типоразмера – от 10 до 70 м<sup>3</sup>).

#### 1.4. Прессы

Прессы предназначены для отделения сусла от мезги после отбора сусла первой фракции на стекателях; при этом норма выхода прессовых фракций сусла около 25 дал/т. В отдельных случаях прессуются целые грозди винограда. Некоторые схемы производства красных вин предусматривают подачу на прессование уже сброженной мезги после отделения от нее большей части полученного при брожении вина.

Во всех случаях в прессах происходит разрушение растительных клеток ягоды, истирание кожицы, а при неблагоприятных условиях – раздавливание и перетирание виноградных семян. Поэтому в прессовом сусле имеется определенное количество взвесей, дубильных и других веществ. Содержание их колеблется в зависимости от сорта и качества винограда, режима процессов дробления и прессования мезги, а также требований к качеству получаемого продукта (последнее зависит от типа вина, для которого продукт предназначен).

С точки зрения физической сущности процесс прессования характеризуется сближением частиц кожицы и семян под силовым воздействием. При этом на внешних и внутренних поверхностях частиц силовым молекулярным полем удерживается сок. В начале процесса отжим сока происходит по каналам между частицами, а с началом деформации самих частиц – по капиллярам внутри них. Таким образом, процесс прессования можно рассматривать как движение несжимаемой жидкости в деформируемой пористой среде. Характер движения – ламинарный, поэтому процесс может быть охарактеризован уравнением Пуазейля.

Эффективность прессования определяется не только величиной давления и продолжительностью процесса, но и свойствами мезги (реологическими характеристиками, вязкостью сока и др.). В связи с этим особое значение имеет способ подготовки сырья перед прессованием: биологическая инактивация клеток ягоды, плазмолиз, сульфитация мезги, термическая обработка, обработка ферментными препаратами и т. д.

Зависимость влажности выжимки от величины давления и продолжительности прессования показана на рис. 1.13, а. Как правило, она не должна превышать 55–56%, особенно после прессы непрерывного действия.

Л. Л. Гельгар исследовал влияние геометрических и динамических параметров процесса прессования виноградной мезги на его скорость и качество сусла. Эксперименты по определению оптимального размера

отверстий в дренирующих поверхностях прессов показали, что увеличение диаметра отверстий в прессовых корзинах или цилиндрах прессов в пределах 1–6 мм не приводит к увеличению скорости сокоотдачи. При диаметре отверстий более 3 мм независимо от величины удельных давлений прессования качество прессового сусла ухудшается вследствие *выдавливания в сусло виноградных семян. Оптимальное значение диаметра отверстий для перфорирования рабочего органа пресса 2 мм, что и принято для цилиндров современных шнековых прессов. Следует отметить, что во избежание запрессовывания этих отверстий лучшая форма их – коническая. Однако технологически проще выполнение их цилиндрическими ступенчатыми (у наружной поверхности цилиндра их диаметр 4 мм).*

Установлено, что изменение формы отверстий дренирующей поверхности рабочего органа пресса (форма отверстий круглая, квадратная, щелевидная) не оказывает влияния на скорость сокоотделения. Наименьший размер отверстий некруглой формы для перфорации рабочего органа не должен превышать 3 мм при оптимальном значении 1,5–2 мм. В прессах непрерывного действия, например в шнековых, могут быть использованы и зерные цилиндры (планки могут быть прямоугольного и даже треугольного сечения), что осуществлено в некоторых зарубежных прессах.

Изменение величины общего живого сечения отверстий дренирующей поверхности рабочего органа пресса (площадь отверстий на единицу площади дренирующего контура пресса) в пределах 5–17% (без учета фактора закупоривания отверстий мезгой) не приводит к увеличению скорости сокоотдачи.

При уменьшении живого сечения с 5 до 3% средняя скорость суслоотделения понижается на 3%, а продолжительность прессования увеличивается на 12–15%. Снижение средней скорости суслоотделения при живом сечении дренирующего контура равном 3% объясняется увеличением *длины пути выхода сусла главным образом в слое, непосредственно прилегающем к контуру и обладающем большим сопротивлением проходу жидкости. Рекомендуемая общая величина живого сечения 5–8%. Эта цифра дана с запасом, учитывающим частичное забивание отверстий во время прессования.*

Значительные трудности представляет решение вопроса о влиянии на процесс суслоотделения толщины слоя мезги. Среди исследователей по этому вопросу нет единого мнения.

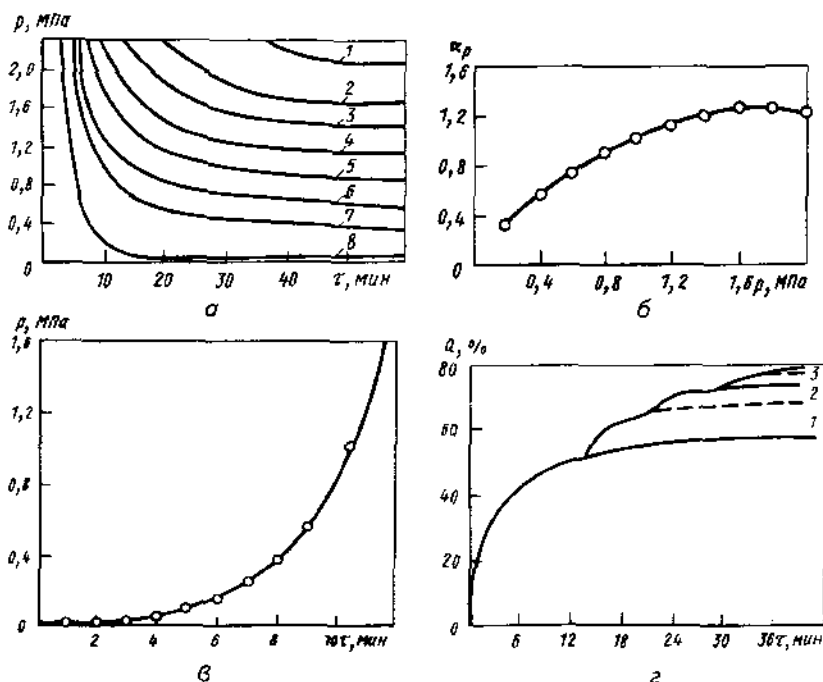


Рис. 1.13. Результаты экспериментальных исследований процесса прессования виноградной мезги:

а - влажность выжимки (1 - 48,5%; 2 - 49,5; 3 - 50,5; 4 - 51,5; 5 - 52,5; 6 - 53,5; 7 - 55,0; 8 - 59%) в зависимости от величины давления и продолжительности прессования; б - зависимость относительной скорости суслоотделения  $\alpha_r$  от удельных давлений при прессовании (средние данные); в - оптимальная скорость суслоотделения при  $h_{экв} = 5,3$  см; г - влияние числа перемешиваний мезги при прессовании на выход сусла  $Q$  (1 - без перемешивания; 2 - с двумя перемешиваниями; 3 - с четырьмя перемешиваниями; сорт винограда - Каберне; удельное давление прессования 0,5 МПа)

С целью достижения однозначности в определении этого параметра (а определение действительной толщины слоя не всегда возможно) представляется целесообразным использование введенного Л. Л. Гельгаром понятия эквивалентной толщины слоя  $h_{экв}$ , под которым понимается отношение объема мезги в рабочем органе пресса к площади дренающего контура, охватывающего этот объем. При

таким подходе многообразные конструкции прессов можно разделить на две группы: прессы, в которых  $h_{ЭКВ}$  уменьшается в процессе прессования (пневматические, ленточные, эксцентрикковые и др.), и прессы, в которых  $h_{ЭКВ}$  сохраняется постоянной или изменяется по заранее известному закону, определяемому геометрией рабочего органа (механические, шнековые и др.)<sup>1</sup>.

При резком уменьшении толщины слоя мезги (так называемом тонкослойном прессовании) увеличение скорости суслоотделения никак не компенсируется быстрым снижением нагрузки пресса, поэтому тонкослойное прессование целесообразно использовать лишь в пакпрессах (см. 1.5).

Определенная зависимость имеется между удельными давлениями прессования и скоростью суслоотделения. Это показано на рис. 1.13, б, где на оси ординат графика отложена относительная скорость суслоотделения по отношению к результатам, полученным при давлении 1,0 МПа. График построен по средним данным при прессовании ряда сортов винограда. Обработка результатов экспериментов позволила выявить функциональную связь

$$\alpha_p = 0,135590 + 1,21042p - 0,3338p^2,$$

где  $p$  – удельное давление прессования, МПа.

Существенное влияние на ход процесса прессования оказывает скорость изменения удельных давлений в начальный период. Для области докритических давлений можно принять зависимость, показанную на рис. 1.13, в. Оптимальное значение скорости суслоотделения может быть, например, получено при давлении 0,5 МПа при таком режиме, когда это давление достигается за 9 мин, а при давлении 1,0 МПа – за 10 мин.

Обработка результатов опытов позволила получить следующие зависимости:

$$\text{для интервала времени } 0 \leq \tau \leq 5 \text{ мин } p = 0,003125 \cdot \tau^2;$$

<sup>1</sup> Анализ экспериментальных данных показывает, что оптимальное значение  $h_{ЭКВ}$  для ленточных и тому подобных прессов составляет 13 см, для горизонтальных пневматических и шнековых 26 см. Для шнековых прессов производительностью 5 и 10 т/ч  $h_{ЭКВ}$  меньше: 7,9 и 9,8 см. Из этого следует, что увеличение диаметра цилиндров барабанных прессов до 140 см вместо 100 см привело бы к повышению технических показателей этого пресса. То же относится и к шнековым прессам, оптимальный диаметр шнека в которых составляет 140 см. Если же в конструкции пресса предусмотрено наличие перемешивающего органа, то величина  $h_{ЭКВ}$  может быть еще больше.



для интервала  $5 \leq \tau < 10,3$  мин  $p = 0,01121 \cdot 10^{0,1893\tau}$ .

Что касается предельных средних значений скорости повышения удельных давлений прессования для областей докритических давлений, то они не должны превышать 0,14 МПа/мин, при этом в первой (по времени) половине процесса средняя скорость роста удельных давлений не должна быть больше 0,026 МПа/мин.

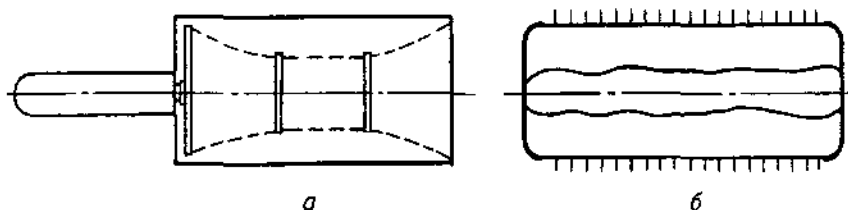
Режим прессования с пониженными против указанных темпами изменения удельных давлений характеризуется спокойным течением процесса, но приводит к снижению средней скорости суслоотделения. При средних темпах роста удельных давлений прессования, равных 0,25 МПа/мин, режим переходит в тяжелый и характеризуется сильными гидравлическими ударами в корзине пресса, специфическим звуком (треском) прессуемой мезги, сильным разбрызгиванием суслу. Качество прессового суслу при этом ухудшается вследствие большого количества в сусле взвесей и общих танидов. Прессование мезги при повышенных темпах роста давления (0,05–0,1 МПа/мин) увеличивает скорость выделения сока в начале процесса, но средняя скорость сокоотдачи за полный цикл прессования оказывается ниже.

Для интенсификации процесса прессования большое значение имеет также перемешивание мезги. На рис. 1.13, а показаны результаты исследования фактора перемешивания мезги (числа перемешиваний). Приведенный график характерен для различных сортов винограда и разных давлений. Однако, несмотря на значительное ускорение процесса при перемешивании мезги, с технологической точки зрения многократное перемешивание нецелесообразно, так как сопровождается увеличением содержания в прессовом сусле взвесей и дубильных веществ. Кроме того, многократное перемешивание мезги в прессе влечет за собой большие затраты труда и времени и значительное усложнение конструкции.

Разработанные для винодельческой промышленности прессы делятся на две группы: периодического и непрерывного действия. По способу создания давления прессы первой группы, в свою очередь, разделяются на механические, механические с гидродожатием, гидравлические, пневматические; прессы второй группы в основном механические. В прессах периодического действия в качестве приемника мезги и рабочего органа чаще всего используются соответственно корзины и поршни, а в некоторых конструкциях – ленты и баллоны. В прессах непрерывного действия рабочими органами служат шнеки, ленты, эксцентрики, валки и др.

**Прессы периодического действия.** Принципиальные схемы прессы периодического действия показаны на рис. 1.14.

В горизонтальном гидравлическом прессе (рис. 1.14, а) мезгу отжимает поршень, перемещающийся к торцевой стенке корзины. В пневматическом прессе (рис. 1.14, б) мезга отжимается раздувающимся баллоном, в который подается воздух. Обе приведенные схемы нашли конструктивное воплощение (см. ниже).



**Рис. 1.14.** Принципиальные схемы горизонтальных корзиночных прессы периодического действия:

*а – гидравлические бокового давления; б – пневматические*

Несмотря на общие недостатки, присущие всем прессам периодического действия (низкая производительность, большие затраты труда), эти прессы имеют и ряд преимуществ, а именно: обеспечение регулируемого «сходящего» режима прессования в зависимости от сорта винограда, степени его зрелости и т. п. факторов. Соблюдение режимов прессования с учетом этих факторов может осуществляться при помощи современных средств микропроцессорной техники.

Такие прессы обеспечивают не только получение сусла высокого качества, но и несколько больший выход его. Например, пневматические баллонные прессы обеспечивают наилучшее качество сусла (из всех известных конструкций прессы) благодаря осуществляемому в них радиальному давлению, способствующему растягиванию мезги (а не уплотнению ее) по внутренней поверхности корзины (барабана) (такие прессы были известны как Willmes-прессы, а в СССР они выпускались под маркой ГППД-1,7).

Все прессы периодического действия обеспечивают получение сусла нескольких давлений (за счет возврата рабочих органов в исходное положение).

Из современных конструкций прессы периодического действия наибольший интерес представляют поршневые корзиночные прессы

бокового давления. Примером может служить пресс НР, выпускаемой фирмой «Vucheg» (Швейцария). Общий вид пресса показан на рис. 1.15, а. Давление в этом прессе создается поршнем, перемещающимся в корзине 5 под действием штока 7 гидроцилиндра 8. В корзине расположены дренажные устройства 4, представляющие собой гибкие, выполненные из полимерных материалов трубки-желобки, покрытые фильтрующей тканью. Желобки крепятся к перемещающемуся поршню и неподвижному диску, расположенному в торце корзины. Мезга поступает в корзину через торцевой патрубок 2, а отпрессованное сусло по трубам 13 попадает в кольцевой канал 3, откуда выводится через патрубок 1.

Во время прессования в гидравлический цилиндр 8 масло нагнетается по трубопроводу 9 двухступенчатым насосом (со степенями низкого и высокого давления), что обеспечивает сначала большую, а потом меньшую скорость поршня при перемещении, а следовательно, и самого процесса прессования.

По окончании каждого прессования поршень отводится в исходное положение, при этом трубки-желобки распрямляются и разрыхляют мезгу. Каждая порция мезги отпрессовывается 3–4 раза (каждый раз поршень перемещается на большее расстояние навстречу неподвижному диску).

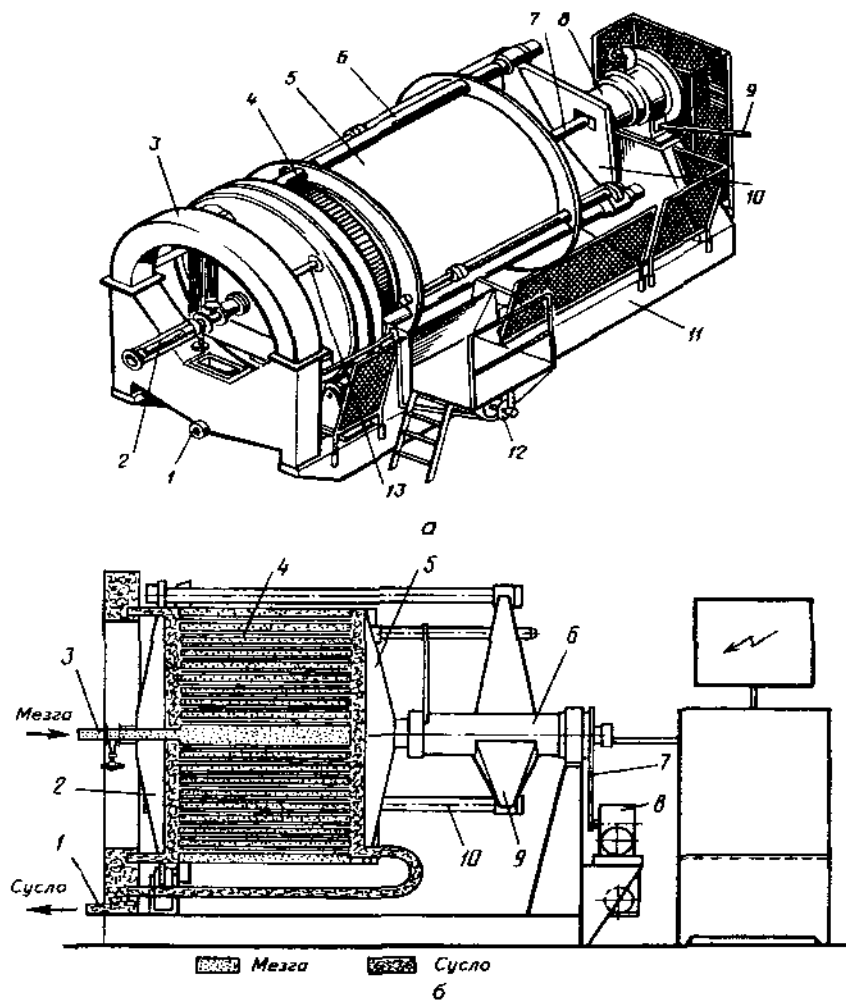
По окончании цикла прессования корзина 5 отодвигается от неподвижного диска и выжимка попадает в бункер, откуда отводится шнеком 12. Для полного удаления выжимки корзину приводят во вращательное движение от привода через раму 10 и стяжек 6.

Все механизмы пресса смонтированы на станине 11. Принципиальная технологическая схема пресса показана на рис. 1.15, б.

Пресс обеспечивает высокий выход сусла (до 82%).

Имеется довольно много конструктивных разновидностей прессов такого типа. В некоторых из них дренажные желобки расположены по окружности с внутренней стороны корзины (по образующей цилиндра), они неподвижны, а рыхление мезги производится тросами, натянутыми между поршнем и неподвижным диском.

Удачные современные пневматические прессы выпускает фирма «Diepme» (Италия). Эти прессы горизонтального типа, основной конструктивный элемент их – барабан из коррозионной стали. Давление на мезгу осуществляется горизонтальной расположенной внутри барабана плотной мембраной, делящей барабан на две секции. Нижняя загру-



**Рис. 1.15.** Пресс НР:

*а* – общий вид (1, 2 – патрубки; 3 – кольцевой канал; 4 – дренажные устройства; 5 – корзина; 6 – стяжка; 7 – шток; 8 – гидроцилиндр; 9 – трубопровод; 10 – рама; 11 – станина; 12 – шнек; 13 – труба); *б* – принципиальная технологическая схема (1, 3 – патрубки; 2 – неподвижный диск; 4 – дренажные устройства; 5 – поршень; 6 – гидроцилиндр; 7 – цепная передача; 8 – привод; 9 – рама; 10 – штанга)

жается мезгой, а в пространство над мембраной подается сжатый воздух. Сусло стекает через сливные патрубки в нижней части барабана. Управление процессом прессования осуществляется в автоматическом режиме. Некоторые разновидности прессов снабжены системой автоматизированной промывки барабана.

Длительность процесса прессования 1,5–2,0 ч, разгрузка длится 20–25 мин. Пресс обеспечивает выход сусла 1-й фракции (при работе пресса в качестве стекателя) 50–60% и суммарный выход 70–83%. Марки выпускаемых прессов AR, Millennium. Полная вместимость барабанов – в зависимости от типоразмера – от 5 до 43 м<sup>3</sup>.

Производительность  $\Pi$  (в кг/смену) горизонтальных прессов периодического действия рассчитывают в общем случае по формуле

$$\Pi = \frac{\pi D_k^2}{4} L \rho \varphi \frac{T}{k\tau}, \quad (1.13)$$

где  $D_k$  – внутренний диаметр корзины, м;  $L$  – длина корзины, м;  $\rho$  – объемная масса прессуемого продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $\varphi$  – коэффициент, учитывающий степень заполнения корзины (для винограда  $\varphi \approx 0,75$ , для мезги  $\varphi \approx 0,85$ );  $T$  – продолжительность смены, мин;  $k$  – коэффициент, учитывающий неизбежный простой пресса при его загрузке и разгрузке (для однокорзиночного пресса  $k=1$ );  $\tau$  – продолжительность одного цикла прессования, мин;  $\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3$ ,  $\tau_1$  – время, необходимое для наполнения корзины мезгой;  $\tau_2$  – время работы нажимного механизма;  $\tau_3$  – время разгрузки пресса.

Поскольку в пресс может подаваться и виноград в виде целых гроздей, и мезга как после предварительного отбора сусла на стекателях, так и без этого, т. е. содержащая сусло-самотек, фактическая производительность может несколько отличаться от результатов расчета по формуле (1.13). Так, если из-под пресса отбирается сусло-самотек, то пресс во время загрузки продолжает работать в качестве стекателя. И за счет отбора сусла коэффициент  $\varphi$  может принимать значение больше 1.

При расчете гидросистем гидравлических прессов давление в них определяют по создаваемому полезному усилию и с учетом потерь давления. Расход рабочей жидкости определяют исходя из конструктивных параметров системы и скорости рабочего органа пресса. В прессах периодического действия энергия расходуется на привод прессующей части и насоса (для гидравлических прессов). Методы расчета элементов таких прессов на прочность приведены в специальной литературе.

Анализируя состояние и тенденции развития прессов периодического действия, можно отметить возросший интерес к гидравлическим прессам бокового давления и перспективность их благодаря упомянутым преимуществам, особенно при производстве марочных виноматериалов. На винодельческих предприятиях такие прессы выгодно использовать для предварительного отжатия мезги; дожатие ее в таких случаях осуществляют на прессах непрерывного действия (чаще всего шнековых).

**Прессы непрерывного действия.** Применяемые в винодельческой промышленности прессы непрерывного действия более производительны, позволяют автоматизировать переработку винограда, хотя сусло, получаемое на большинстве типов этих прессов, более низкого качества. Самыми распространенными прессами этой группы являются шнековые. Конструктивно они могут быть выполнены по-разному в зависимости от количества шнеков и их расположения.

На подавляющем большинстве отечественных предприятий применяют двухшнековые прессы с последовательно расположенными шнеками серии ВПО производительностью 5, 10, 20, 30, 50 и 100 т/ч. Принципиально они устроены одинаково.

На рис. 1.16, а в качестве примера показан пресс ВПО-30А. Мезга из бункера 4 поступит на транспортирующий шнек 14. При этом часть сусла через сетку корпуса стекает в его нижнюю часть и отводится по патрубку. По мере продвижения мезги посредством транспортирующего шнека происходит отбор сусла второй фракции, стекающего через перфорированный цилиндр в поддон.

Транспортирующий и прессующий 7 шнеки вращаются в разные стороны, поэтому в месте перехода мезги с одного шнека на другой происходит рыхление мезги перед подачей в камеру прессования, где осуществляется отбор сусла третьей фракции, стекающего через перфорированную поверхность барабана 12 в камеру корпуса, откуда она отводится через патрубок в суслосборник третьей фракции.

Степень сжатия обуславливается величиной кольцевого зазора между конусом и торцом цилиндра. Величина этого зазора, а, следовательно, и степень влажности выжимок регулируются изменением давления в гидросистеме при помощи регулировочного винта. Давление в гидросистеме создается встроенным плунжерным насосом 10.

Вращение прессующему шнеку передается через клиноременную и зубчатую передачи, а транспортирующему шнеку – посредством цепной передачи (рис. 1.16, б).

Основными конструктивными элементами гидравлической системы являются гидроцилиндры двухстороннего действия и насосная установка (рис. 1.16, в). Давление в гидросистеме может достигать 12,5 МПа.

На рис. 1.16, г показан маслонасос. Плунжер 2 насоса приводится в движение при помощи звездочки, закрепленной на валу пресса, через ролик 5. Насос имеет всасывающий 10 и нагнетательный 9 клапаны. Перед всасывающим клапаном установлен сетчатый фильтр. Насос имеет и редукционный клапан 8, при помощи которого за счет изменения степени сжатия пружины регулировочным винтом 7 изменяют давление в гидросистеме. На рис. 1.16, д показан общий вид блока управления, в который встроен маслонасос, золотниковое устройство, перемещаемое рукояткой 2, и редукционный клапан с регулировочным винтом 1 (поз. 7 на рис. 1.16, г).

Прессы производительностью 5 и 10 т/ч несколько различаются кинематикой (частота вращения обоих шнеков в них одинакова). Прессы производительностью 50 и 100 т/ч оснащены насосными устройствами с индивидуальными приводами, а в последнем прессе имеется специальное устройство для рыхления выжимок, смонтированное на конусе. В одной из разновидностей шнековых прессов – прессе ВПС-20 между шнеками в цилиндре находится так называемая разделительная камера, способствующая большему отбору суслу высокого качества и препятствующая возврату мезги.

Внутренние диаметры цилиндров прессов в зависимости от производительности – от 246 до 1100 мм (диаметр шнеков, как правило, на 3 мм меньше); частоты вращения шнеков в большинстве марок 7,5 (транспортирующие) и 3,5 (прессующие) об/мин; мощность привода от 10 до 48 кВт.

Ряд зарубежных фирм: «Colin», «Blachere» (Франция) и др. выпускают двухшнековые прессы, а также многошнековые прессы с двумя и более параллельными шнеками, заключенными в самостоятельные цилиндры с общим загрузочным бункером. Такие прессы выпускают фирмы «Sernagiotto», «Aguzzoli Guido» (Италия), «Valley Foundry» (США), «Blachere» (Франция) и др.

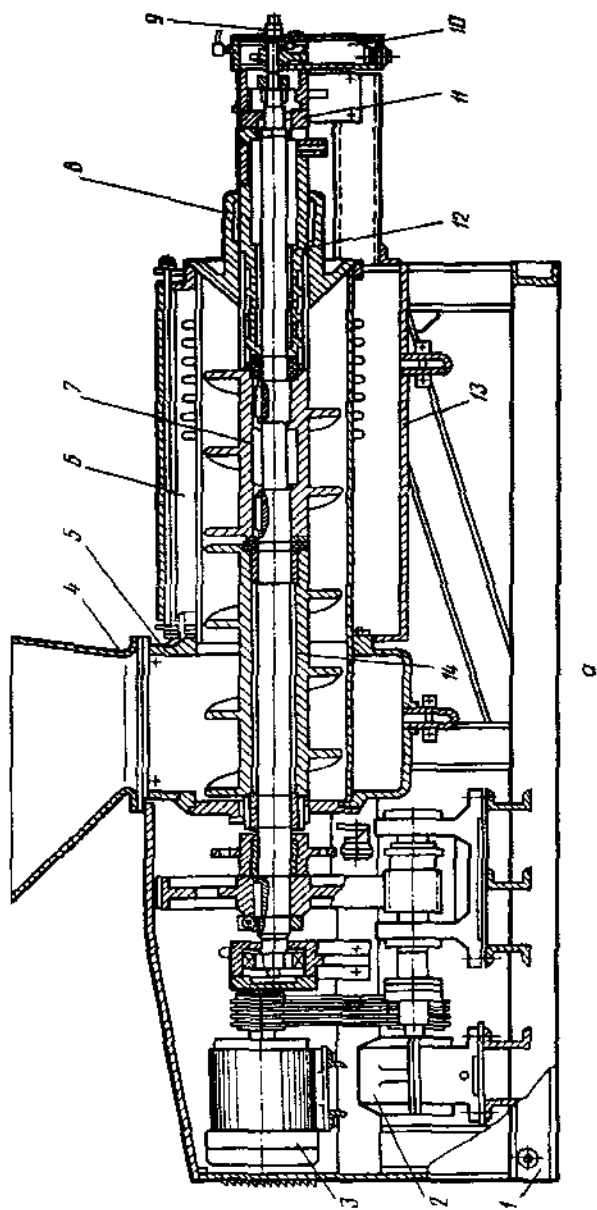


Рис. 1.16. Пресс ВПО-30А:

*а* – разрез общего вида (1 – рама; 2 – редуктор; 3 – электродвигатель; 4 – бункер; 5 – корпус; 6 – цилиндр; 7 – прессующий шнек; 8 – конус; 9 – блок управления; 10 – насос; 11 – отора; 12 – барабан; 13 – поддон; 14 – трансформирующий шнек)



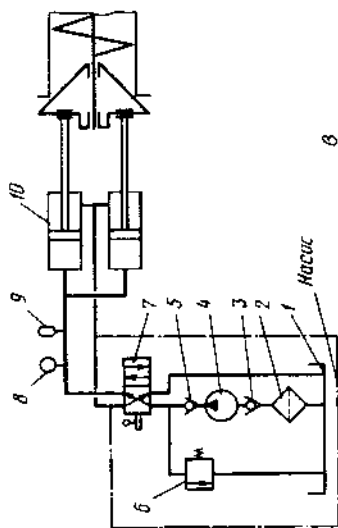
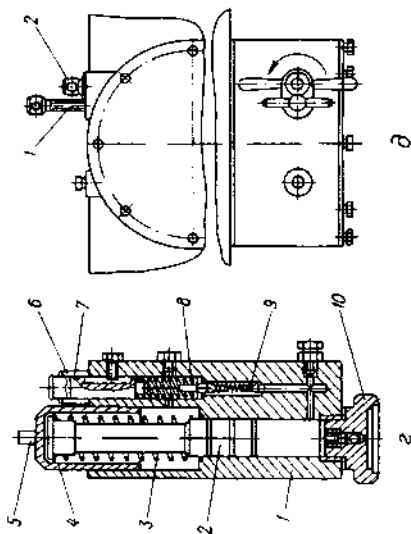
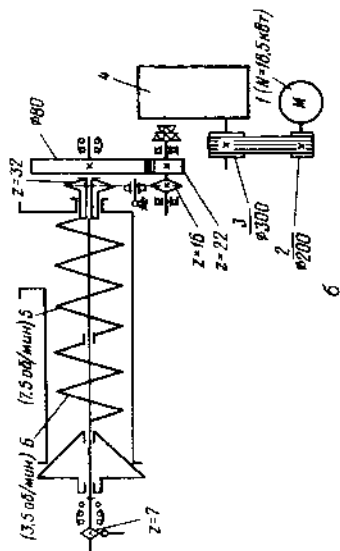


Рис. 1.16 (продолжение). Пресс ВПО-30А:

б — кинематическая схема (1 — шнеки; 2 — шнеки; 3 — редуктор; 4 — электродвигатель; 5, 6 — шкивы); в — гидравлическая схема (1 — бак; 2 — фильтр; 3, 5 — клапаны; 4 — муфта; 6 — распределитель; 7 — золотник; 8 — цилиндр; 9 — муфта; 10 — бак); г — насос (1 — корпус; 2 — поршень; 3 — пружина; 4 — стакан; 5 — ролик; 6 — гайка; 7 — регулировочный винт; 8, 9, 10 — клапаны); д — блок управления (1 — винт, 2 — рукоятка)

Наряду с многошнековыми прессами выпускаются и одношнековые (по типу прессов ВПД-7, изготовлявшихся в СССР ранее).

Интерес представляют и так называемые импульсные шнековые прессы, выпускаемые за рубежом в последнее время (Италия, Франция). Они работают по принципу поршневых, но рабочим органом в них является поступательно перемещающийся шнек, отжимающий мезгу. В обратном направлении шнек перемещается с одновременным вращением (как бы выворачиваясь из мезги). Затем цикл повторяется. Продолжительность рабочего хода – 20–30 с, обратного – 10–15 с. Такие конструкция и режим прессования обеспечивают получение сусла высокого качества.

Конструктивно импульсные прессы (одношнековые) могут быть выполнены по-разному: с гидравлическим механизмом, обеспечивающим поступательное перемещение шнека, и с отделяющей частью шнека. Последний вариант приведен на рис. 1.17.

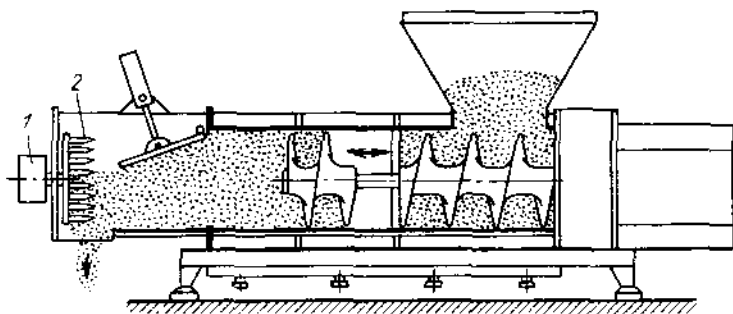


Рис. 1.17. Импульсный пресс (схема):

1 - привод; 2 - разрыхлитель выжимки

В двухшнековых прессах с последовательно расположенными шнеками вместо поступательного перемещения шнеков тот же эффект может быть достигнут периодическим продольным перемещением запорного конуса.

Наиболее полно исследования процесса прессования в шнековых устройствах были проведены Л. Л. Гельгаром [4]. Установлено, что эффективность работы шнековых прессов зависит от геометрии рабочих органов, режимов работы прессы, физико-механических свойств прессуемого продукта и других факторов.

При увеличении частоты вращения шнеков сусло обогащается взвесями и танидами.

Динамика выхода сусла вдоль оси шнеков (в процентах от общего выхода, равного 75 дал/т) в одно- и двухшнековых прессах показывает, что в одношнековых прессах перераспределение общего выхода происходит в пользу последних прессующих витков шнека, чем в значительной мере объясняется ухудшение его качественных показателей по сравнению с суслим, полученным на двухшнековых прессах.

То же (увеличение выхода сусла на последних витках шнека одношнекового пресса или на прессующем шнеке в двухшнековом прессе) происходит также при увеличении угловой скорости вращения шнеков. Установлено, что процесс интенсивного прессования в одношнековых прессах наступает сразу же после перехода мезги за обтюратор, а в двухшнековых прессах – в момент перехода мезги с транспортирующего на прессующий шнек. Отделение сусла практически прекращается в начале камеры давления, и ее роль в шнековых прессах состоит главным образом в создании условий, при которых на последнем витке прессующего шнека достигаются необходимые удельные давления прессования. Длина камеры давления пресса играет роль фактора, стабилизирующего рабочий режим пресса.

Между шнеком и цилиндром пресса имеется некоторый зазор, который способствует возникновению обратного потока мезги. Отсюда – жесткие требования, предъявляемые нормативными документами к точности обработки рабочих органов шнековых прессов (зазор между цилиндром и шнеком должен быть не более 1,5 мм).

Весьма важным показателем работы прессов является коэффициент подачи – отношение фактической производительности пресса к теоретической. Увеличение этого параметра может быть достигнуто введением определенного соотношения между частотами вращения транспортирующего и прессующего шнеков ( $i = n_T/n_P$ ).

Опыты показывают также определенную зависимость качественных показателей сусла от соотношения  $i$ . Так, содержание танидов в сусле резко уменьшается при увеличении  $i$ , а содержание взвесей практически не изменяется. Это также свидетельствует о положительном влиянии увеличения  $i$ . В современных конструкциях шнековых прессов значения параметра  $i$  колеблются в пределах от 1 до 3; чаще всего  $i = 1,8$ .

Важным элементом шнековых прессов является камера давления – часть рабочего объема цилиндра пресса, расположенная между плоскостью выходного отверстия и вертикальной плоскостью, ограничиваю-

щей открытую лопасть прессующего шнека. В камере давления двухшнековых прессов обычно устанавливают стакан с внутренним отводом в него сусла; в одношнековых прессах с консольной установкой шнека в цилиндре стакан, как правило, отсутствует.

От силовых и геометрических параметров камеры давления существенно зависят технические (производительность, выход сусла, энергоёмкость) и качественные (обогащение сусла дубильными веществами, степень мутности сусла) показатели работы пресса. Поэтому обоснованный выбор оптимальных силовых, а также геометрических параметров камеры давления имеет большое значение и при эксплуатации шнековых прессов и при проектировании новых моделей. Длина камеры с внутренним стаканом должна быть  $(0,7-0,8)D$  (где  $D$  – диаметр цилиндра), а без внутреннего стакана  $1,5D$ .

Качество получаемого сусла ухудшается вследствие одновременного действия ряда факторов: увеличения относительного проскальзывания шнеков в массе мезги при уменьшении производительности пресса; большего истирания мезги лопастями прессующего шнека за счет повышенных значений осевого давления в его витках, достигающих максимальных величин в зоне открытого витка шнека; увеличения продолжительности нахождения мезги в прессе, а следовательно, и продолжительности ее истирания.

Максимальную скорость запорного конуса гидрорегулятора при перемещении можно принимать в пределах  $0,15-0,20$  см/с. Этот показатель определяет выбор маслососа гидрорегулятора, давление в гидросистеме при указанных параметрах составляет  $1,5-2,0$  МПа.

На рис. 1.18 приведена эпюра радиальных давлений в цилиндре шнекового пресса (замеры производились на шнековом прессе производительностью  $5$  т/ч). Наглядно показано, как распределяется давление в прессе: максимальное давление – в сечении последнего витка шнека, а к месту выхода мезги оно резко падает из-за потерь на трение; расчет запорного устройства должен вестись с учетом именно этого фактора, а не максимального давления.

Следует еще отметить, что при конструировании шнека большое значение имеют углы наклона его витков. Для получения сусла высокого качества результирующее давление, создаваемое шнеком, не должно быть направлено перпендикулярно суслу, так как это неизбежно вызвало бы продавливание вместе с соком и части клетчатки.

Расчет производительности шнековых прессов, как и всех прессов непрерывного действия, имеет свои особенности, так как количество

материала, перемещаемого транспортирующим устройством (в данном случае шнеком), непрерывно уменьшается в связи с отбором сусла, а его физико-механические свойства изменяются, поэтому в общую формулу, по которой рассчитывают производительность устройств непрерывного действия, следует внести некоторые уточнения. Так, при расчете шнековых прессов следует учитывать противодействие со стороны конуса и другие факторы.

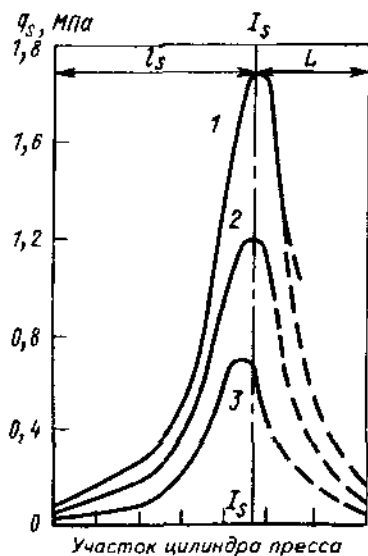


Рис. 1.18. Эпюра радиальных давлений в цилиндре шнекового пресса ВПНД-5:

1 — при  $n=2,5$  об/мин и  $q_0=0,147$  МПа;  
 2 — при  $n=2,5$  об/мин и  $q_0=0,0735$  МПа;  
 3 — при  $n=5$  об/мин и  $q_0=0,0459$  МПа  
 (сорт винограда Тербаш);  $I_s-I_s$  — сечение по последнему витку шнека;  $I_s$  — длина прессующего шнека;  $L$  — длина камеры давления

Общая формула для ориентировочного определения производительности  $\Pi$  (в кг/с) имеет вид

$$\Pi = FV_0\rho\varphi, \quad (1.14)$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения внутренней полости камеры прессования в месте расположения первого витка шнека, занятая продуктом,  $m^2$ ;  $V_0$  — скорость поступательного перемещения продукта вдоль шнека,  $m/s$ ;  $\rho$  — объемная масса мезги или винограда,  $kg/m^3$ ;  $\varphi=0,25-0,8$  — суммарный коэффициент заполнения сечения шнека и всего пресса.

В этой формуле  $F=\pi(D^2-d^2)/4$  (где  $D$  — наружный диаметр шнека,  $m$ ;  $d$  — внутренний диаметр шнека или вала,  $m$ );  $V_0 = nS/60$  (где  $S$  — шаг первого витка шнека,  $m$ ;  $n$  — частота вращения шнека, об/мин); коэффи-

циент  $\phi$  зависит от величины противодействия  $q_0$ , создаваемого гидравлическим регулятором на выходе из пресса, которое может быть определено по формуле

$$q_0 = T / F, \quad (1.15)$$

где  $T$  – осевое усилие со стороны конуса на мезгу, МН;  $F$  – площадь поперечного сечения выжимки (мезги) в выходном отверстии,  $\text{м}^2$ ;  $F = 0,785(D^2 - d^2)$ .

Экспериментально получены следующие данные:

$q$ , МПа	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35
$\phi$	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3

Л. Л. Гельгар на основании проведенных исследований и обработки экспериментальных данных рекомендует уточненный вариант формулы для определения производительности шнековых прессов. Этот вариант учитывает все известные факторы процесса:

$$P = V_T \rho K_0 K_C n_{\Pi} \phi K_T K_P K_Q K_i K_d, \quad (1.16)$$

где  $V_T$  – теоретический объем мезги на длине одного шага в зоне подачи,  $\text{м}^3$  (определяется с учетом части объема, занимаемого самим витком и шнековым валом);  $\rho$  – объемная масса мезги в зоне подачи,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $K_0$  и  $K_C$  – коэффициенты, учитывающие действительную производительность пресса соответственно по винограду при номинальном выходе сусла 75 дал/т и по условному (расчетному) сорту винограда;  $n_{\Pi}$  – частота вращения прессующего шнека, об/с;  $\phi$  – коэффициент, учитывающий обратный поток мезги вдоль винтового канала и через радиальный зазор между шнеком и цилиндром пресса;  $K_T$  и  $K_P$  – коэффициенты, учитывающие тип пресса и режим работы пресса (предварительный отбор сусла из мезги перед ее поступлением в пресс);  $K_Q$ ,  $K_i$  и  $K_d$  – коэффициенты, учитывающие соответственно действительный выход сусла при прессовании, параметр  $i = n_T/n_{\Pi}$  и константу геометрического подобия.

Теоретический объем витка транспортирующего шнека

$$V_T = 0,785 (D^2 - d^2) (S - \delta),$$

где  $D$  – наружный диаметр шнека, м;  $d$  – диаметр вала шнека, м;  $S$  – шаг витка шнека, м;  $\delta$  – толщина витка в осевом сечении, м.

С учетом нормативных выходов сусла коэффициент  $K_0$  можно принять равным 1,65. Для определения  $K_C$  для различных сортов винограда в принципе необходимо проведение опытов и знание статистических данных об удельном весе каждого сорта в общем объеме промышленной переработки. Однако расчеты с достаточной точностью можно проводить по значению  $K_C$  условного сорта (0,87), определенному как среднеарифметическое значение  $K_C$  для исследованных сортов.

Частоту вращения шнеков и коэффициент  $\varphi$  определяют по технологическим показателям, имея в виду зависимости:

$$\alpha_B = 0,66 + 0,31n - 0,014n^2, \quad (1.17)$$

$$\alpha_T = 0,62 + 0,351n - 0,0166n^2 \quad (1.18)$$

где  $\alpha_B$  и  $\alpha_T$  – относительное содержание в сусле соответственно взвесей и таннидов (по отношению к результатам опытов, полученным при  $n=1,15$  об/мин).

$$\varphi = 0,917935 - 0,0401n, \quad (1.19)$$

где  $n$  – частота вращения шнека.

Коэффициенты  $K_T$  и  $K_p$  могут быть приняты следующими: для одношнекового пресса соответственно 1,00 и 1,30; для двухшнекового – 0,85 и 1,40.

Коэффициент  $K_Q$ , отражающий зависимость производительности пресса при отклонении выхода сусла от номинального значения (75 дал/т), учитывают в случае действительного отклонения ( $K_Q=1,2-1,4$  при выходе сусла 65 дал/т и  $K_Q=0,6-0,8$  при выходе сусла 85 дал/т).

Значение коэффициента  $K$ , математически можно определить по формуле  $K_i=0,5(1+\alpha_{QT}/\alpha_{QP})$ , где  $\alpha_{QT}$  и  $\alpha_{QP}$  – относительные производительности пресса, соответствующие частотам вращения шнекового вала  $n_T$  и  $n_P$ . Значение  $\alpha_{QT}$  определяют по формуле (1.20) при подстановке  $n_T$  вместо  $n$ , а  $\alpha_{QP}$  – по той же формуле при подстановке  $n_P$  вместо  $n$ .

$$\alpha_Q = 0,917935n - 0,0401n^2, \quad (1.20)$$

где  $\alpha_Q$  – относительная производительность пресса по отношению к результатам опытов, полученным при  $n=1,15$  об/мин;  $n$  – частота вращения шнека, об/мин.

Коэффициент  $K_d$  зависит от константы геометрического подобия и по своему физическому смыслу отражает изменение удельной скорости суслоотделения в зависимости от параметра  $h_{ЭКВ}$ . Коэффициент  $K_d$  можно определить по формуле  $K_d=1,053 \cdot 10^{-0,012h_{ЭКВ}}$ , которая после преобразований может принять вид  $K_d=1,053^{1-D/100}$ , где  $D$  – диаметр рабочего цилиндра (в мм), а отношение  $D/100$  определяет константу подобия.

Энергия, расходуемая при работе шнекового пресса, затрачивается на вращение шнеков, сжатие и раздавливание продукта, его перемещение и преодоление сил трения мезги о рабочие органы, причем последняя составляющая весьма велика и на нее расходуется большая часть энергии. Кроме того, при наличии гидрорегулятора энергия тратится и на привод гидронасоса.

В основе аналитического расчета потребной мощности лежит определение крутящего момента на валу пресса с последующим перерас-

четом на вал двигателя и нахождением мощности двигателя. Однако проведение такого расчета затрудняется ввиду отсутствия многих данных.

И. В. Крючковым и А. А. Дацко для определения полезной мощности на шнеке (без учета КПД редуктора и двигателя) рекомендуется эмпирическая формула:

$$N_{ш} = 0,816 \cdot 10^{-4} \omega q D^3, \quad (1.21)$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения шнека,  $c^{-1}$ ;  $q$  – давление на последнем витке шнека, Па;  $D$  – наружный диаметр шнека, м.

Для прессов с двумя последовательно расположенными шнеками по формуле (1.21) определяется суммарная мощность.

Расчет гидросистем шнековых прессов производится в принципе так же, как и гидравлических прессов. По величине давления на мезгу при выходе из цилиндра пресса  $q_0$  находят величину осевого усилия  $T$  [см. формулу (1.15)], воспринимаемого конусом гидрорегулятора, а затем рабочее давление масла в гидросистеме.

Мощность привода насосов гидросистем зависит от производительности, величины напора (развиваемого давления) и КПД насосов.

В основу других расчетов, выполняемых при проектировании прессов, могут быть положены данные исследований, приведенные выше.

Расчет основных элементов прессов, в том числе шнеков, цилиндров и элементов гидравлических механизмов, на прочность производится по общепринятым методикам.

Из непрерывнодействующих прессов других типов следует отметить ленточные. В них в качестве прессующих элементов используются две бесконечные ленты, расстояние между которыми регулируют в зависимости от качества обрабатываемого продукта и требуемой степени прессования. Прессование происходит в непрерывном потоке при постепенно увеличивающемся давлении.

Наибольший практический интерес представляет оригинальный ленточный пресс NOLM (рис. 1.19, а) фирмы «Sernagiotto» (Италия). Пресс имеет три зоны – стекания, прессования и отжатия. Такая конструкция позволяет получать 90% суслу в течение 2 мин. Давление на мезгу в зоне отжатия достигает 1.2 МПа, причем без перетираия мезги. Толщина слоя мезги в этой зоне – 3–5 см. Лента выполнена перфорированной из синтетического материала. Рабочие и конструктивные параметры пресса могут изменяться (скорости лент, угол между ними, давление и др.). Производительность пресса – 10–15 т/ч.



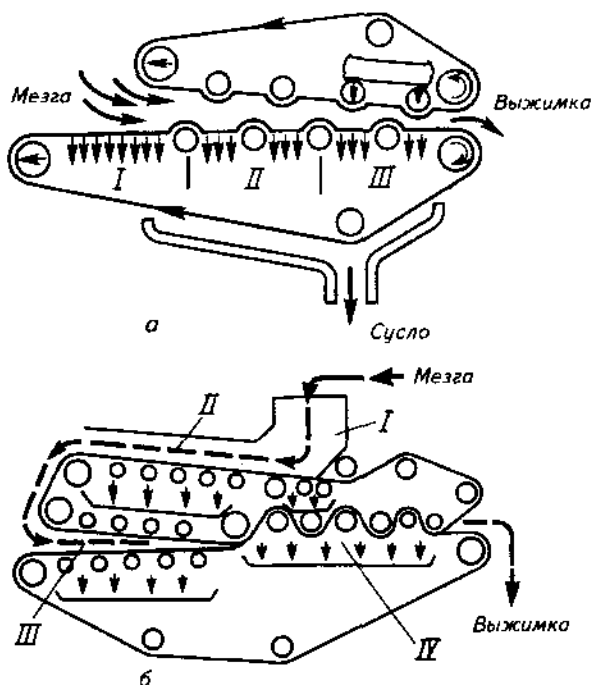


Рис. 1.19. Ленточные прессы NOLM (принципиальные схемы):  
I-IV – зоны

Другой вариант прессы NOLM (рис. 1.19, б) представляет собой сочетание прессы со стекателем и позволяет получать четыре фракции сусла. Зона I выполняет роль бункера-стекателя, зона II – самого стекателя. Здесь мезга не подвергается никакому силовому воздействию, поэтому получаемое сусло – это сусло-самотек. Отжатие мезги (с постепенно возрастающим давлением) начинается в зоне III. В зоне IV воздействие на мезгу осуществляется при ее прохождении между лентами и системой валков.

Затраты энергии в прессах такого типа невелики, даже меньше, чем в шнековых (примерно на 30%), а по сравнению с горизонтальными прессами периодического действия ленточные прессы выгоднее почти в 4 раза.

В СССР был также создан ленточный пресс марки КПЕ производительностью 5 т/ч. Он предназначен для прессования винограда целыми гроздьями.

Был также создан и щековый пресс ВПГ, представляющий собой шнековый бункер-питатель, оснащенный внутренними перфорированными стенками, перфорированным желобом с разгрузочным шнеком 4 и перфорированной подвижной щекой 2, установленной над шнеком параллельно его оси (см. схему на рис. 1.20). Виноград прессуется в результате колебательного движения щеки. Высвободившееся сусло отделяется через отверстия в стенках и желобе бункера и отводится в суслоборник. Размятые грозди из щекового пресса поступают в шнековый пресс для окончательного отжима сусла.

Применение современных высокопроизводительных прессов, в частности щековых, приводит к необходимости разработки и применения дополнительного оборудования для грубого осветления сусла перед брожением.

В качестве фильтров грубой очистки могут быть использованы перфорированные регенерирующиеся поверхности (см. главу 5).

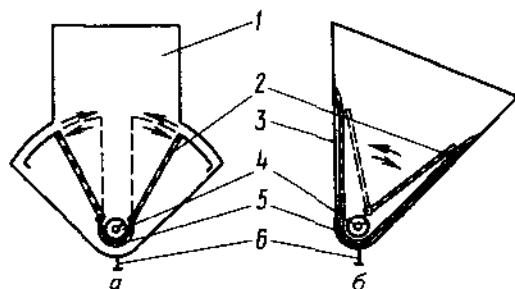


Рис. 1.20. Щековый пресс:

*а и б – варианты устройства подвижной щеки и дренажной поверхности: 1 – приемный бункер для винограда, 2 – перфорированная подвижная щека; 3 – перфорированная стенка; 4 – разгрузочный шнек; 5 – перфорированный желоб; 6 – патрубок для вывода сусла-самотека*

## 1.5. Специальное оборудование для переработки плодово-ягодного сырья

**Моечные машины и инспекционные устройства.** Из всего разнообразия моечных машин для мойки плодов при производстве соков получили распространение вентиляторные моечные машины, представляющие собой роликовые конвейеры, частично погруженные в ванну

(отмочная часть) и частично омываемые струями воды. На заводах находят применение машины КУМ, КУВ и их модификации; производительность их – 3–10 т/ч. Эти машины представляют собой разновидности унифицированных моечных машин (рис. 1.21).

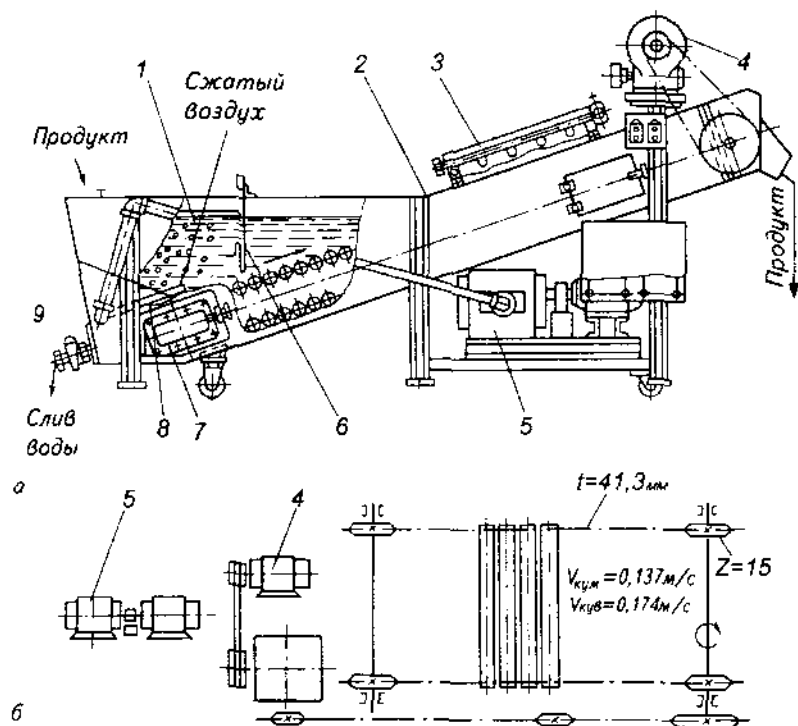


Рис. 1.21. Унифицированная моечная машина:

*а* - общий вид (разрез); *б* - кинематическая схема (1 - ванна, 2 - конвейер; 3 - душевое устройство; 4 - электродвигатель; 5 - компрессор, 6 - заслонка, 7 - натяжное устройство; 8 - барботер)

Машины КУМ укомплектованы роликовым и пластинчатым конвейерами; в КУВ-1 используется только роликовый, приводимый в движение по направляющим от электродвигателя через ременную передачу, редуктор и цепную передачу. Ванна установлена на стойках, связанных между собой рамой, на которой монтируется воздушный компрессор с отдель-

ным электродвигателем. Над ванной смонтировано душевое устройство, вода к которому подводится через специальный вентиль.

Для интенсификации процесса мойки в нижнюю часть ванны компрессором по трубопроводу в барботер нагнетается воздух. Машина марки КУМ не снабжена компрессором и барботером. Вентилятор на  $1 \text{ м}^2$  зеркала воды должен подавать около  $1,5 \text{ м}^3/\text{мин}$  воздуха.

На рис. 1.21, б приведена кинематическая схема этой машины в варианте с использованием двух марок машин – КУМ и КУВ.

В настоящее время разработан ряд новых моечных машин серии КМБ производительностью 4–16 т/ч.

Производительность машин такого типа можно определить по общей формуле производительности транспортирующих устройств.

Инспекцию плодово-ягодного сырья чаще всего производят на инспекционных конвейерах, из которых наибольшее применение нашли ленточные и роликовые. Все они представляют собой конвейеры с горизонтальными (иногда и наклонными) участками, с боков оборудованные рабочими местами и устройствами для удаления отходов. Над наклонными участками, как правило, смонтированы оросительные (душевые) устройства. Подаваемое сырье, расположенное на конвейере в один слой, просматривается рабочими.

Производительность инспекционных конвейеров и эффективность инспекции сырья следует рассматривать с учетом возможности его осмотра. Практика показала, что лента должна быть заполнена сырьем в один слой и не более чем на 70–80%.

Серьезным технологическим недостатком ленточных конвейеров при применении их в качестве инспекционных является недоступность осмотра нижней части продукта, лежащей на ленте. Особенно это важно для крупных плодов.

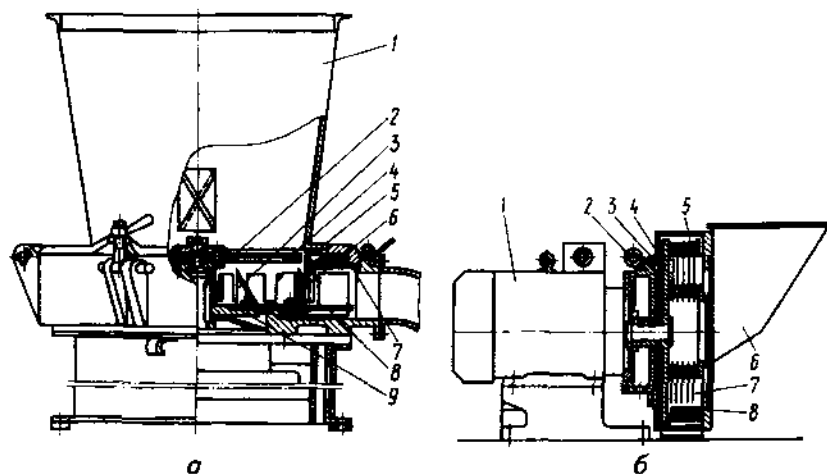
В этом отношении более целесообразно применение роликовых конвейеров, на которых плоды постоянно переворачиваются. К ним относятся конвейеры КТО и КТВ, которые в принципе одинаковы по устройству. Производительность их – соответственно 3 и 10 т/ч.

Инспекционные устройства рассчитываются по общей методике в зависимости от конструкции транспортирующего органа.

**Измельчающие машины.** Для измельчения плодово-ягодного сырья применяют различные типы дробильных машин: валковые, ударно-центробежные, дробилки-центрифуги, барабанные, ножевые, дисковые и др. Кроме того, в отдельных случаях используют разного рода противочные устройства, мельницы. В условиях винодельческих предприятий

наиболее распространены ножевая дисковая дробилка ВДР-5, валковая дробилка ВДВ-5, молотковые дробилки ВДМ-10 и ВДМ-20 (цифры соответствуют производительности дробилок в т/ч).

На рис. 1.22, *а* показана дробилка ВДР-5, работающая следующим образом. После включения электродвигателя и достижения им рабочей частоты вращения в бункер загружают плоды, которые попадают на верхний диск 2. Два ножа 4, закрепленные на верхнем диске, производят грубое измельчение. Далее предварительно измельченная масса попадает на нижний диск 8, который своими внутренними лопастями прижимает ее к подвижной деке и окончательно измельчает ножами 3, 4, 6 (мелкое измельчение). Частицы измельченной массы под действием центробежной силы и наружных лопастей выбрасываются через патрубок. Степень измельчения регулируется поворотом подвижной деки относительно неподвижной 7, в результате чего изменяется площадь щелей дек и, следовательно, степень измельчения. Семечковые плоды (например, яблоки) измельчают на кусочки размером до 6 мм, косточковые плоды и ягоды на кусочки размером около 10 мм.



**Рис. 1.22.** Дробилки (разрезы):

*а* - ВДР-5 (1 - бункер; 2, 8 - диски; 3, 4, 6 - ножи; 5, 7 - деки; 9 - ступица); *б* ВДМ-20 (1 - электродвигатель; 2 - камера; 3 - корпус; 4 - ротор; 5 - дека; 6 - бункер; 7 - молоток; 8 - отбойник)

В дробилке ВДМ (на рис. 1.22. б показана машина ВДМ-20) яблоки непрерывно поступают в центральную часть ротора 4 и под действием центробежных сил перемещаются к деке 5. При этом происходит измельчение сырья молотками 7. Образующиеся мелкие частицы плодов выбрасываются через отверстия деки и удаляются. Более крупные частицы снимаются с ее внутренней поверхности неподвижными пластинами отбойника 8 и отбрасываются в зону вращения молотка на дополнительное измельчение.

Практически обе описанные машины применяются для измельчения яблок, хотя по паспортным данным диапазон применения дробилки ВДР-5 шире: она может быть использована для измельчения груш, айвы и т. п.

Дробилка ВДВ-5 представляет собой обычную валковую дробилку, аналогичную используемым при переработке винограда (см. раздел 1.2).

Из зарубежных дробилок для плодов наиболее известны машины терочного типа фирмы «Vichet» (Швейцария).

**Стекатели и прессы.** Сок из дробленой массы плодов и ягод извлекают прессованием, центрифугированием, диффузией или другими методами. В настоящее время сок, особенно из яблок, чаще всего получают в две стадии: на стекателях и прессах, что позволяет увеличить общий выход сока. В качестве стекателей используют те же устройства, что и при переработке винограда (корзиночные, камерные и другие стекатели, см. раздел 1.3). Разработаны и шнековые стекатели: типовыми из них являются стекатели ВСП-10, применяются стекатели ВСП-5. Производительность их – соответственно 10 и 5 т/ч, выход сусла – 35–45 дал/т. Стекатель ВСП создан на базе стекателя ВСН-20, а стекатель ВСП-5 – на базе ВССШ (одношнековый).

Исследование стекателей для плодово-ягодной мезги производились И. В. Крючковым. Обработка экспериментальных данных позволила рекомендовать следующие приближенные зависимости для расчета двухшнековых стекателей с параллельно расположенными шнеками [20].

Производительность стекателей по мезге (в кг/с) можно определять по формуле

$$G = 25C_{\Pi} (D^2 - d^2) b \omega \frac{\rho_{\Pi}}{100 - A}, \quad (1.22)$$

где  $C_{\Pi}$  – коэффициент, учитывающий влияние вращения мезги и скорости сокоотдачи;  $D$  и  $d$  – наружный и внутренний диаметры шнеков, м;  $b = t - \delta$  – ширина шнекового канала в осевом сечении шнека, м;  $t$  и  $\delta$  – соответственно шаг и толщина шнека в том же сечении, м;  $\omega$  – угловая скорость шнеков,  $c^{-1}$ ;  $\rho_{\Pi}$  – начальная объемная масса мезги,  $кг\ м^{-3}$ ;  $A$  – выход сока на стекателе, %.

Для яблочной мезги можно принять  $\rho_H=1000 \text{ кг/м}^3$  и  $C_H=0,68$ . Мощность на валу двигателя стекателя (в кВт) можно рассчитать по эмпирической формуле

$$P = 25C_n (D^2 - d^2) b \omega \frac{\rho_H}{100 - A}, \quad (1.23)$$

где  $P$  – производительность стекателя, кг/с;  $l$  – длина перемещения мезги вдоль оси шнека, м;  $K$  – коэффициент сопротивления при движении мезги;  $H$  – высота подъема мезги в стекателе (наклонном), м;  $A$  – выход сока, %;  $\eta_0$  – общий коэффициент полезного действия ( $\eta_0 = \eta_n \eta_{ш}$ );  $\eta_n$  – коэффициент, учитывающий потери на трение в передачах;  $\eta_{ш}$  – то же в паре шнек-цилиндр.

При переработке плодов и ягод находят применение почти все описанные в разделе 1.4 типы прессов, хотя степень распространения отдельных видов – разная.

Так, широкое применение находят горизонтальные гидравлические прессы, аналогичные выпускаемым фирмой «Bucher» (Швейцария), пакпрессы, в которых отдельные слои мезги перекладываются кусками ткани (салфетками) и дренажными решетками, облегчающими стекание сока. Салфетки делают из бельгинга – прочной хлопчатобумажной ткани. В последнее время начали применять салфетки из грубой капроновой (капрон 300) или другой синтетической ткани. Такие салфетки прочны, легко очищаются от остатков мезги, не портятся и не плесневеют.

Толщина пакета зависит от вида сырья и степени его зрелости. При прессовании яблок толщина пакета обычно составляет 60–80 мм. В одну загрузку укладывают 7–14 пакетов, количество мезги в пакетах одной загрузки составляет примерно 600–700 кг. Время прессования яблок – 20–30 мин.

Для повышения производительности и смягчения периодичности в их работе пакпрессы делают с двумя или тремя платформами. На заводах, где перерабатывают плодово-ягодное сырье, используют морально устаревшие двухплатформенные пакпрессы 2П-41, имеются также трехплатформенные прессы РОК-200с [9].

В настоящее время, однако, для указанных целей наиболее распространены шнековые прессы. Они в принципе аналогичны прессам, используемым при переработке винограда (см. раздел 1.4). Основные марки применяемых прессов – ВПШ-5, ВДЯ-10 (цифры – производительность прессов в т/ч). Пресс ВПШ-5 обеспечивает общий выход сока 68–71 дал/т при одностадийном извлечении и 71–73 дал/т – при двухстадийном-извлечении.

Для расчета производительности шнековых прессов для яблок может быть использована методика, предложенная И. В. Крючковым и В. Г. Короховым на основании проведенных ими исследований [19, 20].

Весьма перспективны для плодово-ягодного виноделия ленточные прессы, в том числе и с использованием бесконечной фильтрующей ленты, что позволяет получать сок без взвесей (почти такого же качества, что и на пакпрессе).

## **1.6. Поточные линии переработки винограда и плодово-ягодного сырья**

Винодельческое оборудование должно размещаться в соответствии с технологической схемой производства. Правильное взаимное расположение машин и аппаратов создаст условия для механизации процесса, ликвидации ненужных транспортных операций, нормальной эксплуатации оборудования.

В состав поточных линий переработки винограда входят бункера-питатели, дробилки-гребнеотделители, стекатели, прессы, насосные установки, сульфитолодозировочные установки, система автоматизации, отдельные виды подъемно-транспортного оборудования.

В соответствии с принятым параметрическим рядом разработаны поточные линии производительностью 10, 20, 30, 50 и 100 т/ч (по винограду). Наиболее известны из них линии ВПЛ-10К, ВПЛ-20К, ВПЛ-30К, ВПЛ-20МЗ, ВПЛ-30ЕЗ, ВПЛ-50, ВПЛ-100, ВЛКС-10А, ВПЛК-10. Первые три предназначены для переработки винограда на высококачественные белые столовые и шампанские виномаериалы, а последние две – для получения красных и белых виномаериалов с использованием экстракции и настаивания. Остальные линии используют для получения белых ординарных виномаериалов. В отличие от первых трех линий, в которых используются валковые дробилки-гребнеотделители, остальные комплектуются ударно-центробежными машинами. В приведенный перечень не входят другие линии для производства красных виномаериалов (с брожением на мезге, нагреванием) – такие линии комплектуются из оборудования для переработки винограда и соответствующей аппаратуры (см. главы 3 и 6), – а также линии специального назначения, например для переработки винограда с использованием настаивания (ВПЛК-10), переработки на коньячный спирт (В-КС-100), роторно-карусельного типа (ВП1-К) или с щековым прессом (ВПГ-30) и др. На рис. 1.23 для примера показана компоновка поточных линий ВПЛ-20МЗ и ВПЛ-50.



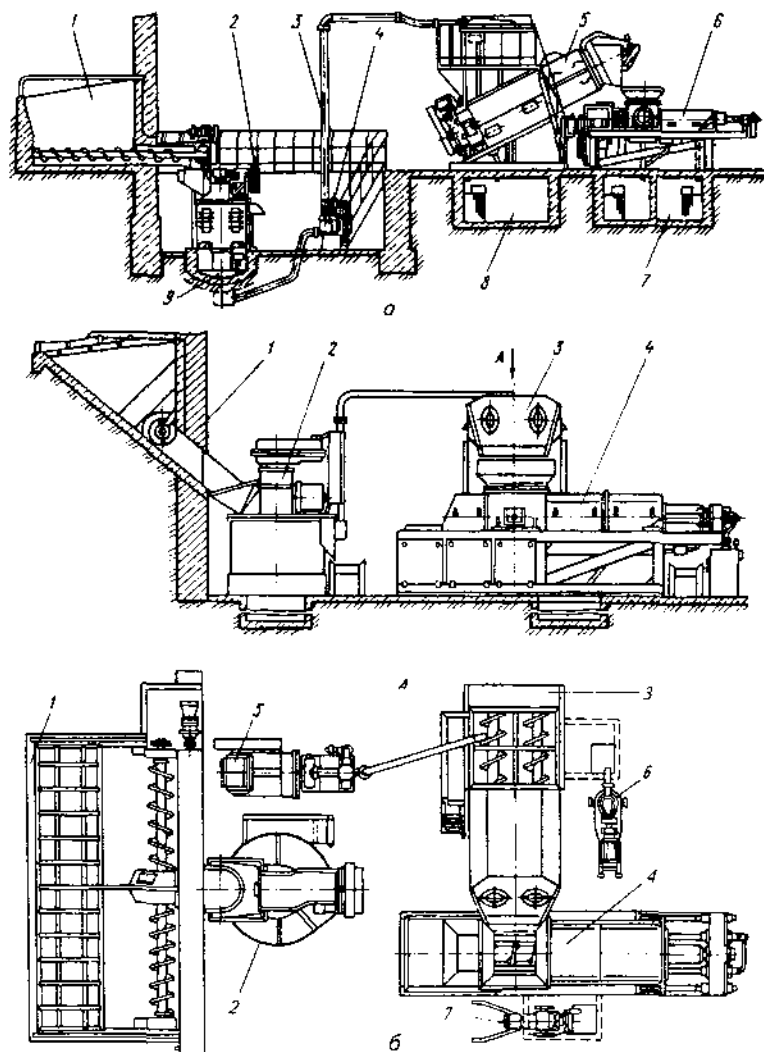


Рис. 1.23. Поточные линии переработки винограда (компоновочные решения):

а ВПЛ-20МЗ (1 - бункер-питатель; 2 - дробилка-гребнеотделитель; 3 - мезонасос; 4 - стекатель; 5 - пресс; 6, 7 - сулосборники, 8 - мезосборники; насосы для сула не показаны); б - ВПЛ-50 (1 - бункер-питатель; 2 - дробилка-гребнеотделитель; 3 - стекатель; 4 - пресс; 5 - мезонасос, 6, 7 - насосы для сула)

Состав линий периодически изменяется в связи с заменой устаревшего оборудования более прогрессивным, а также внедрением новых технологических схем и приемов переработки винограда. Кроме того, с целью получения некоторых преимуществ, в том числе и технологического характера, и с учетом конкретных условий на ряде предприятий создаются новые линии или принимаются несколько отличные компоновочные решения. В принципе выбор дробильно-прессового оборудования определяется конкретными требованиями производства с учетом технологической характеристики оборудования.

Принцип автоматизации работы всех линий переработки винограда одинаков. Для этого разработана унифицированная система комплексной автоматизации, входящая в общую систему автоматизации технологических процессов на заводах первичного виноделия.

Управление работой оборудования производится по уровню винограда в приемном бункере, мезги – в мезгосборнике, а также в бункерах стекателя и пресса, сусла – в суслосборниках и отстойных резервуарах (осветлителях). Система автоматизации предусматривает также возможность управления линиями в ручном режиме при пуске, наладке и регулировке отдельных машин.

Состав поточных линий, выпускаемых за рубежом, в принципе тот же. Из них можно отметить линии для переработки винограда по-белому фирм «Diemme» (Италия) производительностью от 10 до 50 т/ч, «Sernagiotto» (Италия) – производительностью 10–100 т/ч, «Garolla» (Италия) – производительностью 20 и 30 т/ч и др. За рубежом имеются также линии, в которых дробление винограда, отделение гребней, получение суслу-самотека и прессование осуществляются в одном агрегате.

Хорошо зарекомендовали себя линии переработки винограда по-красному, выпускаемые фирмами «Sernagiotto» (Италия) и «Imesa» (Франция): первые – производительностью 6, 15 и 30 т/ч включают термовинификатор, вторые – специальный нагреватель мезги.

В последние годы с целью повышения качества белых столовых вин предложены новые линии четырех различных типов: без дробилок, без стекателей, без стекателей и дробилок, линии, укомплектованные камерными стекателями. Основными принципиально новыми технологическими решениями и видами оборудования в этих линиях соответственно являются: компоновка стекателя типа ВСН-20 непосредственно с бункером-питателем; применение агрегата стекателя-пресса; применение бункера-дробилки-стекателя; использование щекового пресса и ка-

мерных стекателей. Кроме того, в линиях первого типа могут использоваться валковые дробильные устройства (выполняющие функции мялок), устанавливаемые непосредственно в бункере стекателя.

Такие устройства рационально применять и при переработке винограда машинной уборки. Внедрение такого вида уборки винограда неминуемо влечет за собой необходимость частичного изменения всего технологического процесса транспортирования, приемки и переработки винограда, а также приготовления и обработки виноматериалов и вин.

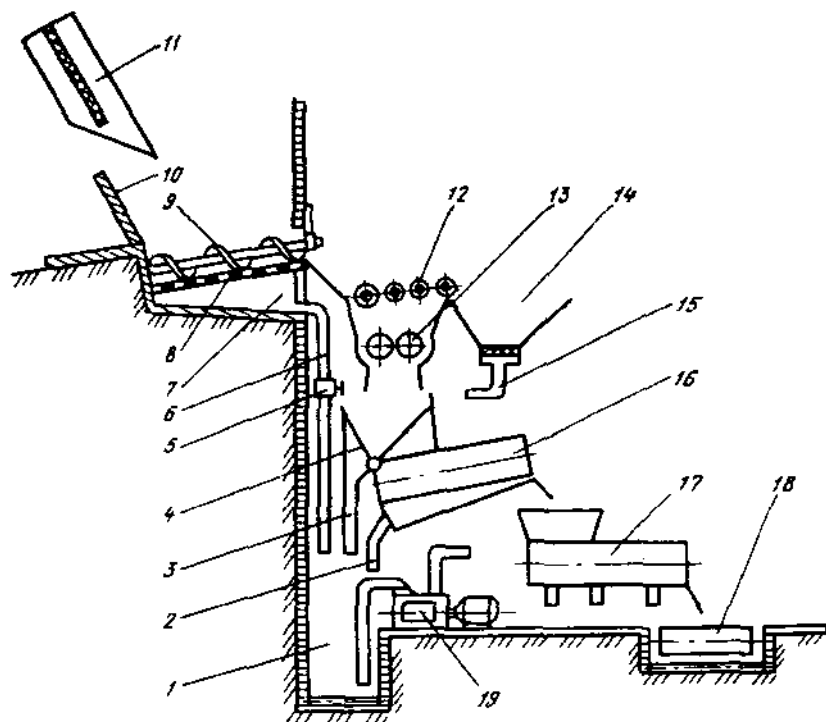
Определенные требования при этом предъявляются и к технологическому оборудованию. Прежде всего следует учесть, что при машинной уборке винограда он будет поступать на винзаводы одновременно в гораздо большем количестве, чем при ручном сборе. Это потребует установки более производительного оборудования, сокращения времени обслуживания и ремонта. При этом виноград будет интенсивно поступать круглосуточно, так как машины могут убирать урожай и в ночное время. Присутствие примесей (лосы, листьев) может привести к образованию «пробок» в технологической линии переработки. Этому будет способствовать и меньшее содержание жидкой фракции в мезге, так как часть сока предварительно отделяется от ягод.

В массе винограда машинной уборки имеется небольшое количество гребней и много дробленых ягод. Это потребует изменения режимов и даже конструкции дробильно-гребнеотделяющих машин. В отдельных случаях можно будет ограничиться только удалением примесей, подавая всю массу винограда непосредственно в стекатель, а при очень малом количестве в массе винограда листьев и лосы (не более 1%) при производстве крепленых вин виноград можно подавать только на мялку, минуя процесс отделения гребней и примесей. Раздробленный виноград затем может направляться в емкости для настаивания, а после них – в стекатели и прессы.

Один из вариантов линии переработки винограда машинной уборки показан на рис. 1.24. Виноград из транспортного средства 11 подается в приемный бункер 10, под которым размещены суслосборник 7 и под выгрузочной частью – сепарирующее устройство 12 для отделения посторонних примесей. Очищенная масса винограда поступает в валковую дробилку 13, а примеси выносятся в специальный бункер 14.

Под дробилкой установлен стекатель 16, в приемном бункере которого закреплен перекидной клапан 4, позволяющий направлять мезгу как в

стекагель, так и мезгосборник 1, например, для ее настаивания. После стекагеля мезга направляется в пресс 17. Выжимки поступают на конвейер 18 и удаляются из цеха.



**Рис. 1.24.** Линия переработки винограда машинной уборки (принципиальная схема):

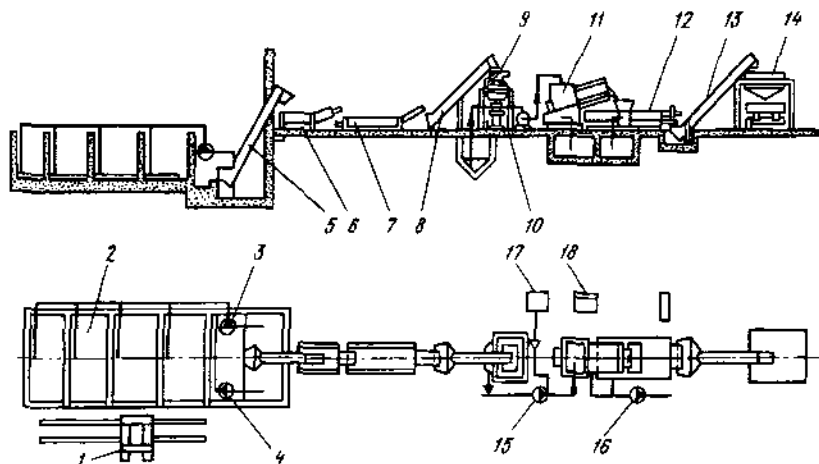
1 – мезгосборник; 2, 3, 6, 15 – трубопроводы; 4 – перекидной клапан (заслонка); 5 – регулятор потока; 7 – суслосборник; 8 – перфорированное днище бункера; 9 – шнек; 10 – бункер; 11 – транспортное средство; 12 – сепарирующее устройство; 13 – валковая дробилка; 14 – бункер для примесей; 16 – стекагель; 17 – пресс; 18 – конвейер для выжимки; 19 – насос

В перспективе возможно даже объединение в единый технологический цикл процессов уборки винограда и получения сула. Техническое решение этой идеи может быть воплощено в конструкции виноградо-уборочного комбайна (такой метод уборки урожая получил название

прямого комбайнирования). В этом случае, кроме операций по уборке винограда, производятся начальные операции по его переработке: дробление, гребнеотделение, отжим сула, накопление его в сборнике и разгрузка в транспортное средство (при уборке винограда красных сортов отжим мезги исключается). Предполагается при этом также отделение листьев воздушной сепарацией.

Фрукто-ягодное сырье тоже перерабатывается на поточных линиях, в состав которых входит комплекс основного технологического, вспомогательного и подъемно-транспортного оборудования.

В настоящее время используются линии переработки яблок ВПЯ-5 и ВПЯ-10 производительностью соответственно 5 и 10 т/ч. Особенность линий переработки яблок – в наличии гидравлических транспортеров для перемещения плодов из бункеров, куда они поступают из средств доставки. На рис. 1.25 показана компоновка линии ВПЯ-5. В линии ВПЯ-10 вместо порционных весов установлены платформенные весы, а вместо дисковой дробилки – молотковая ВДМ-10.



**Рис. 1.25.** Поточная линия переработки яблок ВПЯ-5  
(компоновочная схема):

1 – разгрузчик; 2 – бункер-питатель; 3 – электронасосный агрегат; 4, 7, 11 – конвейеры; 5 – моечная машина; 6 – инспекционный конвейер; 8 – порционные весы; 9 – стекатель; 10 – пресс; 12 – бункер; 13 – пульт управления; 14 – дисковая дробилка; 15, 16 – сульфитодозировочные установки

Расчет линий переработки сырья сводится прежде всего к определению количества отдельных видов оборудования. Этому всегда предшествуют определение количества перерабатываемого винограда и выбор схемы технологического процесса его переработки. После этого подсчитывают количество машин с учетом пиковой нагрузки.

Максимальная суточная производительность завода  $B_C$  (в т/сут):

$$B_C = B_0 / T, \quad (1.24)$$

где  $B_0$  – общее количество перерабатываемого сырья, т;  $T$  – длительность периода переработки, сут (по нормам при переработке винограда  $T=20$  сут).

Часовая пропускная способность завода первичного виноделия при переработке винограда

$$B_ч = B_C K / \tau, \quad (1.25)$$

где  $\tau$  – длительность приемки винограда в сутки (по нормам  $\tau=10$  ч);  $K$  – коэффициент неравномерности поступления винограда в течение дня (по нормам  $K=1,4$ ), т. е.  $B_ч = B_0 K / (T \tau)$ .

Потребное количество того или иного оборудования

$$n = B_ч / P_ф \quad (1.26)$$

где  $P_ф$  – фактическая (с учетом коэффициента использования) часовая производительность единицы оборудования.

При расчете необходимо также учитывать нормативное соотношение винограда, перерабатываемого по белому и красному способам (0,7:0,3), а также различные конкретные условия производства (степень износа оборудования, его эксплуатационную надежность и т. д.), что, конечно, оказывает определенное влияние на производительность оборудования. Все это учитывается коэффициентом использования. В проектных расчетах он может быть принят равным 0,7, хотя возможны значительные отклонения от этого значения.

Производительность линий, как и входящих в них отдельных видов оборудования, чаще всего определяется по количеству переработанного сырья, однако в отдельных случаях важно знать количество промежуточного продукта (сусла, мезги, выжимок). Это необходимо, например, для расчета вспомогательного оборудования.

Ниже приводятся средние нормативные значения коэффициентов пересчета исходного сырья в соответствующий промежуточный продукт (на практике значения этих коэффициентов колеблются в широких пределах в зависимости от конкретных условий).

Продукт	Коэффициент
Мезга (95,4%)	0,954
Гребни (4%)	0,040
Потери при переработке винограда (0,6%)	0,006
Неосветленное сусло (81,20%)	0,812
В том числе	
сусло-самотек (I фракция) (54,2%)	0,542
сусло прессовое (II фракция) (16,2%)	0,162
сусло прессовое (III фракция) (10,8%)	0,108
Выжимки (отходы) (13,5%)	0,135
Потери при получении сусла (0,5%)	0,005
Осветленное сусло (76,7%)	0,767
В том числе	
сусло-самотек (I фракция) (51,2%)	0,512
сусло прессовое (II фракция) (15,3%)	0,153
сусло прессовое (III фракция) (10,2%)	0,102
Сульфитированные осадки (отходы) (4,5%)	0,045
В том числе при получении	
сусла-самотека (I фракция) (3,0%)	0,030
сусла прессового (II фракция) (0,9%)	0,090
сусла прессового (III фракция) (0,6%)	0,060

Расчет линий переработки плодово-ягодного сырья производят по аналогичной методике.

### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ВИНОДЕЛИЯ

К вторичным продуктам виноделия (они составляют до 20% количества перерабатываемого винограда) относятся продукты, которые остаются от винограда или плодово-ягодного сырья при переработке их на вино или безалкогольную продукцию (гребни, выжимки), образуются в процессе такой переработки (*осадки дрожжевые, клеевые, винного камня и др.*) или при получении из вина спирта, крепких напитков (барда). Из вторичного сырья получают следующие продукты: этиловый спирт, виннокислотную кислоту и ее соли, виноградное масло, энокрасители, корма для животных, удобрения. При более полном использовании вторичного сырья из него можно получить ферментные и витаминные препараты, танин, аминокислоты, кормовые дрожжи и другие продукты.

Исследования, выполненные в нашей стране и за рубежом, дали возможность разработать различные схемы комплексного использования вторичных продуктов виноделия [30, 32], однако в производственных условиях они реализованы лишь частично. Разработаны также и упрощенные схемы, частично воплощенные в линиях ВЛУ-6 производительностью 6 т/ч и ВПЭ производительностью 12 т/ч (по выжимкам).

На линии ВПЭ (см. рис. 2.2, 2.5) в процессе экстрагирования (контактирования выжимки с горячей водой) происходит переход сахара и *виннокислых соединений (ВКС) в промывную воду*. Обедненная выжимка после экстрагирования отжимается прессом и транспортируется на дальнейшую переработку. Отпрессованная жидкость перекачивается в экстрактор на повторное контактирование. Полученный диффузионный сок заданной концентрации по сахару и ВКС перекачивается в промежуточную емкость установки для получения суспензии тартрата кальция или в отделение сбразивания и перегонки сока. Барда после отгонки спирта возвращается в эту промежуточную емкость. Смешивание диффузионного сока или барды с суспензией реагентов производится в реакторе-смесителе, а получение суспензии тартрата кальция – в реакторах-кристаллизаторах установки.

Соотношение объемов диффузионного сока и суспензии реагентов регулируется по величине рН реактивной смеси.



Полученная суспензия тартрата кальция разделяется центрифугами на осадок и фугат. Осадок поступает в сушилку, а собранный фугат из приемника откачивается в бродильный цех или удаляется в канализацию. Высушенный осадок затаривается в мешки и транспортируется на склад готовой продукции.

К специфическому оборудованию линий переработки вторичных продуктов виноделия могут быть отнесены: экстракторы для выжимок; оборудование для получения спирта; оборудование для получения виннокислых соединений; оборудование для получения кормовой муки.

Ниже будут кратко рассмотрены некоторые виды перечисленного оборудования. Отдельные виды оборудования, используемого для переработки вторичных продуктов виноделия, в частности те, что применяются в основных процессах виноделия, освещены в разных главах книги. Теория соответствующих процессов и общие вопросы расчета оборудования приводятся в специальной литературе по процессам и аппаратам пищевых производств.

## 2.1. Экстракторы для выжимок

Экстракторы, применяемые для извлечения сахара и виннокислых соединений из виноградных выжимок, по конструктивному исполнению могут быть ленточными, барабанными, шнековыми, шнеково-лопастными и лопастными. Наиболее известны шнековые и шнеково-лопастные.

Экстрактор ВЭА (рис. 2.1) относится к шнековым и состоит из шести секций – концевой, четырех промежуточных и головной. Принцип действия экстрактора заключается в многоступенчатом противоточном промывании виноградных выжимок горячей водой или раствором. В процессе промывания выжимок шнек 14 перемещается по перфорированному желобу, расположенному над сборниками диффузионного сока. Ступенчатое промывание осуществляется путем рециркуляции сока при помощи насосов и оросителей, перекачивающих сок из сборников в желоб шнека, причем диффузионный сок отбирается из последующего сборника и через трехходовой кран насосом 5 подается в желоб над предыдущим сборником. Свежая вода или исходный раствор насосом 10 подаются в концевой сборник, а насыщенный диффузионный сок отбирается из головного.

Перетекание диффузионного сока из сборника в сборник достигается путем перепада уровней благодаря разной высоте перегородок между сборниками. Таким образом и обеспечивается противоточное многоступенчатое промывание.

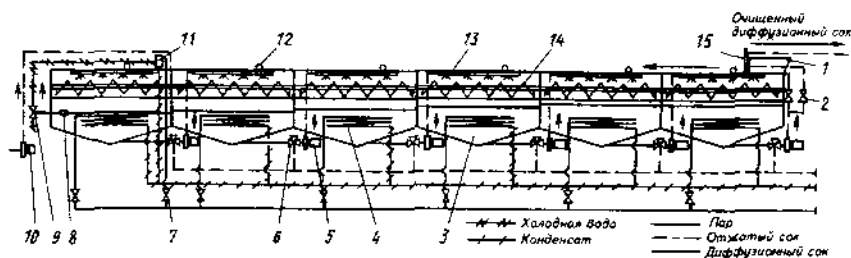


Рис. 2.1. Экстрактор ВЗА(технологическая схема) :

1 – бункер, 2 – вентиль; 3 – сборник сока; 4 – змеевик; 5, 10 – насосы, 6, 9 – краны, 7 – реле; 8 – стойка; 11 – нагреватель, 12 – термометр; 13 – ороситель, 14 – шнек, 15 – гидроциклон

Через смеситель, установленный на концевой секции экстрактора, все сборники сока заполняются водой. Путем пропускания пара через змеевики вода в сборниках сока нагревается до 65–85° С. После заполнения сборников водой прекращают ее подачу и выключают привод шнека. Одновременно с этим начинают подачу сладкой выжимки в бункер. По мере продвижения выжимки по желобу шнека поочередно включают рециркуляционные насосы. Подачу выжимок без добавления свежей воды производят до насыщения диффузионного сока в головном сборнике сока до максимально возможной концентрации сахара и виннокислых соединений. Когда концентрация сахара в диффузионном соке в головном сборнике достигает нужной величины, включают подачу свежей воды и насос отбора диффузионного сока.

Часть отбираемого диффузионного сока насос подает в гидроциклон, в котором отделяются примеси, а очищенный сок подается на дальнейшую обработку. Часть же сока возвращается в экстрактор на рециркуляцию.

Для введения экстрактора в рабочий режим поплавковым реле 7 и краном 9 регулируются количество и температура поступающей свежей воды, которая подогревается в нагревателе 11; термометром 12 контролируются температура диффузионного сока в сборниках, интенсивность рециркуляции и количество отбираемого насыщенного диффузионного сока.

Производительность экстрактора ВЗА – 6 т/ч (по выжимке), габаритные размеры 20700×2460×3070 мм, степень извлечения сахара 84%, виннокислых соединений 79,1%.

Шнеково-лопастные экстракторы отличаются от шнековых тем, что для более интенсивного рыхления выжимок транспортирующие шнеки снабжены лопастями. К шнеково-лопастным относится экстрактор ВПЭ/1 (рис. 2.2), входящий в установку ВПЭ. Сладкая виноградная выжимка подается в бункерную зону экстрактора 5. Лопастной шнек перемещает выжимку навстречу стекающему вниз горячему экстрагенту, поступающему в выгрузную зону экстрактора из пароводяного смесителя. В результате непрерывного смешивания и разделения фаз осуществляется противоточное контактирование выжимки и экстрагента. Выжимка по мере продвижения к выгрузной зоне обедняется сахарами и солями винной кислоты. Горячий экстрагент, стекающий вниз, обогащается извлекаемыми компонентами, содержание которых достигает максимума перед фильтрующей решеткой в торце бункерной зоны экстрактора. Готовый экстракт фильтруется через решетку, самотеком поступает в сборник 7, откуда центробежным насосом с автоматическим режимом управления направляется на сбраживание и отгонку этилового спирта. Сток экстракта регулируется задвижкой; фильтрующая решетка очищается специальными эластичными скребками, закрепленными на лопастях вала.

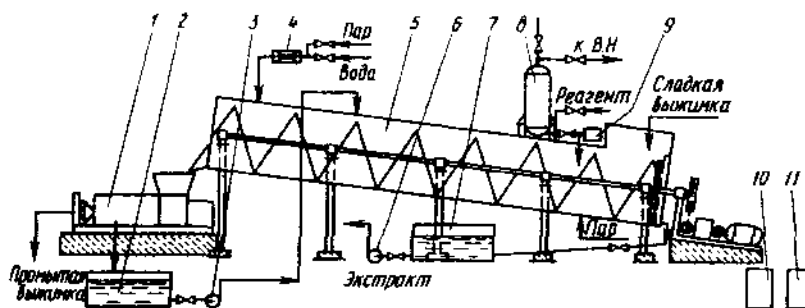


Рис. 2.2. Экстрактор ВПЭ/1 (принципиальная схема):

1 - пресс; 2, 7 - сборники; 3, 6 - насосы; 4 - смеситель; 5 - экстрактор; 8 - емкость для реагентов; 9 - пульт управления; 10 - шкаф электроаппаратуры; 11 - преобразователь тока

В выгрузочной зоне экстрактора (от места ввода горячего экстрагента до перегружного лотка) происходят слабое подпрессовывание выжимки (за счет сил сопротивления транспортированию) и предварительная осушка. Благодаря этому предотвращается значительный унос жид-

кости с выжимкой, направляемой на прессование. Промытая выжимка перегружается в модифицированный шнековый пресс 1, отжимается в нем до влажности исходной выжимки и передается на дальнейшую переработку.

Прессовая жидкость, представляющая собой экстракт с низким содержанием извлекаемых компонентов, стекает в сборник 2, откуда поршневым насосом с автоматическим режимом управления возвращается в головную часть экстрактора.

Для компенсации потерь теплоты и нагревания выжимки поступающей на переработку, в нижнюю часть корпуса бункерной зоны экстрактора подается острый пар. Умягчение воды, используемой в качестве экстрагента, производится раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  или концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  из емкости 8.

Производительность экстрактора ВПЭ/1 – 12 т/ч, габаритные размеры 26360×4520×6800 мм, степень извлечения сахара 83%, виннокислых соединений – 71%.

## 2.2. Оборудование для получения спирта

Спирт-сырец получают как перегонкой бражки, образовавшейся при сбраживании диффузионного сока из экстракторов, так и непосредственно из перебродивших выжимок.

В первом случае используется чаще всего установка с одноколонным брагоперегонным аппаратом непрерывного действия (имеются и двухколонные аппараты).

На рис. 2.3, а приведена схема одноколонного аппарата, в котором укрепляющая часть А находится непосредственно над истошающей частью Б, образуя одну колонну. Колонна является основным элементом брагоперегонного аппарата. Она состоит из отдельных царг с тарелками и снабжена люками для осмотра и очистки. В бражной колонне брагоперегонного аппарата производительностью до 3000 дал спирта-сырца в сутки устанавливают колпачковые тарелки одинарной (I) или двойной (II) выварки (рис. 2.3, б). В аппаратах большой производительности такие тарелки неэффективны, поэтому применяют ситчатые тарелки. В спиртовой колонне устанавливают ситчатые многоколпачковые тарелки или тарелки одинарной и двойной выварки.

Работа аппарата во многом зависит от правильной конструкции и установки тарелок. Тарелки колпачкового типа должны быть установлены строго горизонтально. Ситчатые тарелки обычно устанавливают также горизонтально. Однако высказывается мнение, что при больших

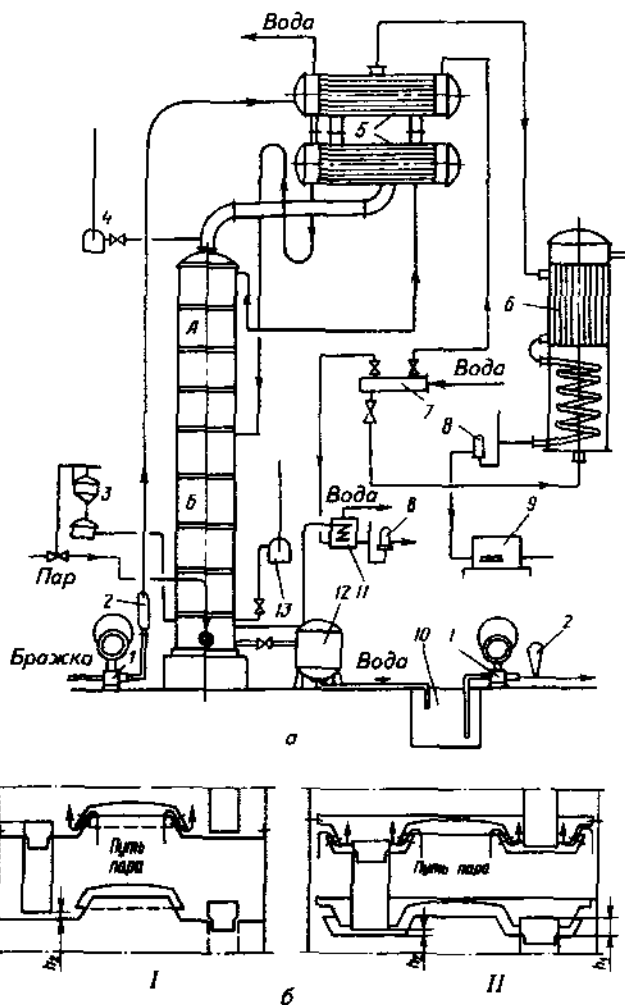


Рис. 2.3. Одноколонный брагоперегонный аппарат:

*a* – схема (1 – насос; 2 – воздушный колпак; 3 – паровой регулятор; 4 – вакуум-прерыватель; 5 – дефлегматор; 6 – холодильник; 7 – водяной коллектор; 8 – фонарь; 9 – контрольный снаряд; 10 – сборник барды; 11 – пробный холодильник, 12 – бардорегулятор; 13 – манометр); 6 – тарелки (I – одинарной выварки; II – двойной выварки)

диаметрах аппаратов (более 1,2 м) ситчатым тарелкам следует придавать уклон в сторону течения жидкого потока, чтобы создать равную высоту жидкости на всей тарелке. Устройство тарелок любого типа должно решить основную задачу: обеспечить на тарелках колонны достаточно хороший контакт пара и жидкости. Для решения этой задачи необходимо, чтобы пар направлялся из-под колпачков и воротников тарелки равномерно в текущую по тарелке жидкость. Ширина слоя этой жидкости и толщина его должны быть такими, чтобы струи пара пронизывали весь поток. Нормальное течение жидкости должно быть обеспечено правильно подобранными размерами сливных стаканов и правильной их установкой на тарелках.

Высота подъема сливных стаканов над тарелкой  $h_1$  определяет высоту слоя жидкости на тарелках, а расстояние между нижним краем стакана и нижележащей тарелкой  $h_2$  обеспечивает нормальный слив из стакана. Высота  $h_2$  выбирается в пределах 20–35 мм, а  $h_1$  – 50–60 мм, что обеспечивает на тарелке слой жидкости толщиной 50–60 мм.

Одноколонные брагоперегонные аппараты выпускаются четырех типоразмеров – 0; 1; 2 и 3, отличающихся диаметром колонны. Производительность их по спирту – соответственно 500, 800, 1200 и 1400 дал/сут.

Для получения этилового спирта на винозаводах имеются и установки периодического действия УПК-58-02, применяемые для проведения самостоятельных технологических операций: непрерывной перегонки бражки, в результате чего получается спирт крепостью 50–80% об., и периодической перегонки сброженных виноградных выжимок, в результате чего получается слабоградусный спирт крепостью 24% об.

Перегонная установка марки УПК-58-02 (рис. 2.4) состоит: из двух или трех перегонных кубов, снабженных водяными предохранителями давления; спиртовой колонны с пятнадцатью тарелками колпачкового типа одноразового кипячения, из которых девять тарелок служат для выварки бражки, а шесть верхних, снабженных водяным манометром в виде U-образной трубки и гидравлическим затвором для спуска лютерной воды (барды), – для укрепления спиртовых паров; горизонтального трубчатого дефлегматора с поверхностью охлаждения  $8 \text{ м}^2$ ; вертикального трубчатого конденсатора-холодильника с поверхностью охлаждения  $5 \text{ м}^2$ ; подогревателя бражки, по конструкции аналогичного конденсатору-холодильнику, и смотрового фонаря со стеклянным колпаком.

Бражка насосом подается в напорный сборник, из которого через поплавковый регулятор уровня, обеспечивающий поддержание постоян-

ства потока, и ротаметр, определяющий расход бражки, поступает в подогреватель, а затем направляется на 2-ю тарелку спиртовой колонны. Спускаясь по переливным стаканам с тарелки на тарелку вниз, бражка вываривается, а образующиеся при этом спиртовые пары укрепляются, поднимаясь по колонне, снизу вверх через шесть тарелок укрепляющей части колонны, и переходят в дефлегматор, где продолжают укрепляться. Образующийся при этом в дефлегматоре конденсат-флегма возвращается в колонну. Спускаясь по тарелкам вниз, флегма истощается и проходит в нижнюю часть колонны в виде лютерной воды (барды), откуда через гидравлический затвор отводится на дальнейшую утилизацию.

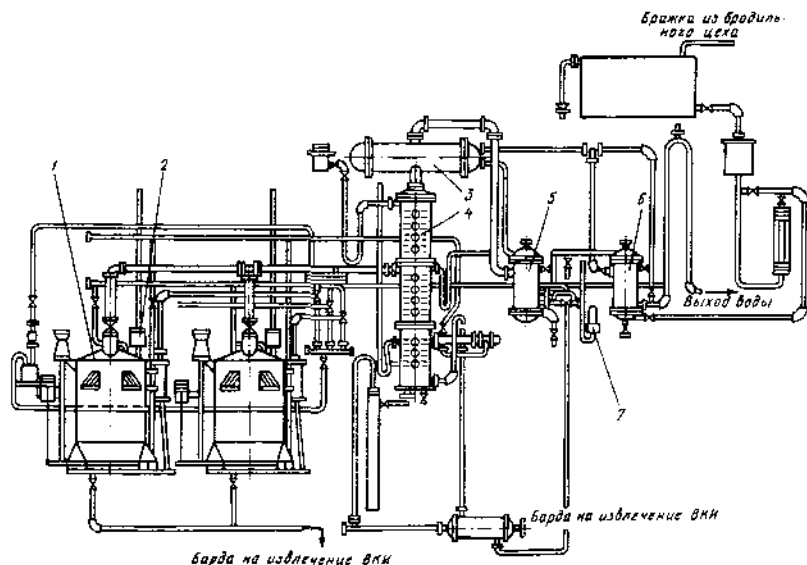


Рис. 2.4. Перегонная установка УПК-58-02 (общий вид):

1 – перегонный куб; 2 – предохранитель; 3 – дефлегматор; 4 – колонна; 5 – конденсатор-холодильник; 6 – подогреватель; 7 – смотровой фонарь

Несконденсировавшаяся в дефлегматоре часть спиртовых паров поступает в конденсатор-холодильник, где конденсируется и охлаждается. Полученный спирт через смотровой фонарь отводится в мерник для спирта. Для нейтрализации остатка кислот, увлекаемых в верхнюю часть колонны, с целью получения нейтрального спирта из бака на верхнюю тарелку колонны подается 10 %-ный раствор щелочи.

Источником теплоты для поддержания процесса перегонки служит поступающий в нижнюю часть спиртовой колонны водяной пар. Необходимое количество пара подается автоматически регулятором давления, который настраивается по водяному манометру. Рекомендуемая величина давления в колонне по манометру – 10 кПа.

В процессе перегонки бражки перегонные кубы не участвуют и должны быть отключены. Холодная вода, поступающая из магистрали в конденсатор-холодильник для охлаждения, используется с той же целью в дефлегматоре, а затем для подогрева бражки в подогревателе. Для использования теплоты лютерной воды можно установить дополнительный подогреватель.

Для перегонки сброженных виноградных выжимок служат перегонные кубы, в которых поочередно вываривают виноградные выжимки. Выжимки загружаются через люк в верхней части куба, а выгружаются через нижнее откидное днище. Управление днищем производится с верхней рабочей площадки. Загруженные в куб выжимки подогреваются паром, который подается в куб через коллектор. Ситчатое ложное дно предохраняет массу от подгорания, а коллектор – от забивания отверстий. Образующиеся в кубе водно-спиртовые пары отводятся в спиртовую колонну – в пространство над 9-й тарелкой. Процесс укрепления, дефлегмации и конденсации паров спирта аналогичен процессу перегонки бражки.

Перегонка заканчивается после того, как в фонаре появится вода, не содержащая спирта. Подогреватель и напорный бак в этом процессе не участвуют.

Производительность установки УПК-58-02 при перегонке бражки с содержанием 2% об. абсолютного алкоголя 30 л/ч; крепость получаемого спирта при переработке бражки 50-80% об.

Установка УПК-58-02, несмотря на широкое распространение, не отвечает современному уровню техники.

Описание и расчет установок для получения спирта приведены в литературе [38].

### **2.3. Оборудование для получения виннокислых соединений**

Получение и разделение суспензии гартрата кальция и его сушка может осуществляться соответственно в установках ВПЭ/2, ВПЭ/3 и ВПЭ/4 (рис. 2.5), входящих в линию ВПЭ. Установка ВПЭ/2 монтирует-



ся на эстакаде и состоит из реактора-смесителя, стального эмалированного сборника, двух аппаратов-нейтрализаторов с механическими перемешивающими устройствами, двух стальных эмалированных резервуаров для приготовления реагентов, электротали грузоподъемностью 0,5 т, насосов и нагревателя.

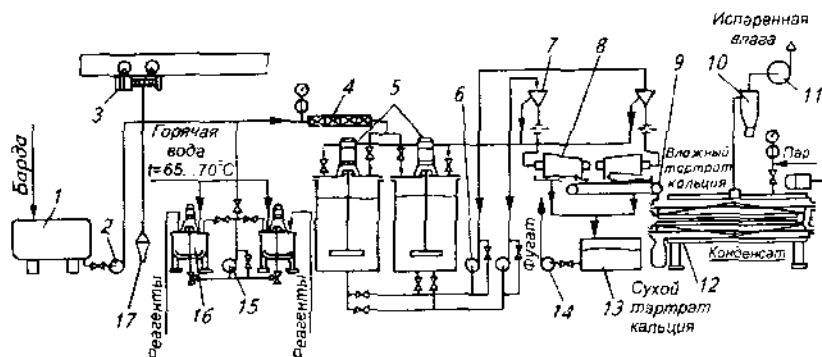


Рис. 2.5. Установки ВПЭ/2, ВПЭ/3, ВПЭ/4 (принципиальная технологическая схема):

1 - сборник; 2, 6, 14, 15 - насосы; 3 - электроталь; 4 - реактор-смеситель; 5 - реактор-нейтрализатор; 7 - заливная воронка; 8 - центрифуга; 9 - конвейер; 10 - циклон-разрушитель; 11 - вентилятор; 12 - сушилка тартрата кальция; 13 - сборник фулата; 16 - резервуар; 17 - бункер

Реактор-смеситель выполнен в виде трубы диаметром 75 мм, в которую вмонтирован комплект (10 шт.) направляющих элементов, он служит для гомогенизации и реагирования виннокислого раствора с суспензией реагентов.

Аппарат-нейтрализатор представляет собой цельносварной резервуар с плоским дном и крышкой для работы под налив, в котором завершаются процессы реагирования и кристаллизации тартрата кальция при перемешивании. В установке монтируются два аппарата, которые, работая поочередно, обеспечивают непрерывное получение суспензии тартрата кальция.

Установка ВПЭ/3 также монтируется на эстакаде и включает напорное устройство, две центрифуги, конвейер, направляющий осадок в сушилку ВПЭ/4, сборник фулата и насос.

Производительность обеих установок по суспензии 12 м<sup>3</sup>/ч, габаритные размеры соответственно 13600 × 4800 × 7300 и 5460 × 2460 × 4720 мм

Сушилка ВПЭ/4 представляет собой устройство, состоящее из двух желобов с мешалками. По желобам перемещается виннокислая известь, при этом она высушивается за счет нагревания паром, подаваемым в обогревательные рубашки желобов. Производительность сушилок по высушенному продукту – 124 кг/ч. Похожая по принципу действия сушилка ВВИ имеет производительность по высушенному продукту 44 кг/ч [13].

## 2.4. Оборудование для получения кормовой муки

При переработке выжимки на кормовую муку ее сушат и дробят. Для сушки используют барабанные сушилки, наиболее простые по конструкции. В качестве сушильного агента в них используются воздух или топочные газы.

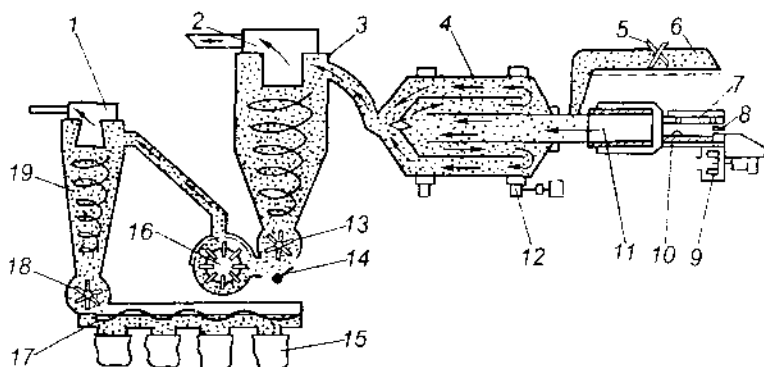
Основным элементом сушилки является барабан, вращающийся с частотой 1–8 об/мин. Диаметр барабана зависит от производительности сушилки и составляет 1200 мм и более. Отношение длины к диаметру принимается (3,5–7):1.

На некоторых заводах используют агрегаты АВМ, которые позволяют механизировать все операции по изготовлению и упаковке кормовой муки. Существует несколько моделей агрегата: 0,4; 1,5Р и др.

Агрегат АВМ-0,4 (рис. 2.6) работает следующим образом. Жидкое топливо насосом подается в форсунку, откуда поступает в камеру газификации. Сюда же вентилятором подается воздух в количестве, недостаточном для полного сгорания впрыснутого топлива. Обогащенная смесь воспламеняется от электрической свечи, причем избыток топлива из жидкой фракции переходит в газообразную. Продукты газификации поступают в камеру дожигания и сгорают. Топочные газы, имеющие более высокую температуру, поступают в топку, где происходит окончательное сгорание. В смеси с воздухом, засасываемым вентилятором циклона, газы являются теплоносителем.

Выжимка конвейером подается в барабан агрегата, состоящий из нескольких цилиндров. Толщина слоя массы на конвейере устанавливается регулятором. В барабане масса постепенно высыхает, и сухие частицы потоком теплоносителя выносятся в циклон, отделяются от теплоносителя и через дозатор 13, минуя отборник тяжелых частиц, поступают в мельницу.

Измельченная в мельнице сухая масса через сменное решето вентилятором подается в циклон 19, где отделяется от воздуха, и, пройдя через дозатор 18, шнеком 17 распределяется в мешки.



**Рис. 2.6.** Агрегат АВМ-0.4 (технологическая схема):

1 - вентилятор подачи продукта; 2, 9 - вентиляторы; 3, 19 - циклоны; 4 - барабан; 5 - регулятор толщины слоя массы; 6 - конвейер; 7 - камера газификации; 8 - форсунка; 10 - камера обжигания; 11 - тонка; 12 - привод барабана; 13, 18 - дозаторы; 14 - сборник тяжелых частиц; 15 - мешки; 16 - мельница; 17 - шнек

Процесс сушки и размола продолжается несколько минут.

Основные недостатки АВМ-0.4 – сравнительно небольшая производительность (0,4 т/ч) и ручная подача продукта на сушку. Для более крупного производства выпускается модернизированный агрегат АВМ-1,5Р, средняя производительность которого составляет 1,5 т/ч сухого продукта.

Габаритные размеры агрегатов АВМ-0.4 и АВМ-1.5 соответственно 10000×7730×7600 и 25350×10430×11400 мм.

В целях сокращения потерь муки от распыления при затаривании и уменьшении количества мешковой тары муку целесообразно перерабатывать в гранулированный корм. Для этого может использоваться специальный гранулятор ОГМ-0,8, работающий спаренно с агрегатами АВМ

## 2.5. Оборудование для переработки семян и гребней

Для отделения виноградных семян от влажных выжимок в некоторых случаях используют простые установки, основной частью которых является цилиндрическое решето, вращающееся вокруг оси, наклоненной под небольшим углом к горизонту. Выжимки в решето подаются скребковым или шнековым конвейером. При этом происходит одновременно некоторое разрыхление выжимки, что способствует лучшему

отделению от нее семян. Существенными недостатками таких установок являются их низкая производительность, недостаточная полнота отделения и чистота семян.

Для указанных целей разработан отделитель виноградных семян ОВС-2 (рис. 2.7), состоящий из скребкового элеватора (на рисунке не показан), рыхлителя, верхнего и нижнего решетных станов и вентилятора.

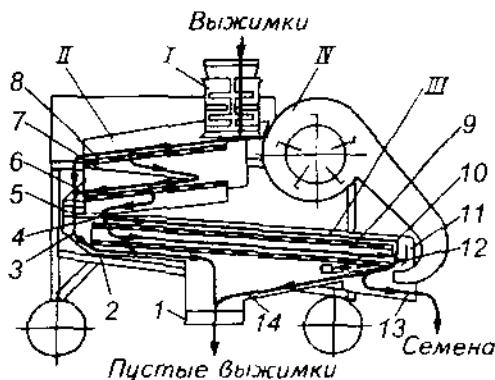


Рис. 2.7. Машина ОВС-2 для отделения семян от выжимок (технологическая схема)

1 — рыхлитель; II — верхний и III — нижний решетные станы; IV — вентилятор, 1 — рыхлитель; 2, 3, 5, 10, 11, 14 — лотки; 4, 7, 13 — скатные доски; 6, 8, 9, 12 — решета

Решетные станы имеют по два решета, расположенных одно под другим, скатные доски и точки. В верхнем решетном стане верхнее решето имеет круглые отверстия диаметром 12 мм, а нижнее — 10 мм. В нижнем решетном стане верхнее решето имеет отверстия диаметром 8–6 мм, а нижнее — щелевидные отверстия размером 2,5×25 мм.

Работа машины заключается в следующем. Выжимки из прессов подаются в приемный бункер элеватора, захватываются скребками и направляются в рыхлитель 1. Комки выжимок под действием ударов бичей, укрепленных на вертикальном валу рыхлителя, размельчаются и поступают на верхнее решето 8 верхнего решетного стана. Семена и мелкие частички выжимок, просевшие сквозь решето, поступают на скатную доску 7, а с нее — на решето 6. После этого семена по скатной доске 4 для дальнейшей очистки поступают на решето 9 нижнего решетного стана, а

с него – на решетку 10. С небольшим содержанием частичек выжимок семена сходят с этого решета и продуваются потоком воздуха, подаваемого вентилятором. После этого семена по скатной доске 12 выходят из машины. Пустые выжимки с решет верхнего и нижнего станов направляются в точку 14 и удаляются за пределы машины.

Производительность отделителя семян ОВС-2 – 2 т/ч, полнота отделения семян 80%; чистота семян 85%

Виноградные семена, выделенные из выжимок, высушенных в агрегате АВМ-0.4, могут очищаться в очистителе семян ОС-4,5, предназначенном для очистки и сортировки семян зерновых, зернобобовых, технических культур и семян трав.

Производительность очистителя семян ОС-4,5 – 4,5 т/ч.

Гребни перерабатывают после прессования с целью получения спирта и виннокислых соединений. Для этого их предварительно промывают в специальных устройствах.

Гребни могут быть использованы и как топливо, а вода – в качестве удобрения.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВИНОМАТЕРИАЛОВ И ВИН РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Брожение – основной технологический процесс винодельческих производств, формирующий вино как продукт с типичными для него свойствами.

Современными технологическими схемами производства вин по белому способу предусмотрено осветление сусла перед брожением в течение 12–24 ч путем отстаивания в обычных резервуарах либо на специальном оборудовании с последующим обрачиванием с целью получения виноматериала. Брожением на мезге готовят основную массу красных вин, а также некоторые специальные вина. Процессы брожения имеют место и при производстве плодово-ягодных вин, шампанского (так называемое вторичное брожение) и игристых вин.

В состав бродильных отделений винозаводов входят отстойники, бродильные аппараты, аппараты для приготовления чистой культуры и разводки дрожжей, представляющие собой резервуары, оснащенные мешалками, теплообменными элементами в виде рубашек, змеевиков и пр., реакторы, сульфитодозаторы, смесители и др. Некоторые виды этого оборудования описаны в главах 4 и 5.

Специальные типы вин (херес, мадера, портвейн, газированные вина и др.) также получают на установках емкостного типа. Процессы их получения имеют в основном биохимический характер [18].

В основе производства коньяка лежит процесс получения коньячного спирта дистилляцией белых виноматериалов с последующей обработкой его по специальной технологии.

### 3.1. Установки для получения белых виноматериалов

В современном виноделии применяют три основных способа обрачивания сусла – стационарный (периодический), доливной и непрерывный.

Первый состоит в том, что определенный объем сусла обрачивается с начала до конца в одном резервуаре (установке). Как правило, для этих целей используются обычные резервуары (см. главу 4), оснащенные соответствующей арматурой и приборами.

При расчете производительности бродильных установок периодического действия определяющим фактором является скорость сбраживания сахара, которую рекомендуется поддерживать в пределах 0,1–0,4 г/(л·ч). Она зависит не только от температуры сусла, но и от геометрических параметров бродильной установки, в частности от отношения длины (высоты) и диаметра резервуара, так как это соотношение влияет на перемешивание массы сусла, пенообразование и т. д.

Доливной способ брожения отличается тем, что процесс идет не в постоянном объеме исходного сусла, а при периодических доливах новых его порций. В этих условиях бродящая среда периодически пополняется питательными веществами, концентрация продуктов брожения уменьшается, и температура бродящего сусла понижается. Такой способ обеспечивает возможность проведения процесса в крупных резервуарах без принудительного охлаждения.

В крупных резервуарах можно проводить процесс брожения и точно-доливным способом с применением искусственного холода.

Способ непрерывного брожения основан на ведении процесса в условиях регламентированного потока бродящего сусла. Для осуществления этого процесса применяют установки БА-1 и ВБУ-4Н, реже ВКМ-5, УНС-Э «Крымская» и др.

**Установка БА-1.** Она представляет собой батарею из шести резервуаров 4 (рис. 3.1) вместимостью по 20 м<sup>3</sup> и шести переточных баков 10 вместимостью до 1,9 м<sup>3</sup> (последний 17 из переточных баков сливной, его вместимость – 0,2 м<sup>3</sup>). Все шесть резервуаров соединены между собой в верхней и нижней (конической) частях трубопроводами. Верхний трубопровод служит для выравнивания уровня жидкости во всех резервуарах при работе установки, а нижний с трехходовыми кранами – для заполнения и освобождения резервуаров. Кроме того, они соединены газовыми трубами. Шестой резервуар снабжен устройством выпуска виноматериалов.

Горизонтальные переточные баки тоже соединены между собой газовыми трубами 14, от каждой из них сделан отвод к бродильному резервуару.

Перед началом работы установки в автоматическом режиме все резервуары надо заполнить так, чтобы сахаристость сусла (в %) уменьшалась от первого к последнему в таких пределах (ориентировочно): 17 (исходное сусло) – 12,5 (первый резервуар) – 8,5 – 6,2 – 4,5 – 3, 25 – 2,5 (шестой резервуар).

Пуск установки в работу может производиться двумя способами. По первому способу первый резервуар заполняется суслом и чистой

культурой дрожжей (200 дал). При этом должны быть перекрыты в первом резервуаре нижний трехходовой кран нижнего коллектора и верхний вентиль между первым и вторым резервуарами. Через некоторое время в первом резервуаре начинается брожение. За это время линия подготавливается к заполнению, для чего необходимо дополнительно закрыть верхние вентили между третьим – четвертым и пятым – шестым резервуарами. а нижние трехходовые краны коллектора поставить так, чтобы был перепуск жидкости из третьего резервуара в четвертый, из пятого – в шестой (первый резервуар оставить временно закрытым). Такое чередование закрытых и открытых вентиля и кранов соединяет резервуары по принципу сообщающихся сосудов.

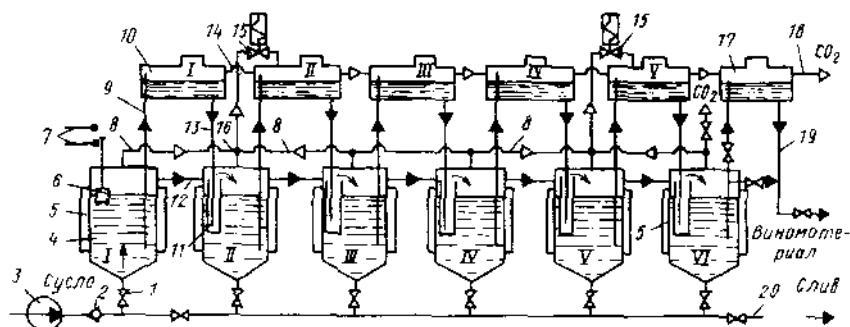


Рис. 3.1. Бройдильная установка БА-1 (технологическая схема):

1 кран; 2 обратный клапан; 3 – насос; 4 бройдильные резервуары, 5 рубашки; 6 поплавковое реле; 7 контактное реле; 8, 14, 18 – газовые трубы; 9 труба подъема сусла; 10 переточный бак; 11 гидравлический затвор; 12 – переливная труба; 13, 20 сливные трубы; 15 солеводный вентиль; 16 трубная крестовина; 17 стивной бак; 19 – труба для отвода виномертериала

При достижении выброда сусла в первом резервуаре 12,5% остаточного сахара первый резервуар посредством нижнего трехходового крана соединяется со вторым, и бройдящее сусло начнет перетекать в него, пока уровни в этих резервуарах не сравняются. После этого включают насос подачи свежего сусла, которое заполняет первый и второй резервуары через нижний коллектор. Заполнение происходит до тех пор, пока недоброд не начнет переливаться через верхний вентиль в третий резервуар. При этом подачу сусла останавливают и опять дают ему разбродиться. С течением времени, когда сахаристость сусла в первом резервуаре достигнет



12,5%. проводят опять подкачку, но уже меньшими порциями, из расчета средней производительности установки 7000 дал/сут, т. е. каждый час не более 250–300 дал (желательно через каждые 20 мин по 100 дал). Так как резервуары соединены по принципу сообщающихся сосудов, недоброд будет заполнять последовательно все резервуары. Процесс заполнения таким способом установки длится немногим более 60 ч.

По второму способу (дробному) в первый резервуар подают свежее сусло и дрожжи. При доведении содержания остаточного сахара при брожении до 12,5% из первого резервуара через нижний коллектор недоброд переливают в последний резервуар – шестой. В первый опять добавляют свежее сусло и сброживают его до содержания остаточного сахара 12,5%, после чего половину переливают в пятый резервуар и таким образом ведут долив первого и заполнение наполовину всех резервуаров, начиная с крайнего. Затем операции повторяют, заполняя полностью последний резервуар и одновременно доливая в первый свежее сусло. При заполнении полностью первого и последнего резервуаров дают сусло забродиться в первом, после чего заполняют полностью пятый, потом четвертый и так далее, пока вся установка не будет заполнена.

При таком способе заполнения содержание остаточного сахара в сусле во всех резервуарах должно быть в пределах требуемой нормы.

После заполнения резервуаров тем или иным способом начинается период установившегося режима, и установка может работать автоматически. При этом работа установки основана на использовании избыточного давления диоксида углерода, образующегося при брожении, для автоматического перемещения бродящего материала из резервуара в резервуар и питания установки.

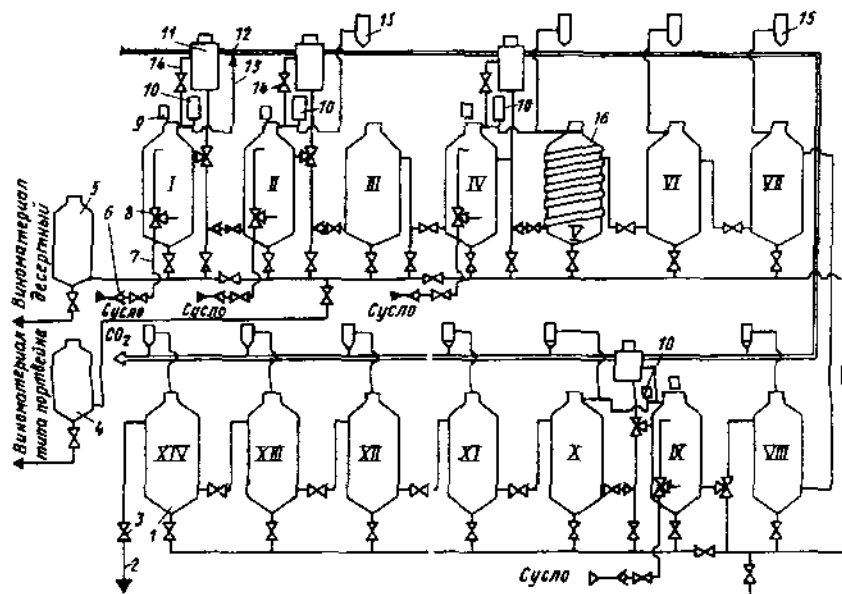
Давлением  $\text{CO}_2$  бродящее сусло из первого бродильного резервуара перемещается по трубе подъема сусла в первый переточный бак. Так как все шесть резервуаров сообщены между собой газовыми трубами, давление в них одинаково, следовательно, подъем сусла в переточные баки происходит одновременно, а имеющиеся гидрозатворы на трубах слива сусла не позволяют выходить диоксиду углерода в переточные баки (первый период).

Уменьшение уровня в первом бродильном резервуаре ведет к опусканию поплавка реле, включению им питающего суслового насоса и клапанов, которые, открываясь, выпускают  $\text{CO}_2$  из резервуара и переливных баков. Диоксид углерода направляется в спиртоловушку или атмосферу, давление в резервуарах падает до атмосферного, начинается перелив сусла: из первого переточного бака во второй резервуар, из вто-

рого переточного бака в третий резервуар и т. д. В шестом резервуаре открывается выход виноматериалу. Наличие обратных клапанов в трубах подъема сусла препятствует его возврату в предыдущий резервуар (второй период). Затем цикл повторяется. Таким образом, в установке осуществляется доливной (объемно-доливной) способ сбраживания сусла.

Наличие рубашек на бродильных резервуарах сусла позволяет использовать тепло- или хладоносители и вести брожение при оптимальных температурах. Производительность установки БА-1 – 70 м<sup>3</sup>/сутки (по суслу), габаритные размеры 22700×3080×6090 мм.

**Универсальная установка ВБУ-4Н.** Установка (рис. 3.2) состоит из 14 резервуаров вместимостью 10 м<sup>3</sup> каждый. Все резервуары оснащены спиральными рубашками для хладо- или теплоносителя.



**Рис. 3.2.** Броидильная установка ВБУ-4Н (технологическая схема):

1 – бродильные резервуары (I – XIV); 2 – труба для виноматериала; 3 – проходной кран; 4, 5 – накопительные сборники; 6 – обратный клапан; 7 – трубы для ввода сусла; 8 – трехходовой кран; 9 – поплавковое реле уровня; 10 – электромагнитный клапан; 11 – компенсационный бак; 12 – газовый коллектор; 13 – труба для вывода CO<sub>2</sub>; 14 – кран для ручного выпуска CO<sub>2</sub>; 15 – клапан перепада давления; 16 – охлаждающая спиральная рубашка

Установка разделена на четыре самостоятельно работающие секции. Первая состоит из одного резервуара *I* и предназначена для приготовления десертных вин. Вторая – из двух резервуаров *II* и *III* для приготовления крепких вин типа портвейна. Обе секции оснащены спиртодозаторами с устройствами для распыления спирта диоксидом углерода и смешивания его с бродящим суслом. Дозаторы монтируют над *I* и *II* резервуарами (на рис. 3.2 не показаны). Третья бродильная секция состоит из пяти резервуаров *IV–VIII*. Она предназначена для получения виноматериалов для столовых вин с остаточным сахаром (полусухие, полусладкие). Четвертая секция состоит из шести резервуаров *IX–XIV* и предназначена для получения виноматериалов для сухих столовых и шампанских вин.

Первые по потоку резервуары – *I, II, IV, IX* в каждой секции, в которые подается сусло, являются головными, а последние – *I, III, VIII, XIV*, из которых выводятся виноматериалы – хвостовыми.

Первая и вторая бродильные секции соединены с накопительными сборниками для вывода виноматериала. В третьей и четвертой секциях роль этих сборников выполняют непосредственно хвостовые резервуары *VIII* и *XIV*.

Все резервуары установки соединены между собой последовательно переточными трубами, на которых имеются проходные и трехходовые краны.

Для ввода сусла головные резервуары оснащены патрубками с обратными клапанами, которые предотвращают обратный поток сусла.

На крышках верхних люков головных резервуаров установлены поплавковые реле уровня 9. Между каждым головным и следующим за ним резервуаром стоят компенсационные баки *11* (всего 4), которые соединены с переливными трубами головных резервуаров и с трубой газового коллектора *12*. Газовый коллектор служит для сбора  $\text{CO}_2$  и сообщается с атмосферой.

Для выпуска  $\text{CO}_2$  горловины всех резервуаров оснащены трубами, соединенными с газовым коллектором. На этих трубах, подключенных к четырем головным резервуарам, установлены электромагнитные клапаны *10*, а на трубах, подключенных к остальным десяти резервуарам, – механические клапаны перепада давления.

На конических днищах всех резервуаров имеются патрубки с кранами, соединенными с коллектором, для выпуска вина. Этот коллектор разделен кранами на четыре участка, которые оснащены трубами с кранами для выпуска четырех сортов виноматериалов.

Каждый бродильный резервуар оснащен термометром, манометром и пробными краниками, установленными на разной высоте.

Принцип работы всех бродильных секций установки один и тот же: переток бродящей среды из резервуара в резервуар происходит по трубам по закону сообщающихся сосудов, а также за счет создания перепадов давления диоксида углерода.

Первая бродильная секция работает следующим образом. Насосом при открытом кране 14 заполняют резервуар 1 сусликом и одновременно вводят дрожжевую разводку. Затем кран 14 закрывают и секцию переводят на автоматический режим работы. При брожении суслика в верхней части резервуара 1 накапливается  $\text{CO}_2$ . Под давлением  $\text{CO}_2$  бродящее суслико вытесняется в накопительный сборник 5. Уровень среды в резервуаре 1 понижается, и при достижении определенного нижнего значения срабатывает поплавковое реле. Оно включает насос подачи исходного суслика и открывает электромагнитные клапаны для выпуска диоксида углерода и спирта через смеситель спиртодозатора. Спирт поступает из дозатора в смеситель, распыляется диоксидом углерода и поступает в накопительный сборник 5, в котором смешивается с бродящим сусликом.

Когда исходное суслико заполнит резервуар 1 до определенной верхней отметки, срабатывает поплавковое реле, которое отключает насос подачи суслика, клапан выпуска  $\text{CO}_2$ , клапан выпуска спирта и включает насос подачи спирта в дозатор. Когда уровень спирта в дозаторе достигает заданной отметки, поплавковое реле, установленное в этом дозаторе, выключает насос подачи спирта.

Далее работа первой бродильной секции повторяется.

Вторая бродильная секция работает аналогично первой. Исходное суслико и дрожжевая разводка вводятся в головной резервуар II при открытом кране 14. После его заполнения до заданного уровня кран 14 закрывают и переводят секцию в автоматический режим работы. По переточной трубе бродящее суслико из резервуара II переливается в резервуар III, откуда под давлением  $\text{CO}_2$  выводится в сборник 4. Введение в установку очередной партии исходного суслика, выпуск диоксида углерода и спиртование виноматериала производятся так же, как и в первой секции.

Третья и четвертая бродильные секции работают аналогично второй, но здесь не проводят спиртование. При этом головной резервуар II или IX заполнен бродящим сусликом. Выделяющийся диоксид углерода накапливается в верхней части резервуара.

Под давлением  $\text{CO}_2$  бродящее суслико по переточной трубе с обратным клапаном переходит во второй по ходу потока резервуар секции (соответственно V или X), из второго – в третий и т. д.

Ввод исходного сусла в головной резервуар *II* или *IX* осуществляется через патрубок с обратным клапаном с одновременным выпуском  $\text{CO}_2$  через электромагнитный клапан *10*.

С помощью клапанов перепада давления можно установить давление в газовой камере предыдущего резервуара несколько большее, чем в последующем, т. е. создать перепад. В результате этого ускорятся движение сусла по переточным трубам и преодолеваются возникающие в них сопротивления.

Виноматериал отбирается из последних хвостовых резервуаров *VIII* и *XII* насосом, который включается и выключается одновременно с насосом подачи исходного сусла.

При эксплуатации этой установки имеется возможность варьировать количество бродильных секций и резервуаров в них. Это осуществляется с помощью перекрытия соответствующих кранов. Например, первую и вторую секции можно объединить в одну трехрезервуарную батарею. При этом сусло поступает в резервуар *I*, а виноматериал выводится из резервуара *III*. Установка может работать так же, как и двухсекционная. В первом случае в состав двух секций входят резервуары с *I* по *VIII* и с *IX* по *XII*, во втором случае все резервуары установки последовательно сообщаются между собой переливными трубами, при этом сусло вводится в резервуар *I*, а виноматериал выводится из резервуара *XII*.

Производительность установки ВБУ-4Н – 120 м<sup>3</sup>/сутки (по суслу), габаритные размеры 22950×5850×6000 мм.

В настоящее время разработаны и другие способы брожения: в условиях повышенного давления диоксида углерода, на наполнителях и т. п.

Расчет производительности бродильных установок непрерывного действия (типа описанных) основан на кинетике процесса, а тепловой расчет процесса позволяет подбирать соответствующую холодильную установку.

В общем случае производительность бродильных установок периодического действия *H* (в дал за сезон) определяется по формуле:

$$H = V_{\text{п}} T / \tau = V K T / \tau, \quad (3.1)$$

где  $V_{\text{п}}$  – полезный объем аппарата, дал;  $T$  – время работы установки за сезон, сут;  $\tau$  – длительность цикла сбраживания, сут (в зависимости от вида получаемых виноматериалов (табл. 3.1),  $V$  – полный объем аппарата, дал;  $K$  – коэффициент использования резервуаров (при сбраживании сусла по нормативам  $K = 0,85$ , при брожении на мезе  $K = 0,8$ ).

Практика, однако, показала, что коэффициент заполнения резервуаров, особенно крупных, при использовании их для этих целей не должен превышать 0,75, ибо процесс брожения связан со значительным увеличением напряженности зеркала пенообразования.

Таблица 3.1. Длительность цикла сбраживания

Вид вино-материалов	Значения, ч, при сбраживании				
	сусле по белому способу		межи по белому способу	межи по красному способу	
	периодическим способом	непрерывным способом	периодическим способом	периодическим способом	непрерывным способом
Столовые и шампанские	125–150	100	150	125–150	100
Полусладкие	50	30	75	50	30
Десертные	24	20	24	24	20
Крепкие					
мадера	–	–	100	75	50
портвейн белый	75	50	25	–	–
портвейн красный	75	50	100	–	–

*Примечание.* При выработке материалов с экстрагированием красящих, дубильных и ароматических веществ подброженным суэлом продолжительность экстрагирования принимают 14 ч, брожения в потоке – 50 ч.

По данным П. Д. Баженова, производительность  $H$  (в дал/сут) бродильной установки непрерывного действия, например типа БА-1, может быть рассчитана по эмпирической формуле

$$H = V_{II}' / C_1, \quad (3.2)$$

где  $V_{II}'$  – полезный объем солозного резервуара, дал;  $C_1$  – сахаристость суэла, поступающего на сбраживание, %.

Интервал между подачами суэла  $\tau = 60V_{II}'/H$  мин, где  $V_{II}'$  – объем одного перетока, дал ( $V_{II}' = 90\text{--}91$  дал);  $H$  – производительность установки, дал/ч. Практически время цикла составляет около 20 мин.

Число резервуаров  $n$  в батарее определяется степенью сбраживания сахара. Этот расчет может производиться не только при проектировании новых установок, но и при эксплуатации действующих с целью получения необходимых недобродов.

$$n = Bq / (IT), \quad (3.3)$$

где  $B$  – количество односортового винограда, поступающего на завод в течение сезона, т;  $q$  – количество сусла, получаемого из 1 т винограда, дал т;  $I$  – производительность бродительной установки, дал/сут;  $T$  – длительность сезона, сут.

Избыточное количество теплоты  $Q$  (в Вт), которое необходимо отводить при брожении,

$$Q = \Gamma \rho q \chi \alpha / (100 \cdot 100) \quad (3.4)$$

где  $\Gamma$  – объем сусла в бродительном аппарате, м<sup>3</sup>;  $\rho$  – плотность сусла, кг/м<sup>3</sup>,  $q$  – количество теплоты, полученной из 1 кг сахара при брожении (в среднем  $q = 586 \cdot 10^3$  Дж);  $\chi$  – количество сбраживаемого сахара в сусле, мас. %;  $\alpha$  – количество сахара, сбраживаемого за 1 с, % к общему количеству сахара в сусле

Образующаяся при брожении теплота частично теряется через поверхность бродительного аппарата в окружающую среду –  $Q_1$  (определяется по обычной методике тепловых расчетов), частично уносится выделяющимися при брожении газами –  $Q_2$ . Количество теплоты, уносимой диоксидом углерода и водно-спиртовыми парами, определяется по количеству этих газов, выделяющихся за 1 ч в период бурного брожения.

При сбраживании 1 кг сахара выделяется 0,48 кг CO<sub>2</sub> и 0,49 кг спирта. Тогда количество теплоты  $Q_2$  (Вт) уносимой диоксидом углерода,

$$Q_2 = \Gamma \rho \alpha \cdot 0,48 T c / (100 \cdot 100 \tau), \quad (3.5)$$

где  $T$  – температура испарения образующейся массы, К;  $c$  – теплоемкость диоксида углерода [880 Дж/(кг·К)];  $\tau$  – продолжительность брожения, ч.

Количество теплоты, уносимой водно-спиртовыми парами, определяется исходя из количества спирта (в %) в парах:

для спиртовых паров

$$Q_{СП} = Gb \lambda_{СП} / 100; \quad (3.6)$$

для водяных паров

$$Q_B = G_B \lambda_B = G \left[ (100 - b) / 100 \right] \lambda_B, \quad (3.7)$$

где  $G$  и  $G_B$  – количество соответственно водно-спиртовых и водяных паров, кг с;  $b$  – количество водяных паров, %;  $\lambda_{СП}$  – теплота испарения спирта, Дж/кг;  $\lambda_B$  – теплота испарения водяного пара при температуре бродящего сусла, Дж/кг.

Суммарное количество теплоты, уносимой водно-спиртовыми парами,  $Q_3 = Q_{СП} + Q_B$ . Количество теплоты, которое подлежит удалению из бродящей жидкости,

$$Q_0 = Q - Q_1 - Q_2 - Q_3 \quad (3.8)$$

По этим данным подбирается соответствующая холодильная установка.

### 3.2. Установки для получения красных виноматериалов

Брожение на мезге как один из способов производства красных вин проводят при температуре 28–30° С в открытых или закрытых резервуарах, либо в специальных аппаратах периодического или непрерывного действия. Существует большое количество схем и конструкций специальных аппаратов для проведения этого процесса. Такие аппараты обеспечивают автоматическое перемешивание мезги образующимся при брожении диоксидом углерода, принудительное охлаждение сусла во время брожения, возможность применения больших емкостей без риска чрезмерного повышения температуры бродящей массы.

Бродильный аппарат периодического действия входит в состав установки УКС-3М (рис. 3.3), предназначенной для сбраживания виноградного сусла на мезге с целью получения красных сухих виноматериалов. Кроме того, резервуары установки могут быть использованы в качестве стекателей, а также для настаивания сусла на мезге. Брожение сусла ведут на мезге с погруженной «шапкой» в атмосфере  $\text{CO}_2$ . Экстрагирование красящих и дубильных веществ обеспе-

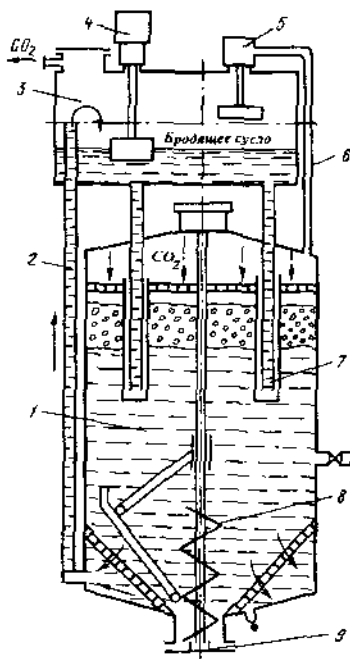


Рис. 3.3. Аппарат установки УКС-3М для брожения сусла на мезге (схема):

1 – резервуар для брожения; 2 – труба для подъема сусла; 3 – переточный бак; 4 – поплавковое реле; 5 – соленоидный вентиль для выпуска  $\text{CO}_2$ ; 6 – соединительная трубка для  $\text{CO}_2$ ; 7 – гидрозатвор; 8 – вертикальный шнек для выгрузки сброженной мезги; 9 – нижний люк



чивается путем автоматического перемешивания бродящего сусла из нижней части резервуара в верхнюю и возврата его в нижнюю часть через «шапку» мезги.

Над каждым резервуаром 1 расположен горизонтальный переточный бак 3, соединенный с резервуаром трубой подъема сусла 2. Резервуар имеет цилиндрическую форму с коническим днищем и горловиной, заканчивающейся выгрузочным люком.

Внутри, в нижней части резервуара размещены дренажные металлические сетки под углом  $45^\circ$ , служащие для отбора виноматериалов. По центру резервуара установлен вал со шнеком 8, несущим выгрузочную лопасть. При помощи рычага и скользящей муфты выгрузочная лопасть может перемещаться от вертикального положения до наклонного, копирующего поверхность сеток, что обеспечивает удаление из резервуаров всей стекшей мезги.

Для выпуска диоксида углерода, образующегося при брожении, на каждом резервуаре установлен соленоидный вентиль 5, который автоматически включается поплавковым реле 4, работающим по заданному уровню.

Каждый резервуар имеет две рубашки для подогрева или охлаждения мезги, для этой же цели предназначена рубашка и на трубе подъема сусла.

При работе аппарата образующийся диоксид углерода создает в резервуаре над мезгой избыточное давление, за счет которого чистое сусло из-под нижней сетки по трубе подъема через обратный клапан поступает в переточный бак. Одновременно туда же выдавливается и сусло, находящееся в стаканах гидрозатвора 7.

При достижении определенного уровня сусла в переточном баке поплавок всплывает и нажимает на контакты реле, которые включают соленоидный вентиль и открывают выход диоксиду углерода из резервуара в переточный бак. Давление в резервуаре падает до атмосферного, сусло, находящееся в переточном баке, начинает стекать вниз по трубам стаканов и через верхнюю кромку разбрызгивается на мезговую «шапку», чем достигается большая поверхность соприкосновения сусла с мезгой.

Понижающийся уровень сусла в переточном баке заставляет опуститься поплавок, который выключает реле; выключается соленоидный вентиль и закрывает выход диоксиду углерода.

Затем цикл повторяется.

По истечении трех суток приступают к разгрузке аппарата. Для этого открывают кран спуска виноматериалов; по окончании спуска

виноматериалов открывают люк 9; включают привод вала со шнеком и устройство, отклоняющее выгрузочную лопасть.

Имеющийся под установкой конвейер подает мезгу для отжима на шнековый пресс.

Для обеспечения поточности работы установка УКС-3М комплектуется из трех бродильных аппаратов, каждый из которых работает независимо по периодическому циклу. Непрерывность работы всей установки обеспечивается за счет согласования режимов работы отдельных ее аппаратов: пока один готовит к загрузке и загружают мезгой, во втором проходит брожение, а из третьего сливают виноматериал и выгружают сброженную мезгу. По окончании цикла те же операции проводят последовательно в следующих аппаратах.

Среднесуточная производительность установки УКС-3М при содержании остаточного сахара 2% (по винограду) 20 т, вместимость одного резервуара – 20 м<sup>3</sup>, габаритные размеры 14000×5000×7200 мм.

Из современных зарубежных аппаратов такого типа можно отметить установку Classic фирмы «Diemme» (Италия).

Аппараты непрерывного действия для брожения на мезге также представлены большим количеством разнообразных типов и конструкций. Часть из них описана в разделе 1.3.

Сбраживание плодово-ягодных соков можно производить периодическим и непрерывным способами. Созданы специальные установки для этого. Сейчас на предприятиях отрасли широко внедряется способ сбраживания соков в аппаратах с насадкой в условиях сверхвысокой концентрации дрожжей. Аппарат представляет собой резервуар, заполненный кольцами из полиэтилена.

### **3.3. Специальные установки для получения отдельных типов тихих вин**

Помимо особенностей исходного сырья и способов его переработки при получении отдельных типов вин решающее значение имеют специальные технологические приемы получения и обработки виноматериалов. К числу таких приемов относятся нагревание, спиртование, ароматизация, насыщение диоксидом углерода и др.

Установка для получения кагора. При выработке кагорных материалов мезга подвергается термической обработке – нагреванию в установках БРК-3М. Входящие в установку аппараты могут быть использованы как стекатели, а также для настаивания сусла на мезге.

Установка БРК-3М, как и установка УКС-3М (см. раздел 3.2), состоит из трех отдельных металлических резервуаров. Принципиально они одинаковы, но в резервуарах установки БРК-3М (рис. 3.4) имеется мешалка-подогреватель, отсутствуют перегородочные бачки, сетки, гидрозатворы.

Дробленая мезга подается в резервуар, где за счет пропускания пара по змеевикам и рубашкам нагревается до  $60-65^{\circ}\text{C}$  и выдерживается при этой температуре в течение 4 ч. Затем мезгу охлаждают. В процессе нагрева, выдержки и охлаждения проводят периодическое перемешивание мезги.

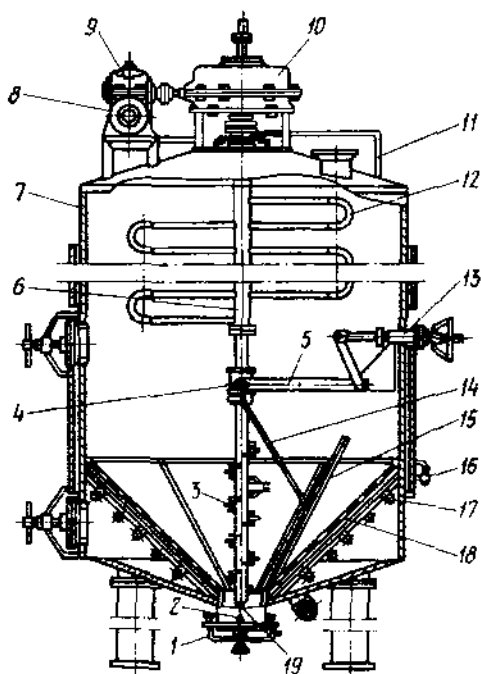


Рис. 3.4. Резервуар установки БРК-3М:

1 - нижний разгрузочный люк; 2 - двустворчатая заслонка; 3 - выгрузочный шнек; 4 - подвижная муфта; 5 - двулучный рычаг; 6 - вертикальный вал; 7 - корпус; 8 - электродвигатель; 9 - червячный редуктор; 10 - конический редуктор; 11 - труба отвода конденсата и отработанной воды из мешалки-подогревателя; 12 - мешалка-подогреватель; 13 - механизм тяги ножа; 14 - водило; 15 - выгрузочный нож; 16 - пробоботборный кран; 17 - конусный мезеевик; 18 - конусная сегментная сетка; 19 - подтяжник вертикального вала

После охлаждения отбирают сусло-самотек, а стекшую мезгу через нижний люк выгружают в винтовой конвейер и подают в пресс.

Производительность установки БРК-ЗМ по винограду при одном обороте каждого аппарата 60 т/сут; вместимость одного резервуара – 20 м<sup>3</sup>; габаритные размеры 14000×3500×6500 мм.

Установка для получения портвейна. При производстве портвейнов в основе технологии, помимо настаивания сусла на мезге или нагрева мезги, лежит процесс теплового воздействия на вино с ограниченным доступом воздуха. Аппаратурное оформление процесса может быть выполнено по-разному, но в любом случае процесс ведется в резервуарах различных типов: с изоляцией или без, с подогревающими устройствами или без них и т. д.

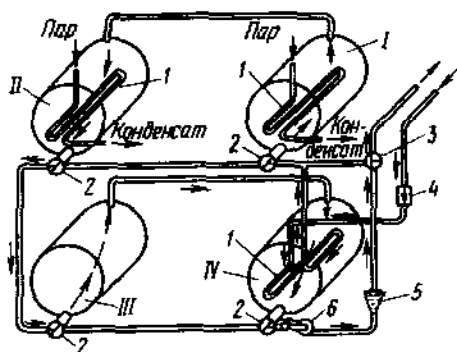


Рис. 3.5. Установка для получения портвейна в непрерывном потоке:

*I – IV – резервуары; 1 – змеевик; 2 – кран; 3 – вентиль; 4 – дозатор кислорода; 5 – ротаметр; 6 – насос*

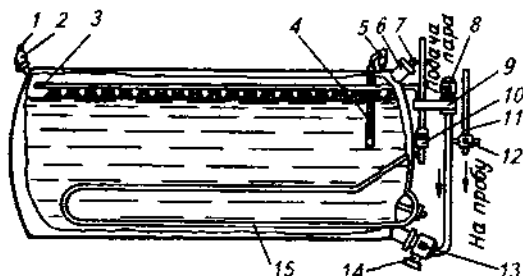
змеевик резервуара II', откуда поступит в резервуар I. Здесь вино нагревается до 50–65° С и направляется в резервуар II, в котором нагревается до 65–70° С. Из резервуара II вино переходит в резервуар III, а из него – в IV, где постепенно самоохлаждается. Цикл обработки длится 4 сут. Обработанное вино перекачивается в железобетонные резервуары на хранение. Способ позволяет в короткий срок получать типичные портвейны хорошего качества.

Производительность установки – 1500 дал/сут.

Установка для получения портвейна в непрерывном потоке (рис. 3.5) включает четыре эмалированных резервуара по 1500 дал, размещенных в два яруса. Все резервуары соединены винопроводом с трехходовыми кранами, снабжены термометрами и воздушными краниками. На питающем винопроводе установлен дозатор кислорода, а на выходном – регулирующий вентиль для регулирования потока вина.

Холодный виноматериал обогащается кислородом и проходит через

**Установка для получения мадеры.** При производстве мадеры термическая обработка вина производится в условиях, обеспечивающих доступ к вину кислорода. Классическая технология мадеризации вина в бочках на солнечных площадках или в оранжереях требует больших затрат труда. Разработана технология непрерывной мадеризации вин с использованием металлических резервуаров различных типов. Примером может служить установка А. А. Преображенского (рис. 3.6).



**Рис. 3.6.** Установка для ускоренного производства мадеры:

1 - трубка для отвода газов и паров спирта; 2 - предохранительный клапан; 3 - перфорированная труба; 4 - патрон для капилляра электроконтактного термометра (ЭКТ); 5 - ЭКТ; 6 - горловина для заливки вина в резервуар; 7 - трубка подачи кислорода; 8 - электродвигатель насоса; 9 - центробежный насос; 10 - соленоидный вентиль; 11 - виномерная трубка; 12 - кран для отбора проб; 13 - трехходовой кран; 14 - сливной патрубкок; 15 - паровой змеевик

Подготовленный к производству кулажированный виноматериал нагревается до 40–45° С и направляется в герметический резервуар, где оставляется воздушная камера объемом 0,5 м<sup>3</sup>. Виноматериал в резервуаре периодически перемешивается насосом для обогащения его кислородом. В резервуаре температура жидкости доводится до 50–55° С. Возможен и нагрев материала в самом резервуаре без предварительного подогрева.

Процесс обработки продолжается 2–3 мес. В течение этого срока в надвинное пространство подается кислород, а жидкость перскачивается насосом из нижней части резервуара в верхнюю. По окончании процесса мадеризации вино охлаждается до нормальной температуры.

**Установки для получения хереса.** Более специфичны установки для производства хереса, которое основано на использовании плеснеоб-

разующих дрожжей. Наряду с приготовлением хереса в дубовых бочках используются установки непрерывного действия. Они представляют собой систему последовательно соединенных между собой металлических резервуаров. Резервуары могут быть цилиндрическими вертикальными и горизонтальными, прямоугольными (в плане) горизонтальными, трубчатыми, воронкообразными.

На рис. 3.7 показана установка Н. Ф. Саско. Установка работает следующим образом. Из напорного бака виноматериалом спиртуозностью 15,5–16% об. заполняют три резервуара-реактора на 7/8 объема каждый.

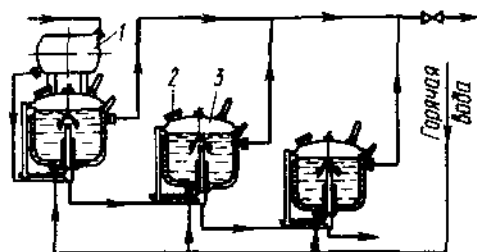


Рис. 3.7. Установка для получения хереса поточным способом:

1 — напорный бак; 2 — смотровое окно; 3 — резервуар

резервуара-реактора вино в таком же объеме через нижний вентиль перемешается в третий резервуар, а из первого — во второй. Из напорного бака вино поступает в первый резервуар.

Отъем готового вина из установки производится либо ежедневно, либо реже — по мере приобретения продуктом необходимых свойств. Отобранный материал используется для купажа при получении хересов различных марок.

Линия хересования в горизонтальных резервуарах (касетах), установленная стопкой один над другим, приведена на рис. 3.8. а. В линию входят расходный резервуар для исходного виноматериала, напорный резервуар, пятикассетный аппарат для непрерывного хересования, накопительный резервуар для готового виноматериала. Резервуары оснащены виномерными стеклами, сливными патрубками, запорной арматурой.

На поверхность вина наносится хересная пленка. Наблюдение за ее развитием ведется через смотровое окно в крышке реактора. Через 2 недели после появления пленки, как только в вине разовьется хересный тон и накопятся 300–350 мг/л альдегидов и не менее 10 мг/л ацеталей, из третьего резервуара вино отбирается в количестве 1/20 объема. После этого из второго

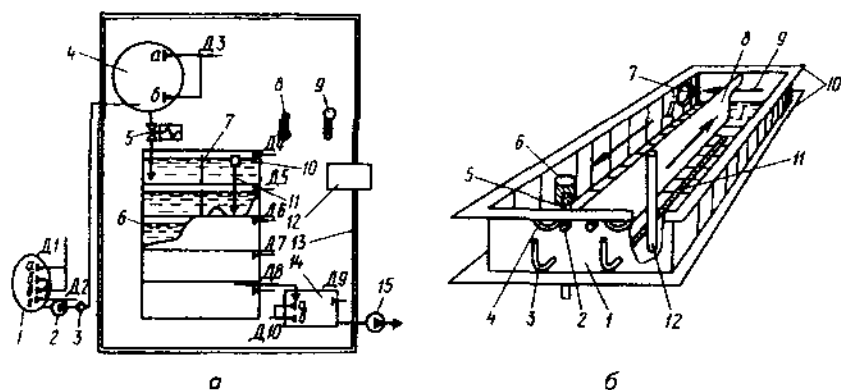


Рис. 3.8. Линия хересования вин с кассетным аппаратом:

*а* – принципиальная схема (1 – расходный резервуар; 2 – насос; 3 – обратный клапан; 4 – напорный резервуар; 5 – соленоидный вентиль; 6 – пятикассетный аппарат; 7 – перегородка; 8 – ртутный термометр; 9 – электрический термометр сопротивления; 10 – стеклянный цилиндр; 11 – переливная труба (то же, что поз. 12 на рис. 3.8, б); 12 – кондиционер для регулирования температуры воздуха; 13 – стена помещения; 14 – приемный сборник; 15 – насос; Д1 – Д10 – датчики уровня; а, б, в, г – места расположения электродов датчиков уровня); б – устройство кассеты (1 – корпус; 2 – вентиляционный патрубок; 3 – патрубок кислородного барботера; 4 – окно; 5 – переливная выводная труба; 6 – стеклянный цилиндр; 7 – люк для обслуживания; 8 – продольная перегородка; 9 – лаз; 10 – установочные фланцы; 11 – кислородный барботер; 12 – переливная вводная труба; I, II – соответственно правый и левый отсеки)

Аппарат, напорный и накопительный резервуары установлены в специальном помещении. Линия оснащена системой автоматического регулирования температуры воздуха в этом помещении и уровня вина во всех резервуарах.

Площадь кассеты (рис. 3.8, б) 2×4 м, высота стенок 0,7 м, толщина слоя вина под пленкой 0,6 м. Каждая кассета разделена на два отсека продольной перегородкой, в которой имеется окно для перетока вина из одного отсека в другой. Окно служит также в качестве лаза при проведении ремонтных работ. Каждый аппарат состоит из 10 отсеков.

В одной линии можно устанавливать два аппарата и более.

Порция виноматериала поступает по вводной переливной трубе из расположенной выше кассеты в правый отсек. Это вызывает повышение

уровня вина в обоих отсеках, и оно из левого отсека по трубе переливается в расположенную ниже кассету. Для предотвращения засасывания пленки переливная труба оснащена ограничительным цилиндром.

Во избежание развития на стенках напорного резервуара и приемного сборника нежелательной микрофлоры оба резервуара следует держать постоянно заполненными до верхнего уровня. При этом поверхность виноматериала в них целесообразно держать под хересной пленкой.

На рис. 3.5, 3.6, 3.7 и 3.8 показаны принципиальные схемы установок, которые могут найти различное конструктивное воплощение.

Технологический расчет таких установок сводится к определению количества вводимого в аппарат виноматериала, которое зависит от концентрации альдегидов в хересованном виноматериале и в отсеках аппарата, а также от закономерности смешивания исходного виноматериала со старым, содержащимся в аппарате.

### 3.4. Аппаратура для производства шампанского резервуарным способом

Шампанизация вина при производстве шампанского и игристых вин производится резервуарным и бутылочным<sup>1</sup> (только при получении шампанского) способами; первый может быть периодическим и непрерывным. При периодическом способе используют крупные резервуары различных типов, оснащенные рубашками, мешалками и другими устройствами. Шампанизацию при непрерывном способе проводят в условиях потока вина. Для этого используют установки различного типа – батарейные, одноемкостные одно- и многокамерные и др. Наглядное представление о схемах этих установок дает рис. 3.9. Вариант *I* предполагает использование батареи из шести последовательно соединенных резервуаров; вариант *II* – то же из семи резервуаров, из которых два последних частично загружены наполнителями (насадкой); в варианте *III* – восемь резервуаров, последний из которых полностью загружен наполнителями и выполняет функции автономного биогенератора; вариант *IV* представляет собой одноемкостный многомерный резервуар с автономным биогенератором; в варианте *V* используется одноемкостный однокамерный резервуар, частично загруженный наполнителями; в варианте *VI* – два таких резервуара, а в варианте *VII* – один одноемкостный однокамерный резервуар с автономным биогенератором.

<sup>1</sup> Описание некоторых видов оборудования для производства шампанского бутылочным способом приведено в главах 7 и 8.



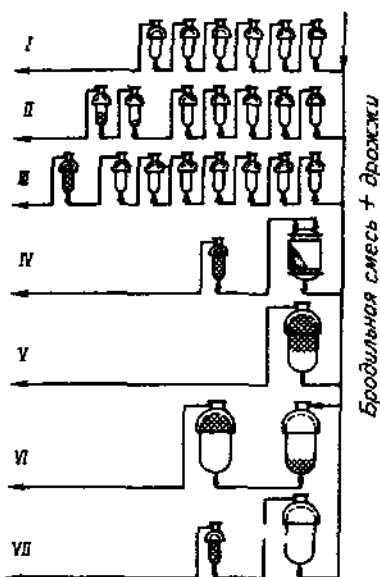


Рис. 3.9. Варианты установок для проведения шампанизации вина в потоке

батарею и соединяются между собой по принципу сообщающихся сосудов с помощью переточных труб и запорной арматуры. Направление потока в резервуарах снизу вверх, далее через переточную сливную трубу снова вниз, до следующего резервуара. Температура бродильной смеси регулируется подачей рассола или охлаждающей воды в рубашку.

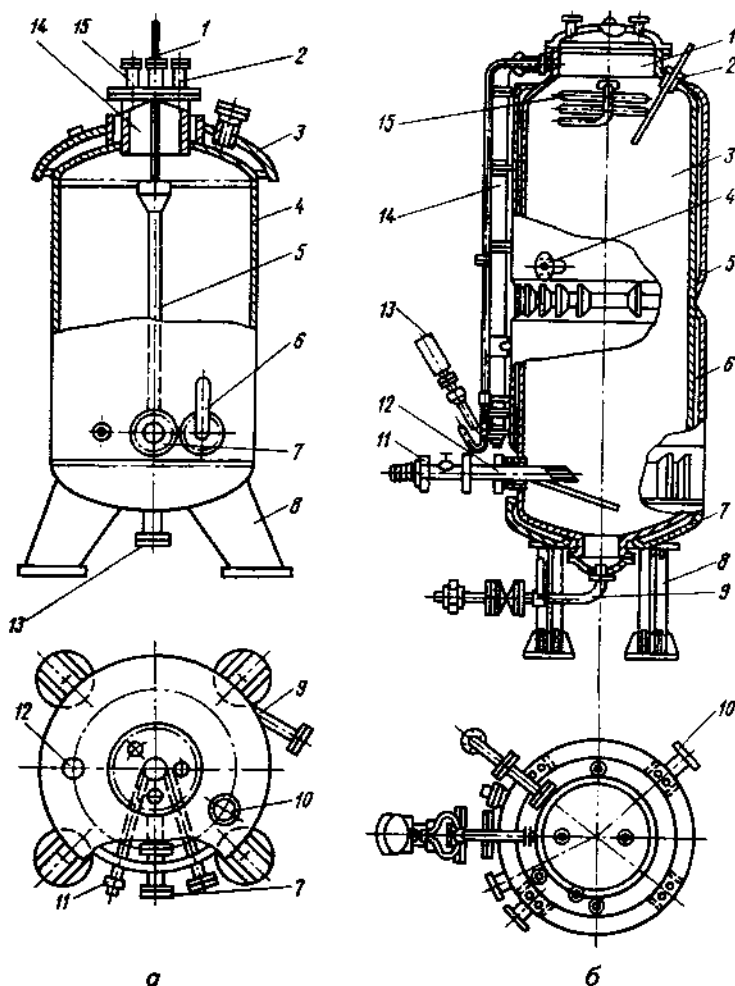
На базе бродильного резервуара ВБА имеется и приемный резервуар ВПА, отличающийся наличием трех рубашек.

**Бродильный резервуар А-7.** Он представляет собой цельносварной корпус (рис. 3.10, б), изготовленный из коррозионностойкой стали. Для регулирования температуры бродильной смеси резервуар имеет три рубашки и подвешенный сверху змеевик. Наличие охлаждающих рубашек и змеевика позволяет использовать резервуар и как бродильный, и как приемный. Резервуар может использоваться при периодической шампанизации.

Применение насадки в виде колец Рашига, роликов, стружки и др. способствует увеличению поверхности контакта фаз, обуславливает проведение шампанизации в условиях повышенной концентрации дрожжей, интенсифицирует процесс.

Ниже описаны основные типы бродильных резервуаров, используемых в этих схемах.

**Бродильный резервуар ВБА.** Он представляет собой цельносварной вертикальный корпус (рис. 3.10, а) со сферическими днищами, изготовленный из коррозионностойкой стали. Резервуары комплектуются в



**Рис. 3.10.** Броидильные резервуары:

*а* – ВБА (1, 6, 11 – термогильзы; 2, 12 – штуцеры; 3 – рубашка; 4 – корпус; 5 – труба; 7, 9, 10, 13, 15 – патрубки; 8 – опора; 14 – горловина); *б* – А-7 с нижним люком (1 – горловина; 2 – термогильза; 3 – корпус; 4, 10 – патрубки; 5, 6, 7 – рубашки; 8 – опора; 9 – труба; 11 – вентиль; 12 – труба для ввода вина; 13 – манометр; 14 – труба для вывода вина; 15 – змеевик)

Вместимость резервуаров ВБА и А-7 соответственно 5 и 7,7 м<sup>3</sup>.

При использовании резервуаров в линии шампанизации их должно быть не менее восьми штук в батарее, производительность которой рассчитывают с учетом коэффициента потока

$$K=V_0/V=0,00245, \quad (3.9)$$

где  $V_0$  – количество бродительной смеси (купаж+ликер+дрожжи), поступающей в бродительные резервуары, дал/ч;  $V$  – общая вместимость бродительных резервуаров и биогенераторов, дал.

**Бродильный резервуар А-184.** Он представляет собой одноемкостный многокамерный вертикальный цилиндрический резервуар со сферическими днищами и рубашкой (рис. 3.11). Внутри резервуара установлены цилиндрические перегородки, одни из которых закреплены

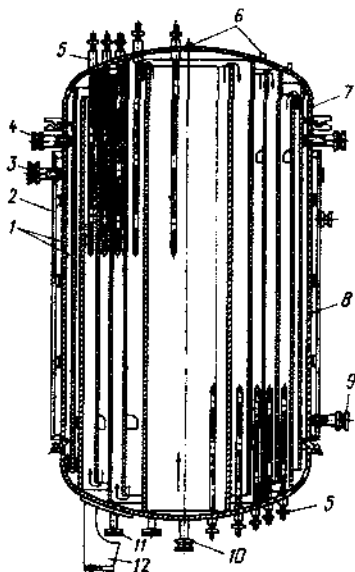


Рис. 3.11. Одноемкостный многокамерный бродительный резервуар А-184:

1 – перегородки; 2 – рубашка; 3, 4, 9, 10, 11 – штуцеры; 5, 6 – гильзы; 7 – днище; 8 – резервуар; 12 – опора

ны по всему периметру на днище резервуара и имеют кольцевые зазоры между торцами и днищем, а другие образуют такие же зазоры с противоположным днищем резервуара. Площади поперечного сечения центральной и кольцевых камер одинаковы и равны произведению зазора между перегородками на длину окружности между соответствующими цилиндрическими перегородками. Равенство этих площадей позволяет вести процесс брожения при стабильной средней линейной скорости потока. Поток бродительной смеси проходит через центральную и кольцевые камеры, а также через кольцевые переточные зазоры, последовательно изменяя свое направление.

Температуру в аппарате регулируют путем охлаждения вина на конечном участке потока с последующим рекуперативным послойным охлаждением к центру аппарата. Применение рекуперативной системы охлаждения обеспечивает плавное саморегулирование температуры шампанизируемого вина при минимальных перепадах между секциями, а также стабильность заданного режима.

Одноемкостный многокамерный бродильный аппарат для шампанизации вина в потоке имеет вместимость  $35 \text{ м}^3$  и по своей производительности соответствует батарейной бродильной установке, состоящей из семи резервуаров вместимостью  $5 \text{ м}^3$  каждый. Благодаря исключению переточных и соединительных винопроводов он обеспечивает более равномерную линейную скорость потока шампанизируемого вина, что благоприятствует равномерному распределению дрожжевых клеток в среде. При применении одноемкостных аппаратов повышается съем продукции с единицы основной производственной площади. На предприятиях отрасли применяют резервуары и других марок.

### 3.5. Аппаратура для производства газированных вин

При производстве газированных (шипучих) вин, как виноградных, так и плодово-ягодных, специфическим видом оборудования являются сатураторы. Конструкция сатураторов должна обеспечивать возможность максимального насыщения (пересыщения) вина диоксидом углерода. Для этого в аппарате необходимо создавать наибольшую поверхность вина, контактирующего с  $\text{CO}_2$ ; насыщать им вино при достаточно высоком парциальном давлении; соблюдать противоток диоксида углерода и газированного вина.

Пересыщение вина диоксидом углерода может проводиться различными способами: в сатураторах, барботированием вина мелкими пузырьками  $\text{CO}_2$ , свободной диффузией  $\text{CO}_2$  через поверхность вина, жидким  $\text{CO}_2$  дозируемым в поток вина в условиях повышенного давления и др.

Сатураторы по принципу действия подразделяют на объемные (смесительные), распылительные (оросительные) и комбинированные.

В первых – аппаратах периодического действия – смешение охлажденного вина с диоксидом углерода происходит под давлением  $0,3\text{--}0,4 \text{ МПа}$  в горизонтальном цилиндрическом резервуаре с мешалкой. В распылительных сатураторах  $\text{CO}_2$  смешивается с мелкими частицами вина; такого рода аппараты применяются в производстве газированной воды и безалкогольных напитков.

К комбинированным относятся аппараты, в которых используются в различных комбинациях принципы смешения  $\text{CO}_2$  с распыленным вином и насыщения им тонких пленок вина в противотоке. Такие сатураторы, как правило, автоматические, непрерывно действующие. По способу деаэрации они могут быть разделены на сатураторы с механическим отбором свободно выделяющегося воздуха в процессе газирования вина и сатураторы с принудительным отбором воздуха вакуум-насосом (вакуум-сатураторы). Деаэрация вина необходима, ибо растворенные в вине кислород и другие газы снижают растворимость  $\text{CO}_2$  в нем.

На винодельческих предприятиях используются сатураторы С-30, С-30М, СНД и др.

На рис. 3.12 показана схема работы сатуратора С-30М, относящегося к наиболее распространенному простейшему типу комбинированных сатураторов с механическим отбором воздуха. Оросительная колонка сатуратора 6 заполнена кольцами Рашига.

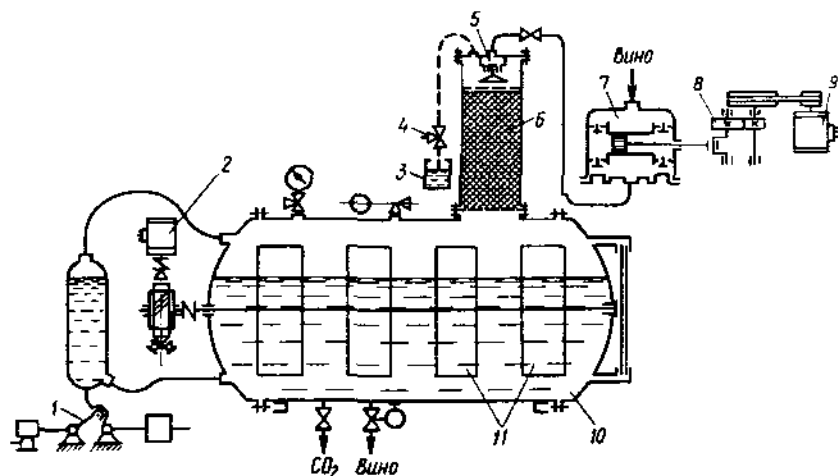


Рис. 3.12. Сатуратор С-30М (технологическая схема):

1 – регулятор уровня; 2, 9 – электродвигатели; 3 – сосуд; 4 – вентиль; 5 – распылитель; 6 – оросительная колонка; 7 – насос; 8 – редуктор; 10 – резервуар; 11 – мешалка

Вино подают в колонку насосом через распылитель 5. Стекающие вниз струйки вина смешиваются с поднимающимся диоксидом углерода

и попадают в резервуар 10, в котором вино для лучшего насыщения перемешивается мешалками 11.

Автоматический регулятор уровня вина 1, поступающего в сатуратор, представляет собой рычажный механизм с электрогидравлической связью, выполненный в виде качающегося коромысла, на одном конце которого укреплен груз, а на другом – сосуд, сообщающийся с горизонтальным резервуаром 10 сатуратора гибкими рукавами. В зависимости от уровня вина в горизонтальном резервуаре, а следовательно, и в сосуде центр тяжести рычажной системы меняется, коромысло поворачивается и с помощью рычагов поворачивает ртутный контакт, управляющий электродпусковой аппаратурой электродвигателя.

Вместо сатураторов для газирования вина успешно применяются крупные резервуары различных типов, в том числе и снабженные барботерами. Особенность процесса газирования вина в этом случае – медленное барботирование диоксида углерода, что обеспечивает лучшую насыщенность вина и большую устойчивость  $\text{CO}_2$  в вине.

### 3.6. Установки для производства коньячных спиртов

Коньячные спирты получают из белых виноматериалов путем их дистилляции на перегонных установках. К составу спирта в коньячном производстве предъявляются определенные требования, поэтому технология его получения должна быть основана на возможном исключении ректификации (сложной перегонки). Спирт должен быть получен простой перегонкой и простой дефлегмацией.

На рис. 3.13 приводятся принципиальные схемы установок для получения коньячного спирта, охватывающие все разнообразие их конструкций и дающие о них наглядное представление.

**Установка шарантского типа УПКС.** Она относится к установкам двойной сгонки: на ней сначала получают спирт-сырец, который вторично перегоняют с разделением на фракции – головную (1–3%), среднюю (коньячный спирт) (85–92%) и хвостовую (до 10%). Производительность установки 16 дал в сутки в пересчете на безводный спирт.

**Установка однократной (прямой) сгонки ПУ-500.** В ней благодаря специальным дефлегмационным устройствам фракционирование производится непосредственно при перегонке виноматериалов. Это приводит к сокращению промежуточной операции – получения спирта-сырца.

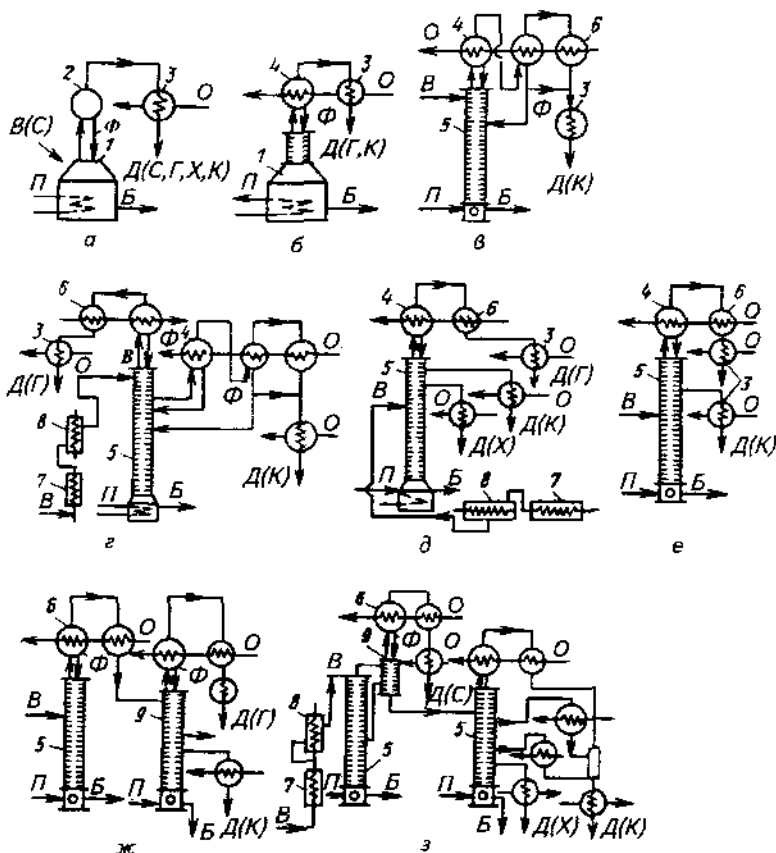


Рис. 3.13. Принципиальные схемы установок для получения коньячного спирта:

а – шарантского типа; б – однократной сгонки; в – К-5; г – К-5М; д – с промежуточным отбором фракции из укрепляющей колонны; е – сырьевая брагоректификационная; ж – с элюацией крепкого спиртопродукта; з – с отдельным отбором фракций коньячного спирта (1 – куб; 2 – шаровой воздушный дефлегматор; 3 – холодильник-конденсатор; 4 – дефлегматор с водяным охлаждением; 5 – перегонная колонна; 6 – конденсатор; 7 – перегреватель; 8 – охладитель перегретого вина; 9 – элюационная колонна; Б – барда; В – виноматериал; Г – головной погон; Д – дистиллят; С – спирт-сырец; К – коньячный спирт; У – хвостовая фракция; П – греющий пар; О – охлаждающая вода; Ф – флегма)

Установка работает следующим образом. Виноматериал, подогретый в порционном кубе-преднагревателе 2 (рис. 3.14) до 65–70° С за счет отработанных горячих вод из дефлегматора, загружается в перегонный куб 12, где доводится до кипения паром, поступающим по паропроводу в змеевик 4. Конденсат из змеевика отводится через конденсационный горшок 1.

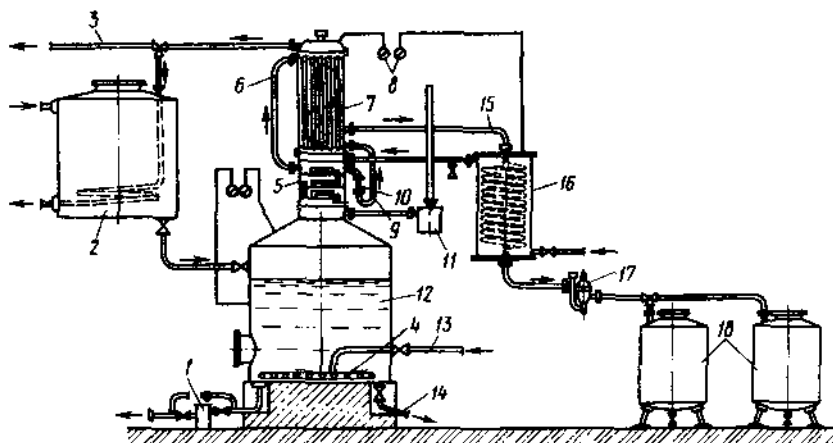


Рис. 3.14. Технологическая схема установки ПУ-500:

1 - конденсационный горшок; 2 - куб-преднагреватель; 3, 14 - трубопроводы; 4 - змеевик; 5 - укрепляющая колонна; 6 - обводная труба; 7 - дефлегматор; 8 - термометры; 9 - гидравлический затвор; 10 - ротаметр; 11 - вакуум-прерыватель; 12 - перегонный куб; 13 - паропровод; 15 - трубопровод; 16 - холодильник; 17 - спиртовой фонарь; 18 - сборники

Спиртовые пары, образовавшиеся в перегонном кубе 12, барботируются через флегму в четырех кипячительных тарелках (расстояние между тарелками 230 мм) укрепляющей колонны 5 диаметром 690 мм и высотой 950 мм, затем по обводной трубе 6 поступают в межтрубчатое пространство дефлегматора 7.

Охлаждающая вода через нижний штуцер поступает в трубчатое пространство дефлегматора, где нагревается до 85–90° С, и по трубопроводу 3 идет в порционный куб-преднагреватель 2 для подогрева новой навалки.

Часть флегмы, образовавшейся в дефлегматоре, через гидравлический затвор 9 и ротаметр 10 возвращается на верхнюю тарелку укреп-



ляющей колонны 5. Пар, приходя в контакт с флегмой, конденсируется. При конденсации происходит обогащение жидкой фазы нижекипящим компонентом (спиртом). За счет теплоты конденсации происходит испарение жидкости на тарелке.

Выделяющийся пар будет содержать еще больший процент нижекипящего компонента, чем пар, который сконденсировался на тарелке. Аналогичные процессы массообмена в направлении укрепления водно-спиртовых паров происходят и на других тарелках колонны.

Другая часть флегмы из дефлегматора по трубопроводу 15 направляется в холодильник 16 и, конденсируясь, через спиртовой фонарь 17 поступает в сборник 18.

В процессе перегонки в кубе возникает избыточное давление, контроль за которым осуществляется при помощи вакуум-прерывателя 11, который одновременно служит гидравлическим предохранителем. Во время отбора средней фракции давление в вакуум-прерывателе не должно превышать 3 кПа, а при отделении хвостового погона оно должно поддерживаться на уровне 5 кПа.

При сборе средней фракции наилучшим был признан режим дефлегмации при флегмовом числе 1,0–1,3 (см. ниже). Отделение хвостового погона производится при умеренной подаче пара в змеевики нагрева и меньшем флегмовом числе.

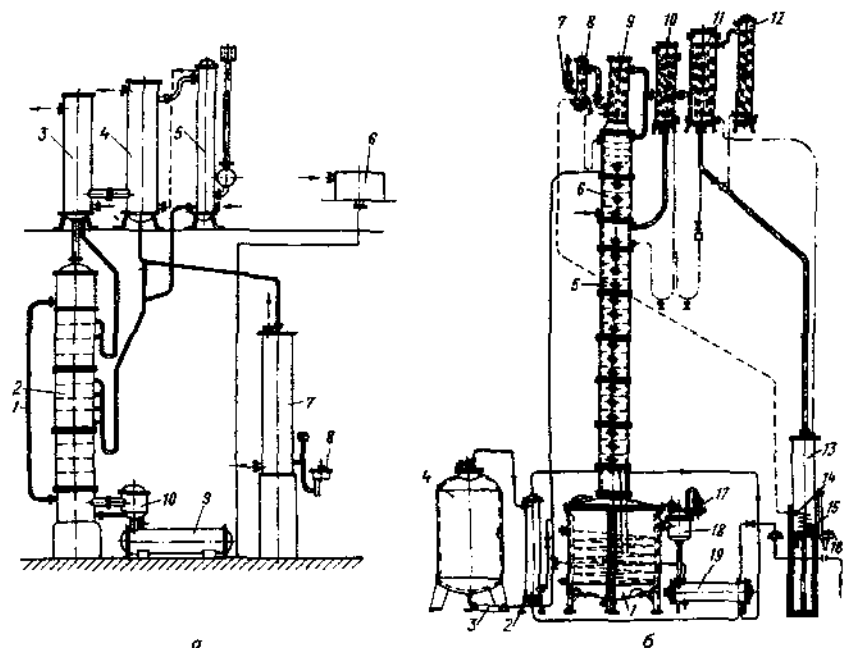
После окончания процесса перегонки кубовые остатки (барда) спускаются по трубопроводу 14 и направляются для изготовления виннокислой извести. Производительность установки 100 дал/сутки в пересчете на безводный спирт.

**Установка К-5.** В установке непрерывного действия К-5 (рис. 3.15, а), разработанной в Болгарии, две простые перегонки воспроизводятся в потоке путем отгонки этилового спирта и летучих примесей в специальной тарельчатой колонне 2 с последующим укреплением спиртовых паров до кондиций коньячного спирта в двух дефлегматорах 3 и 4. Коньячный спирт в этом случае не фракционируется от головных и хвостовых примесей.

Выварная колонна установки диаметром 640 и высотой 958 мм снабжена 14 одноколпачковыми тарелками, расположенными на расстоянии 237 мм.

Установка имеет ряд технологических недостатков, в частности в ней не обеспечиваются благоприятные условия обогащения коньячного спирта летучими примесями. В принципе этот недостаток присущ и другим установкам непрерывного действия. По другим показателям (производительность, экономичность и пр.) установка К-5 достаточно

прогрессивна. Производительность установки К5 – 280 дал/сутки в пересчете на безводный спирт.



**Рис. 3.15.** Принципиальные схемы установок для получения коньячного спирта:

*а* – К-5 (1 – коммуникации; 2 – колонна истощения; 3, 4 – дефлегматоры; 5 – конденсатор; 6 – натопный бак; 7 – холодильник; 8 – спиртовой фонарь; 9 – теплообменник; 10 – бардорегулятор); *б* – К-5М (1 – бардяной куб; 2 – охладитель; 3 – барботер-смеситель; 4 – перегреватель вина; 5 – выварная колонна; 6 – эворационная колонна; 7 – газоотделитель; 8 – конденсатор головной фракции; 9 – дефлегматор головной фракции; 10 – дефлегматор коньячного спирта; 11, 12 – конденсаторы; 13 – холодильник коньячного спирта; 14 – змеевик; 15, 16 – фонари головной фракции; 17 – пробник; 18 – бардорегулятор; 19 – теплообменник)

**Установка К-5М (или УК-1).** В этой установке для очистки коньячного спирта от головных примесей предусмотрена эворационная колонна (рис. 3.15, б), работающая по принципу обратного холодильника. Перед поступлением вина в эворационную колонну 6 его температура

снижается до температуры кипения за счет возврата части теплоты вино-материалу, поступающему на перегонку. Диаметр колонны 640 мм, количество тарелок в эпорационной колонне – 7, из них в концентрационной части – 4. В конденсаторе 8 эпорационной колонны предусмотрен отбор дистиллята в количестве 1–5% в пересчете на безводный спирт, поступающий с перегоняемой жидкостью. С этим дистиллятом (головная фракция) отбирается и часть сконцентрированных летучих примесей вина, избыточное количество которых в коньячном спирте ухудшает его качество. После освобождения от головных примесей виноматериал подвергается дальнейшей дистилляции с целью получения коньячного спирта. Дополнительно установка оборудована перегревателем вина 4 и кубом 1 для задержки барды в кипящем состоянии, чтобы обеспечить новообразование летучих веществ. Процесс укрепления спиртовых паров до кондиций коньячного спирта основан на том же принципе, что и в установке К-5.

Выварная колонна 5 установки К-5М диаметром 640 и высотой 958 мм снабжена 16 одноколпачковыми тарелками, расположенными на расстоянии 320 мм одна от другой. Производительность установки К-5М – 400 дал/сутки в пересчете на безводный спирт.

Установка с промежуточным отбором фракций. Укрепление спиртовых паров до кондиций коньячного спирта осуществляют также в установках с тарельчатыми колоннами с промежуточным отбором фракций (см. рис. 3.13, д). В этом случае головная, средняя (коньячный спирт) и хвостовая фракции отбираются с промежуточных тарелок укрепляющей колонны, а коньячный спирт укрепляется. На этой установке также предусмотрены условия для новообразования летучих веществ путем перегрева виноматериала в специальной емкости и задержки кипящей барды в кубе.

Установка брагоректификационного типа. В установках такого типа (см. рис. 3.13, е) в единый процесс непрерывной перегонки объединено до 15 простых перегонок, осуществляемых в укрепляющих колоннах с большим числом тарелок. В зависимости от условий перегонки с промежуточных тарелок укрепляющей колонны такого аппарата могут быть отобраны коньячный спирт и головная фракция, спирт-сырец, эфиروальдегидная фракция, спирт этиловый и сивушное масло. Подобные установки, однако, не обеспечивают получения коньячного спирта требуемого состава, поскольку в зоне его отбора при постоянной крепости исходной жидкости в дистиллят будут переходить летучие примеси, количество которых ограничивается постоянной крепостью этилового спирта в зоне отбора.

Помимо установок, воспроизводящих в непрерывном потоке две простые перегонки на одноколонных аппаратах с отгонной и укрепляющей частями, в практике производства коньячного спирта нашли применение двух- и трехколонные аппараты непрерывного действия.

**Двухколонная установка непрерывного действия с эспорацией крепкого спиртопродукта.** В первой колонне этой установки (см. рис. 3.13, жс) происходит укрепление спиртовых паров до кондиций коньячного спирта, во второй – очистка полученного дистиллята от примесей головного характера. Вторая колонна работает по принципу эспорационной. В этой установке сделана попытка воспроизвести в потоке два цикла простых перегонок, с которыми связан процесс получения коньячного спирта по классической (шарантской) технологии. Однако здесь, как и в предыдущих случаях, предусмотрен отбор основной фракции в одной точке, в которой не могут быть достигнуты условия перегонки, обеспечивающие обогащение дистиллята летучими примесями по мере снижения спиртуозности перегоняемой жидкости.

**Установка ВАНД.** В этой установке (рис. 3.16, а) используются вихревые контактные устройства (ВКУ). Схема установки в принципе такая же, как и установки К-5М, за исключением блока эспорации.

Установка включает три основных блока – термообработки вино-материалов, их перегонки и эспорации винного дистиллята.

Колонна истощения в блоке перегонки оснащена пластинчатыми завихрителями, обеспечивающими взаимодействие пара и вино-материала в закрученном потоке. Такие контактные устройства представляют собой веерные решетки 1 (рис. 3.16, б), составленные из пластин. Пластины закреплены на неподвижном стержне с наклоном и перекрывают одна другую на 1/3 площади. Они устанавливаются в корпусе колонны с определенным сливным зазором для жидкой фазы. Паровой поток, проходя по колонне снизу и испытывая направляющее воздействие пластин, приобретает вращательное (вихревое) движение относительно оси аппарата и за счет трения приводит во вращение жидкость, стекающую под действием силы тяжести по стенкам колонны. Вращение фаз в аппарате однонаправленное, что позволяет добиться высокой скорости парового потока в свободном сечении аппарата (до 6 м/с). В этом отношении устройства с вращательным движением фаз обладают рядом преимуществ перед колпачковыми барботажными тарелками, которыми укомплектованы все используемые в настоящее время дистилляционные установки непрерывного действия. В барботажных устройствах скорость парового потока не превышает, как пра-

вило. 1 м/с. Поэтому применение закрученного течения фаз позволит значительно увеличить производительность аппарата при тех же, что и в аппаратах с колпачковыми тарелками, геометрических размерах. Отсутствие застойных зон и переливных устройств в колоннах с закрученными фазами позволяет вести непрерывный процесс получения коньячного спирта из виноматериала, содержащего большое количество дрожжей (до 10%).

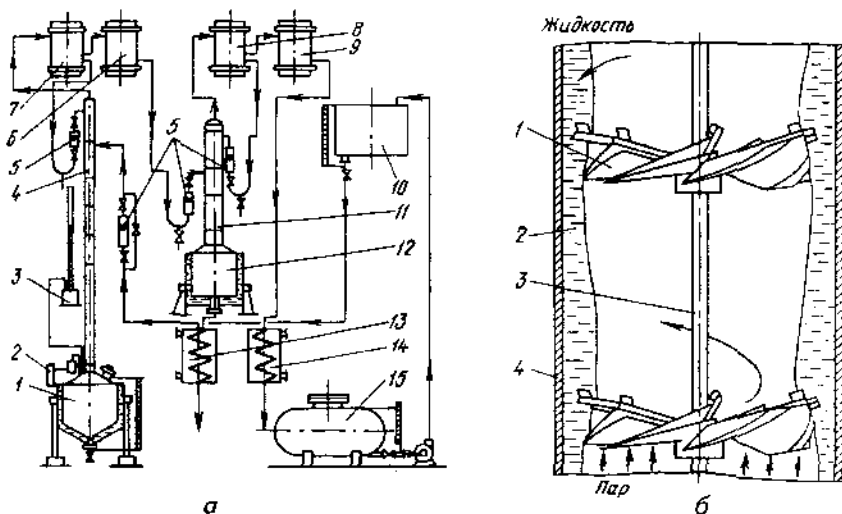


Рис. 3.16. Установка ВАНД:

*а* – принципиальная схема (1 – куб отгонной колонны; 2 – пробный холодильник; 3 – вакуум-прерыватель; 4 – отгонная колонна вихревого типа; 5 – ротаметр; 6, 9 – конденсаторы; 7, 8 – дефлегматоры; 10 – напорная емкость для вина; 11 – элюэционная колонна; 12 – куб элюэционной колонны; 13 – холодильник коньячного спирта; 14 – холодильник головной фракции; 15 – резервуар для тепловой обработки вина); *б* – контактное устройство (1 – верхние решетки; 2 – сливной зазор; 3 – неподвижный стержень; 4 – корпус колонны)

В этой установке отсутствует фракционирование основного погона от хвостовых примесей, что приводит к переобогащению коньячного спирта летучими примесями хвостовой фракции (как и в установках типа К-5).

Производительность установки ВАНД 4000 л/ч (по виноматериалу)<sup>1</sup>.

Установка непрерывного действия с отдельным отбором фракций. В этой установке (см. рис. 3.13, з) возможно направленное регулирование химического состава получаемого коньячного спирта. В отгонной колонне такого аппарата предусмотрен максимальный отбор летучих примесей и этилового спирта. Такой отбор достигается за счет вывода спиртовых паров отгонной колонны при различных крепостях перегоняемого виноматериала. Спиртовые пары поступают в эпорационную колонну, в которой происходит их смешение. Основная масса паров после смешения и конденсации отводится в виде жидкости (эпората) в окончательную колонну. Меньшая часть (1–5% в пересчете на безводный спирт) образует головную фракцию и отбирается через конденсатор или с промежуточных тарелок концентрационной части эпорационной колонны. Эпорат, близкий по своему составу спирту-сырцу, получаемому на аппаратах периодического действия, дистиллируется затем в окончательной колонне, в которой производится отбор спиртовых паров в нескольких точках при различной крепости эпората. После конденсации спиртовых паров получаемые дистилляты смешиваются. Такое их смешение обеспечивает обогащение коньячного спирта летучими примесями, переходящими в дистиллят при различной крепости эпората. Следовательно, в этом случае, как и во время перегонки на аппаратах периодического действия, обогащение коньячного спирта летучими веществами происходит по мере снижения крепости спирта-сырца. Таким образом, в этой установке благодаря наличию промежуточных зон отбора дистиллята создаются благоприятные условия для получения коньячных, а также плодовых спиртов регулируемого состава.

Методика технологических и конструктивных расчетов перегонных установок весьма специфична и зависит от принципа действия последних. На практике, как правило, ограничиваются тепловым расчетом таких установок, для выполнения которого необходимо знать количество продуктов на различных этапах процесса.

<sup>1</sup> В настоящее время установки ВАНД модернизированы и выпускаются в нескольких моделях ВАНД-01, ВАНД-02, ВАНД-КМ, ВУНД. Каждая имеет технологические и конструктивные особенности. Для них модернизированы и вихревые устройства, выпускаемые с дополнительными пластинами (ВКУ-ДП) и переточными корпусами (ВКУ-К).

Схемы этих установок и сведения о них приведены в литературе: Любченков П. П. Разработка и эксплуатация коньячной перегонной установки модели ВАНД // Виноград и вино России. – 2000. – № 6 – С. 32–38.

В самом общем виде материальный баланс перегонных установок может быть представлен следующим образом.

Приход (кг/с):

- поступающий на перегонку виноматериал  $M$ ;
- греющий пар  $P$ ;
- флегма (жидкая)  $\Phi$  ( $\Phi = \nu D$ , где  $\nu$  – флегмовое число;  $D$  – количество дистиллята; реальное значение  $\nu$  при получении основного погона – 2,53, при получении хвостового погона – 3,87).

Расход (кг/с):

- дистиллят  $D$ ;
- флегма (пар)  $\Phi$ ;
- остаток  $R$ ;
- конденсат греющего пара  $P$  (отводится отдельно от остатка, если пар закрытый, и вместе с остатком, если пар открытый).

Тогда

$$M + P + \Phi = D + \Phi + R + P, \quad (3.10)$$

т. е.

$$M = R + D. \quad (3.11)$$

Тепловой баланс составляют на базе материального (см. главу 6).

Приход теплоты (Вт):

- теплота, вводимая со смесью,  $Q = Mc_{см}t_{см}$ , где  $c_{см}$  и  $t_{см}$  – соответственно теплоемкость [Дж/(кг·К)] и температура (К) смеси;
- теплота, вводимая с греющим паром,  $Q_{п} = r_{п}$ , где  $r_{п}$  – энтальпия пара, Дж/кг;
- теплота, вносимая жидкой флегмой,  $Q_{фж} = \nu D c_{ф} t_{ф}$  где  $c_{ф}$  и  $t_{ф}$  – соответственно теплоемкость [Дж/(кг·К)] и температура (К) флегмы.

Расход теплоты (Вт):

- теплота, уносимая дистиллятом,  $D_D = D i_D$ , где  $i_D$  – энтальпия дистиллята, Дж/кг;
- теплота, уносимая парами флегмы,  $Q_{фп} = \nu D i_D$ ;
- теплота, уносимая остатком,  $Q_R = R c_R t_R$ , где  $R = M - D$ ,  $c_R$  и  $t_R$  – соответственно теплоемкость [Дж/(кг·К)] и температура (К) остатка;
- теплота, уносимая конденсатом,  $Q_K = P c_K t_K$ , где  $c_K$  и  $t_K$  – соответственно теплоемкость [Дж/(кг·К)] и температура (К) конденсата;
- теплота, теряемая в окружающем пространстве,  $Q_{пот}$  (~5%)

Тогда

$$M c_{см} t_{см} + P i_{п} + \nu D c_{ф} t_{ф} = D i_D + R c_R t_R + P c_K t_K + Q_{пот}. \quad (3.12)$$

Расход греющего пара (кг/ч)

$$P = \frac{Di_D + \nu D(i_D - c_{\phi} t_{\phi}) + Rc_R t_R - Q_{\text{пот}} - Mc_{\text{см}} t_{\text{см}}}{i_{\text{п}} - c_K t_K} \quad (3.13)$$

Целью тепловых расчетов может быть также определение величины теплопередающих поверхностей или выбор режима работы отдельных элементов перегонных установок (дефлегматоров, холодильников-конденсаторов и др.). Все эти элементы могут рассматриваться в качестве теплообменников, которые рассчитывают по методикам, изложенным в главе 6.

Приведенные зависимости и рекомендации в полной мере могут быть использованы при расчете ректификационных установок для получения спирта при переработке вторичных продуктов виноделия.

Необходимо количество перегонных установок

$$N = V_C \cdot 100 / (c_{\text{ВМ}} P_{\Phi} T), \quad (3.14)$$

где  $V_C$  – объем коньячного спирта, необходимого для определенной марки коньяка, м<sup>3</sup> безводного спирта;  $c_{\text{ВМ}}$  – крепость виноматериалов;  $P_{\Phi}$  – фактическая производительность перегонной установки (или аппарата), м<sup>3</sup>/сут;  $T$  – продолжительность сезона перегонки, принимается 180 сут.

Расчет этот проводят для каждой марки коньяка.

К весьма специфическим относится расчет необходимого количества дубовых клепок для выдержки коньячного спирта в эмалированных резервуарах. Подсчитывают его на 1000 дал коньяка, исходя из следующих условий:

общая удельная поверхность клепок

$$1000 \times 1000 = 1000000 \text{ см}^2,$$

где 1000 – удельная поверхность древесины на 1 дал коньячного спирта, см<sup>2</sup>;

поверхность одной стандартной клепки размерами 85 × 10 × 3,5 см:

$$(85 \times 10) \times 2 + (85 \times 3,5) \times 2 = 2295 \text{ см}^2;$$

потребное количество дубовых клепок:

$$1000000 / 2295 = 435 \text{ шт.}, \text{ или } 0,003060 \times 435 = 1,4 \text{ м}^3.$$

где 0,003060 – объем клепки, м<sup>3</sup>.

При производстве кальвадоса также используют перегонные аппараты описанных типов. Однако получение яблочных спиртов традиционного состава требует учета некоторых их специфических свойств – низкой спиртуозности и особенности перехода в дистиллят летучих веществ, обуславливающих аромат яблок, которые легко разрушаются и видоизменяются в процессе длительного кипячения.



## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ВИНОМАТЕРИАЛОВ И ВИН

Емкостное оборудование (резервуары) используют для хранения и транспортирования виноматериалов и вин, для некоторых видов их обработки (купажирование, эгализация, оклейка и др.; см. также главы 5, 6), а также в качестве вспомогательного оборудования бродильных отделений и отделений обработки вин.

В отечественном виноделии наиболее широко используются железобетонные и металлические резервуары большой вместимости со специальными покрытиями, на отдельных предприятиях имеется и деревянная тара из дубовой клепки (бочки, буты, чаны). Конструктивно устройство емкостного оборудования сравнительно несложно.

Классифицируются резервуары по нескольким основным признакам: по назначению (для хранения, купажирования, обработки виноматериалов и вин); по конструктивному исполнению (по форме в плане, наличию мешалок, рубашек и т. д.); по конструкционному материалу (металлические, железобетонные, деревянные, полимерные); по расположению при установке (горизонтальные, вертикальные, одно- и многоярусные и т. д.). Резервуары могут быть также стационарными или транспортными. Форма, линейные размеры и вместимость железобетонных резервуаров влияют на их технологические и технико-экономические показатели.

Значимость емкостного оборудования очень велика: по одновременной вместимости производственных резервуаров часто определяется производственная мощность винодельческих предприятий.

При этом за наличные емкости принимают в расчет стационарные емкости, включая находящиеся в ремонте, а также бочковую тару, для размещения которой имеется площадь в закрытых помещениях. Производственная мощность

$$M = EK/E_1, \quad (4.1)$$

где  $E$  – одновременная вместимость производственной тары;  $K$  – коэффициент заполнения (использования) емкостей;  $E_1$  – потребность в емкостях на 1 т винограда.

При подсчете  $E$  для заводов (пунктов) первичного виноделия, как правило, не учитывают стационарные емкости, занятые под долготельней выдержкой вин и спиртов, а купажные резервуары и резервуары для термической обработки учитывают с поправочным коэффициентом 0,7.

Значения  $K$  берут в зависимости от назначения проводимой в емкости технологической операции:

- при расчете вместимости или количества отстойных резервуаров  $K=1,0$ ;
- при расчете бродильных резервуаров  $K=0,85$  (при брожении сусле) и  $K=0,80$  (при брожении на мезге);
- при расчете резервуаров винохранилища  $K$  составляет 1,00 при хранении вина, 0,85 при термической обработке и 0,80 при эгализации и купаже.

Потребность в емкостях на 1 т перерабатываемого винограда в зависимости от удельного веса крепленых виноматериалов можно ориентировочно принимать по следующим данным:

Удельный вес крепленых виноматериалов, %	0	20	40	60	80	100
Требуемый объем, дал	76,0	78,7	81,4	84,2	86,9	89,5

Для заводов вторичного виноделия принимают трехкратную оборачиваемость стационарной тары, а для марочных вин многолетней выдержки могут предусматриваться дополнительные емкости.

На основе приведенных нормативов для подсчета необходимого количества резервуаров в винохранилище может быть использована формула

$$N = \frac{1/3 \sum -0,7(N_K E_K + N_T E_T)}{E}, \quad (4.2)$$

где  $\Sigma$  – общее количество виноматериалов, подлежащих хранению,  $m^3$ ;  $N_K$  и  $N_T$  – количество резервуаров, соответственно купажных и для термообработки;  $E_K$  и  $E_T$  – вместимости резервуаров, соответственно купажных и для термообработки,  $m^3$ ;  $E$  – вместимость резервуара,  $m^3$ .

При таком подходе к мощности заводов или расчете количества емкостей для проведения тех или иных технологических операций учитывают следующие нормативные данные:

1. Время отстаивания сусле 12–18 ч. Отношение высоты отстойных резервуаров к диаметру не более 1,0, а высота резервуаров не более 4,0 м.

2. Для хранения вина и купажа используют вертикальные железобетонные резервуары. Резервуары для термической обработки предпочтительнее металлические, изолированные, с рубашками. Для хранения коньяков, настоев для производства вермута рекомендуются металлические эмалированные резервуары. Для хранения полусладких вин рекомендуются металлические, цилиндрические, вертикальные, изолированные резервуары, снабженные охлаждающими рубашками.

3. Количество резервуаров для выдержки вин определяют в зависимости от принятых сроков выдержки: обычно 2–3 сут для охлажденного вина и 5 сут для подогретого вина.

4. При расчете необходимой общей вместимости и количества резервуаров для хранения настоев (трав, цветов и корней), сахарного сиропа и готовых вермутов следует учитывать потребности: в настоях – на 6 мес; в сахарном сиропе – на 3 мес; для готовых вермутов – на 1 мес. Коэффициент заполнения этих резервуаров принимают равным 1.

5. Общая вместимость винохранилища для коньячных виноматериалов рассчитывают на 15-суточный запас.

6. Количество резервуаров для хранения коньячных спиртов и коньяков рассчитывают отдельно по маркам. Для сбора головной и хвостовой фракций предусматривают дополнительные резервуары.

Расчеты необходимого количества резервуаров для производства различных видов виноматериалов и вин имеют свою специфику, которая учитывается в нормах технологического проектирования.

#### **4.1. Железобетонные резервуары**

Железобетонные резервуары бывают прямоугольными и круглыми (в плане). Последние чаще называют цилиндрическими. В первом случае площадь винохранилища используется полнее, но расход материалов на единицу вместимости больше.

Прямоугольные железобетонные резервуары устанавливают отдельно или в блоки, расположенные в один или два спаренных ряда. По высоте блоки бывают одно- и многоярусными.

Преимущества прямоугольных двухсекционных многоярусных резервуаров перед отдельными одноярусными очевидны: при их сооружении удельная норма нагрузки на  $1 \text{ м}^2$  винохранилища значительно выше, а расход стройматериалов и средств на единицу объема ниже, кроме того, многоярусные емкости облегчают проведение некоторых технологических операций. Железобетонные резервуары сравнительно дешевы и долговечны.

Железобетонные резервуары для вина строят из монолитного железобетона и сборных конструкций. Толщина стенок резервуаров определяется расчетным путем в зависимости от объема и размеров. Вместимость резервуаров – от 15 до 270 м<sup>3</sup>.

Железобетонные резервуары требуют специальных покрытий. За ними необходим тщательный уход. Стационарные железобетонные резервуары желательнее располагать в подвале или на первом этаже так, чтобы фундамент передавал нагрузки на грунт. При этом в качестве изоляционных материалов применяют гравий, шлак, песок. Толщину изоляции рассчитывают исходя из недопустимости замерзания грунта. В остальном расчет железобетонных резервуаров ведется по обычным методам, принятым в строительной технике.

## 4.2. Металлические резервуары

Металлические резервуары изготавливают из углеродистой или коррозионностойкой стали. Внутренняя поверхность первых покрывается эмалью или защитными лаками. Есть резервуары, изготовленные из биметаллов.

*Металлические резервуары выгодно отличает от железобетонных ряд преимуществ. При соответствующих покрытиях они более удобны в санитарно-гигиеническом отношении, легче поддаются мойке, герметичность обеспечивает сведение потерь вина от испарения к минимуму. Стенки обладают хорошей теплопроводностью, и при наличии рубашек можно регулировать температуру в резервуарах. Возможность изготовления резервуаров любой вместимости и формы, а также расположения их в один, два и более ярусов позволяет более рационально использовать объем производственного помещения. Резервуары бывают горизонтальными и вертикальными. Отношение диаметра к длине не должно превышать в среднем от 1:1,5 до 1:2, потому что в очень длинных резервуарах плохо идет перемешивание.*

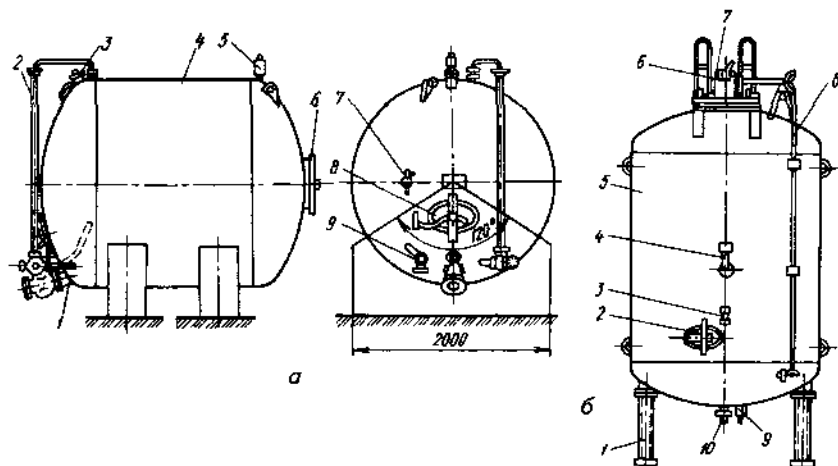
Вместимость металлических резервуаров – до 100 м<sup>3</sup>, но есть так называемые сверхкрупные резервуары вместимостью 100–5000 м<sup>3</sup>.

На рис. 4.1, а в качестве примера показан цилиндрический горизонтальный резервуар марки РГ-0,7-16, изготовленный из листовой стали и покрытый внутри эмалью.

Поворотная труба, установленная в нижней части переднего дна, предназначена для снятия осветленной части виноматериалов с осадка, которое осуществляется путем постепенного поворота рукоятки и перевода сливной трубы из верхнего положения в горизонтальное.

Горизонтальные резервуары устанавливают наклонно: переднюю часть с отверстием для стока – на 2–6 см ниже, чтобы обеспечить сток вина.

Они могут устанавливаться в один, два или три яруса (в последних случаях в шахматном порядке). Нижний ярус устанавливается на железобетонных подушках, верхний – на специальных опорах.



**Рис. 4.1.** Металлические резервуары:

*а* – горизонтальный РГ-0,7-16 (1 – вентиль; 2 – указатель уровня; 3, 7 – штуцеры; 4 – корпус; 5 – воздушник; 6, 8 – люки; 9 – поворотная труба); *б* – вертикальный В-694 (1 – стойка; 2, 7 – люки; 3 – кран; 4 – термометр; 5 – корпус; 6 – воздушник; 8 – указатель уровня; 9 – кран; 10 – штуцер)

На рис. 4.1, б показан вертикальный резервуар В-694, выполненный из коррозионстойкой стали, внутренняя поверхность которого покрыта эмалью ХСЗ-А или лаком ХС-76 по грунту ХС-0,4, а наружная – эмалью ПФ-115 голубовато-зеленого цвета.

Резервуары такого типа изготавливаются и с рубашками (верхней или нижней), например В-695.

Техническая характеристика выпускаемых и наиболее распространенных металлических резервуаров приведена в литературе [10, 25, 26].

На отечественных предприятиях имеется большое количество импортных резервуаров, изготовленных в Польше, Чехии, Словакии, Югославии и других странах.

На винодельческих предприятиях широко применяют и другие резервуары, в том числе для вспомогательных целей. Очень распространены небольшие вертикальные резервуары с мешалками типа РЗРЯ, выполненные из коррозионностойкой стали и используемые в качестве дрожжегенераторов и реакторов, а также резервуары типа ВВЗ (закрытые с рубашкой), ВВМ (закрытые с рубашкой и мешалкой), ВВО, РВО (открытые), ВВОМ, ВМ (открытые с мешалкой), РВЗ (закрытые) и др. Их внутренняя поверхность покрыта слоем эмали толщиной 0,1–1,0 мм. Вместимость таких резервуаров – 0,1–1 м<sup>3</sup>.

Большое значение имеет уход за металлическими резервуарами. При очистке металлических резервуаров, покрытых внутри эмалью, необходимо остерегаться ударов и толчков, так как это может вызвать повреждение эмали.

Значительно большие трудности представляет очистка резервуаров, покрытых всевозможными кислотоупорными лаками, устойчивыми против различных компонентов вина. При очистке таких резервуаров необходимо принимать во внимание химический состав и физические свойства покрытий.

Тщательного ухода требует также наружная облицовка резервуаров. Желательно, чтобы она сохранялась так же продолжительно, как и внутреннее покрытие.

Расчет металлических резервуаров ведут по стандартным методикам, а также по рекомендациям, приведенным в литературе [11, 14].

Ниже приводятся формулы, наиболее часто применяемые при расчетах металлических резервуаров на прочность, в том числе специфических. Надо, однако, иметь в виду, что расчеты емкостной аппаратуры на прочность производят после тепловых и гидравлических расчетов и определения основных конструктивных размеров аппарата.

Номинальное допускаемое напряжение на растяжение для цилиндрических стенок (Па) при их температуре до 250° С

$$[\sigma] = \sigma_B / n_B; \quad (4.3)$$

расчетное допускаемое напряжение

$$[\sigma]_p = 0,6\sigma_T, \quad (4.4)$$

где  $\sigma_B$  – предел прочности металла на растяжение при температуре 20° С, Па;  $\sigma_T$  – предел текучести металла при температуре стенки, Па;  $n_B$  – коэффициент запаса прочности по отношению к пределам прочности (минимальное значение  $n_B=2,4$ ).

Расчет на прочность цилиндрических и сферических корпусов металлических резервуаров, находящихся под внутренним давлением, производят по формуле

$$S = \frac{pD_B}{2,3[\sigma]\varphi - p} + C, \quad (4.5)$$

где  $S$  – толщина стенки, м;  $p$  – давление внутри резервуара, Па;  $D_B$  – внутренний диаметр резервуара, м;  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение на растяжение, Па;  $\varphi$  – коэффициент прочности сварного шва ( $\varphi \approx 0,8$ );  $C$  – прибавка на коррозию (около 1 мм).

При  $[\sigma]\varphi/p \geq 50$  значением  $p$  в формуле (4.5) можно пренебречь.

Толщина (м) прямоугольной стенки, закрепленной по периметру,

$$S = 0,053b \sqrt{\frac{P}{[\sigma](1+b^2/a^2)}} + C, \quad (4.6)$$

где  $a$  и  $b$  – соответственно большая и меньшая стороны прямоугольника, м;  $p$  – давление на стенку, Па;  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение на изгиб, Па;  $C$  – прибавка на коррозию, м.

Толщина стенки (м) прямоугольного сосуда

$$S = \sqrt{\frac{3pL^2H^2}{8[\sigma](H^2 + L^2)}} + C, \quad (4.7)$$

где  $p$  – давление на стенку, Па;  $L$  – длина стенки или расстояние между вертикальными стойками, м;  $H$  – высота стенки или расстояние между горизонтальными элементами жесткости, м.

Толщина днищ резервуаров зависит от их формы. Толщина эллиптических днищ (м)

$$S_3 = \frac{pD_B}{3,8[\sigma]\varphi - p} \frac{D_B}{2h_B} + C, \quad (4.8)$$

где  $h_B$  – высота днища, м; остальные обозначения те же, что и в формуле (4.7).

При  $[\sigma]\varphi/p \geq 30$  значением  $p$  в формуле (4.8) можно пренебречь.

При расчете опор резервуаров или аппаратов в виде сварных консольных конструкций с вертикальными ребрами (рис. 4.2) учитывают оптимальное отношение высоты опоры  $h$  к ее вылету  $a$  т. е.  $\text{tg } \beta$ , равный 2, что соответствует углу  $\alpha = 26,5^\circ$ .

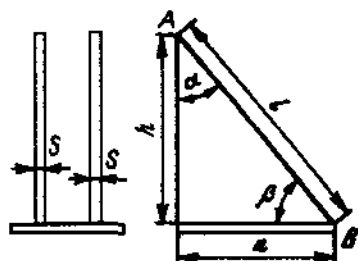


Рис. 4.2. Схема расчета опорной лапы аппарата

Порядок расчета опорной лапы следующий.

1. Предварительно определяют  $S$  (м) – толщина ребра

$$S = \frac{1,118Q_0}{\varphi[\sigma]_{ж} a} = \frac{1,118G}{\varphi[\sigma]_{сж} az}, \quad (4.9)$$

где  $Q_0$  – нагрузка на одну опору,  $H$ ,  $\varphi$  – коэффициент уменьшения допускаемого напряжения при продольном изгибе, выбираемый предварительно в пределах 0,19–1,0;  $[\sigma]_{сж}$  – допускаемое напряжение на сжатие, Па;  $a$  – вылет опор, м;  $G$  – сила тяжести аппарата с продуктом,  $H$ ;  $z$  – число опор.

2. Находят коэффициент уменьшения

$$\varphi = (1,05 \dots 43,5) 10^{-4} \lambda, \quad (4.10)$$

где  $\lambda$  – гибкость ребра длиной  $l$  по стороне  $AB$ :

$$\lambda = l/r = \sqrt{h^2 + a^2} / 0,289S, \quad (4.11)$$

здесь  $r$  – наименьший радиус инерции поперечного сечения ребра, м;  $r = 0,289S$  (при  $\alpha = 26^\circ 30'$ ).

Найденное по формулам (4.9) и (4.10) значение коэффициента уменьшения следует сопоставить с предварительно выбранным. При большом несовпадении расчет повторить.

Когда резервуары с плоским дном устанавливают на балки, минимальное расстояние между балками определяют, рассчитывая днище на изгиб как многопролетную балку.

Нагрузка ( $P$ ), приходящаяся на полосу днища шириной  $l$  мм и длиной  $l$ , равной расстоянию между балками,

$$P = H \rho g l, \quad (4.12)$$

где  $H$  – высота слоя жидкости в резервуаре, м;  $\rho$  – плотность жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$ ;  $l$  – расстояние между балками, м.



Максимальный изгибающий момент (Н·м) в этой полоске

$$M = Pl/12. \quad (4.13)$$

Момент сопротивления полоски изгибу ( $m^3$ )

$$W = 0,001(S - C)^2 / 6, \quad (4.14)$$

где  $S$  – толщина днища, м;  $C$  – прибавка на коррозию, м.

Следовательно, напряжение в днище (Па)

$$\sigma = M / W. \quad (4.15)$$

Из равенств (4.12)–(4.15) определяют максимально допустимое расстояние между балками (м)

$$l = 1,41(S - C) \sqrt{[\sigma] / \rho g H}. \quad (4.16)$$

Днища аппаратов, установленных на сплошное основание, на изгиб, как правило, не рассчитывают.

При расчете горизонтальных аппаратов на изгиб резервуар рассматривают как балку, лежащую на двух опорах и нагруженную равномерно распределенной нагрузкой  $q = G/L$ , где  $G$  – сила тяжести аппарата с содержимым;  $L$  – длина аппарата.

В середине резервуара изгибающий момент (Н·м)

$$M_1 = G(L - 4a) / 8, \quad (4.17)$$

где  $a$  – длина концов аппарата, консольно выступающих за опору, м.

Изгибающий момент над опорой (Н·м)

$$M_2 = qa^2 / 2. \quad (4.18)$$

Соответствующее равенству моментов  $M_1 = M_2$  оптимальное расстояние между опорами  $l = 0,586 L$ . В этом случае изгибающий момент будет наименьшим:

$$M_{изг} = GL / 47. \quad (4.19)$$

Резервуары на трех, четырех и более опорах рассчитывают как многоопорные неразрезные балки.

После определения  $M_1$  и  $M_2$  по общепринятым методикам проверяют прочность стенки резервуара при совместном действии изгиба и давления.

Более подробный расчет емкостной аппаратуры и ее элементов приведен в специальной литературе.

К специфическим расчетам резервуаров, в частности железобетонных, устанавливаемых на фундаменте на грунт, относится расчет площади фундамента ( $m^2$ )

$$F = (Gg + G_p g + G_\phi g) / q, \quad (4.20)$$

где  $G$ ,  $G_p$  и  $G_\phi$  – соответственно масса жидкости, находящейся в емкости, резервуара и фундамента, кг;  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/s^2$ ;  $q$  – допустимое давление на грунт, Па.

Величина  $q$  зависит от грунта, на который опирается фундамент. Если емкость устанавливают на междуэтажном перекрытии, значение  $q$  не должно превышать допустимой нагрузки на перекрытие. Если резервуар устанавливают на двух или трех опорах, нагрузку распределяют на каждую опору. Выполняют опоры из кирпича, бетона и железобетона.

Для предварительных расчетов можно принимать величину  $q=0,25$  МПа.

Толщину изоляции (гравий, шлак, песок) рассчитывают, исходя из недопустимости замерзания грунта. Расчет ведут по методике, изложенной в главе 5. При расчете коэффициента теплопередачи  $k$  коэффициент теплоотдачи от грунта  $\alpha_{гр}=\infty$ , толщина грунта 20 м, а теплопроводность грунта  $[Вт/(m^2 \cdot K)]$

$$\lambda_{гр} = 0,29 + 2,72t_{ср}, \quad (4.21)$$

где  $t_{ср}$  – средняя температура грунта, К;  $t_{ср}=t_n+t_{гр}$ ; здесь  $t_n$  – температура грунта на глубине 20 м (принимается постоянной и примерно равной среднегодовой температуре воздуха в данном районе), К;  $t_{гр}$  – температура грунта под резервуаром, в расчете принимается равной  $2-5^\circ C$ ).

### 4.3. Деревянные и неметаллические емкости

Из деревянных емкостей на винодельческих предприятиях применяются бочки, буты, чаны.

Бочки изготавливают вместимостью 5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, 45, 55 и 60 дал. ГОСТ 248-58 определяет также формы, конструкции и размеры бочек. Клепка для бочек должна соответствовать ГОСТ 247-58.

Буты изготавливаются круглыми и овальными: круглые вместимостью 300, 500, 600, 700, 800, 1000, 1500 и 2000 дал, овальные – 300, 500, 600, 700, 800 и 1000 дал.

Чаны изготавливаются вместимостью, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1500 и 2000 дал.

Уход за деревянной тарой довольно сложен и специфичен, он требует больших затрат труда.

Определенные перспективы для применения в виноделии имеют емкости из полимерных материалов (стеклопластика, поливинилхлорида и др.), особенно при недлительном хранении виноматериалов и вин или для вспомогательных целей.

#### 4.4. Средства бестарного транспортирования виноматериалов и вин

Для бестарного транспортирования виноматериалов и вин чаще всего используют автомобильный и железнодорожный транспорт.

Автопоезда-виновозы (автоцистерны). Применяют виновозы ВЦПП-7, ВЦПП-10А, ВВМ-12А, а также автоцистерны, используемые для перевозки молока (АЦПТ-1,7; АЦПТ-2,1; АЦПТ-3,3; АЦПТ-11; АЦПТ-2Т-09) и пива (АЦПТ-3,3-53А; ВЦП-12; ВЦП-6).

Автопоезда серии ВЦПП состоят из двух эллиптических резервуаров-секций сварной конструкции из листовой коррозионностойкой стали (толщина обечаек, например, для цистерны ВЦПП-7, показанной на рис. 4.3 – 3 мм).

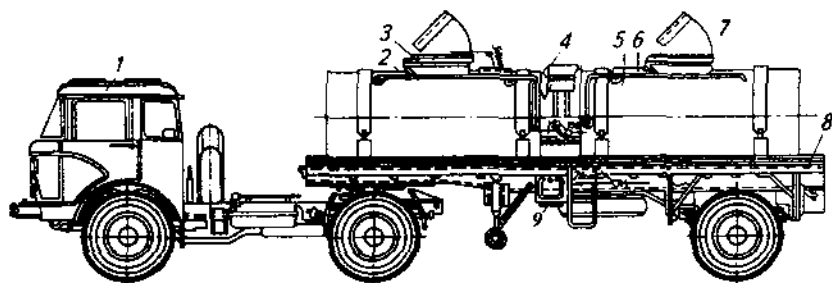


Рис. 4.3. Виновоз ВЦПП-7:

1 – автотягач; 2, 6 – ограждения; 3, 7 – люки; 4 – кожух; 5 – цистерна; 8 – полуприцеп; 9 – винопровод

Виновоз ВЦПП-7 смонтирован на полуприцепе ОД АЗ-855, который перевозится автотягачом КАЗ-608. В виновозе ВЦПП-10А используется полуприцеп МАЗ-93801 с автотягачом МАЗ-5429).

Виновоз состоит из цистерны 5, опор, винопровода 9 и ограждения воздушных клапанов.

Снаружи резервуары облицованы термоизоляцией (мипорой или пенопластом), обшиты досками и заключены в защитный стальной кожух толщиной 1,4 мм.

Для предохранения резервуаров от повреждения при расширении и сжатии виноматериала каждый из них оборудован воздушным (дыхательным) клапаном. Резервуары крепятся к лонжеронам полуприцепа болтами. Наполнение резервуаров производят через винопровод насосом, а опорожнение – самотеком через сливные клапаны и винопроводы при наклонном положении виновоза.

Виновоз ВВМ-12 состоит из трех резервуаров (секций), смонтирован на базе полуприцепа Од АЗ 9370, который перевозится тягачом КамАЗ-5410. Электрооборудование виновоза состоит из пневматической системы управления и служит для дистанционного управления клапанами виновоза, автоматического контроля за заполнением и сливом виноматериалов с помощью звуковой и световой сигнализаций, пульта, подключающегося при работе к сети полуприцепа, датчиков уровня жидкости, расположенных в секциях, штепсельных разъемов и электроприводов.

Каждая секция виновоза заполняется виноматериалами последовательно одна за другой с помощью насосов предприятия. Опорожнение секций осуществляется насосом предприятия или самотеком.

Общая номинальная вместимость автопоездов-виновозов ВЦПП-7, ВЦПП-10 и ВЦПП-12 соответственно 7, 10 и 12 м<sup>3</sup>, а габаритные размеры 9825×2360×2660, 11100×2600×2800, 13500×2500×2860 мм. При перепаде температур ± 30° С изменение температуры виноматериала за 10 ч допускается в пределах ± 2° С (для автопоезда ВВМ-12 от 2 до -4° С).

Длительность слива виноматериалов из резервуаров автопоездов указанных марок составляет соответственно 30, 45 и 60 мин. В общем случае при опорожнении резервуаров самотеком продолжительность истечения (с):

для вертикальных резервуаров

$$\tau = 2E / (\mu f \sqrt{2gH}); \quad (4.22)$$

для горизонтальных резервуаров, в том числе и транспортных цистерн,

$$\tau = E / (\mu f \sqrt{2g \cdot 0,648R}), \quad (4.23)$$

где  $E$  – вместимость резервуара, м<sup>3</sup>;  $\mu$  – коэффициент истечения ( $\mu=0,6 \dots 0,8$ );  $f$  – площадь сечения выпускного патрубка, м<sup>2</sup>;  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>;  $H$  – первоначальная высота столба жидкости в резервуаре, м;  $R$  – радиус резервуара, м.

При откачке жидкости насосом продолжительность истечения зависит от производительности последнего.

**Железнодорожные вагоны-цистерны.** Имеют цельнометаллический кузов, внутри которого расположены две стальные цистерны

(рис. 4.4). Торцовые стенки кузова делаются съемными для монтажа и демонтажа цистерн, укладываемых на амортизирующий слой резины. Сверху расположены четыре потолочных бака для льда. Вагон-цистерна оборудован также системой водяного отопления (при эксплуатации в зимнее время). Это позволяет обеспечить температуру вина не выше  $+20^{\circ}\text{C}$  при наружной температуре  $+30^{\circ}\text{C}$  и не ниже  $0^{\circ}\text{C}$  – при наружной температуре  $-30^{\circ}\text{C}$ .

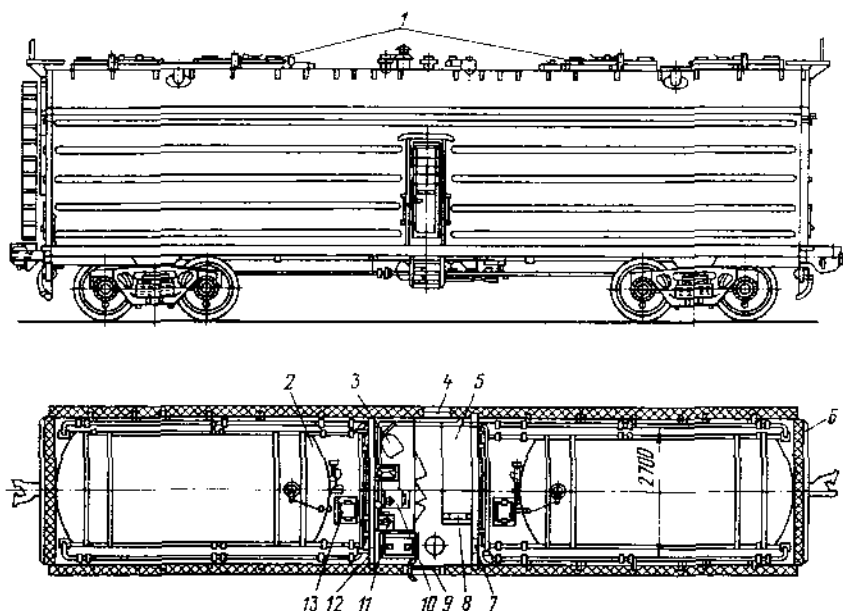


Рис. 4.4. Вагон-цистерна:

1 – карманы для льда; 2 – цистерна; 3 – туалет; 4 – окно; 5 – диван; 6 – стенка; 7, 9 – двери; 8 – шкаф; 10 – плита; 11 – котел; 12 – перегородка; 13 – расширительный бак

Каждая цистерна представляет собой обычный металлический резервуар, наполняемый сверху через штуцер. Концы штуцера выводятся в лок на крыше вагона.

Наряду с вагонами-цистернами для транспортирования винопродуктов используются и цистерны-термосы. Они рассчитаны для эксплуатации в условиях температур окружающего воздуха от  $+30$  до  $-40^{\circ}\text{C}$ ; тем-

пературы виноматериалов при наливке – зимой не ниже  $+8^{\circ}\text{C}$ , летом не выше  $+15^{\circ}\text{C}$  и при сливе – летом не выше  $+25^{\circ}\text{C}$ , зимой не ниже  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Общая вместимость вагон-цистерны и цистерны-термоса соответственно 28 и  $53,08\text{ м}^3$ .

Изоляцию транспортных средств рассчитывают исходя из допустимого повышения температуры. Определяют количество теплоты, воспринимаемое продуктом за время его хранения или нахождения в пути, и затем ведут расчет по обычной методике тепловых расчетов. Специфика расчета – определение коэффициентов теплоотдачи с учетом скорости транспортного средства (см. главу 6).

Количество транспортной тары (автомобильных и железнодорожных цистерн) определяют, исходя из количества вина, подлежащего транспортированию, продолжительности пробега, в том числе и холодного, длительности операций наполнения и опорожнения и других факторов.

При этом учитывают следующие нормативные коэффициенты:

а) коэффициент неравномерности поставки виноматериалов и коньяков автомобильным транспортом 1,5; железнодорожным – 1,2;

б) коэффициент неравномерности при отгрузке виноматериалов и вин, принимаемый равным для автомобильного транспорта 1,2, железнодорожного – 1,5.

Продолжительность загрузки вином по нормативам принимают равной для автомобильной цистерны 20 мин, железнодорожной – 1,5 ч.

#### 4.5. Мерники. Счетчики

**Мерники.** Для измерения вместимости резервуаров и приема и отпуски виноматериалов по объему применяются специальные мерные резервуары – мерники. По назначению они делятся на технические и образцовые.

Технические мерники I и II классов служат для измерения объемов жидкостей при технологических операциях, как, например крепление вина, купажирование т. п., и при отпуске и приемке вина, спирта, коньяка и других жидкостей. Образцовые мерники I и II разрядов применяют для проверки технических мерников.

Технические мерники I класса обеспечивают измерение вместимости с погрешностью не более 0,2% их общей емкости и применяются для измерения объема дорогих виноматериалов (спирта, коньяка и т. д.).

Технические мерники II класса обеспечивают измерение сосудов с погрешностью  $\pm 0,5\%$ . Эти мерники на винодельческих предприятиях почти не применяются и служат в основном для измерения сравнительно недорогих жидкостей – пива, кваса, сока и т. д.

Технические мерники I класса изготавливаются коническими, цилиндрическими, цилиндрическими с коническими переходами и цилиндрическими с наклонной осью.

Основные марки мерников, применяемых в винодельческой промышленности, – ВИЦ-250, ВИЦ-1000, ВМА, 787-М и др.

Корпус конического мерника 787-М (рис. 4.5, а) образован тремя цилиндрическими обечайками разного диаметра. Устанавливается мерник на прочном фундаменте так, чтобы ось мерника была расположена строго горизонтально. Объем жидкости, например вина, измеряется в горловине мерника, оборудованной смотровым стеклом с контрольной отметкой, соответствующей номинальной вместимости мерника. Для фиксации уровня вина в горловине с противоположной стороны смотрового стекла устанавливается второе стекло. Мерник наполняется вином через трубу 4, которая доходит почти до дна мерника. На изгибе трубопровода в верхней его части есть отверстие диаметром не менее 5 мм, необходимое для устранения воздушных мешков и для того, чтобы вино в трубе находилось на одном уровне с вином в мернике.

Для отбора средней пробы вина мерник снабжен тремя кранами 8, расположенными на разной высоте. Уровень вина при неполном мернике контролируется стеклянной указательной трубкой 3, а при полном мернике – стеклом 6.

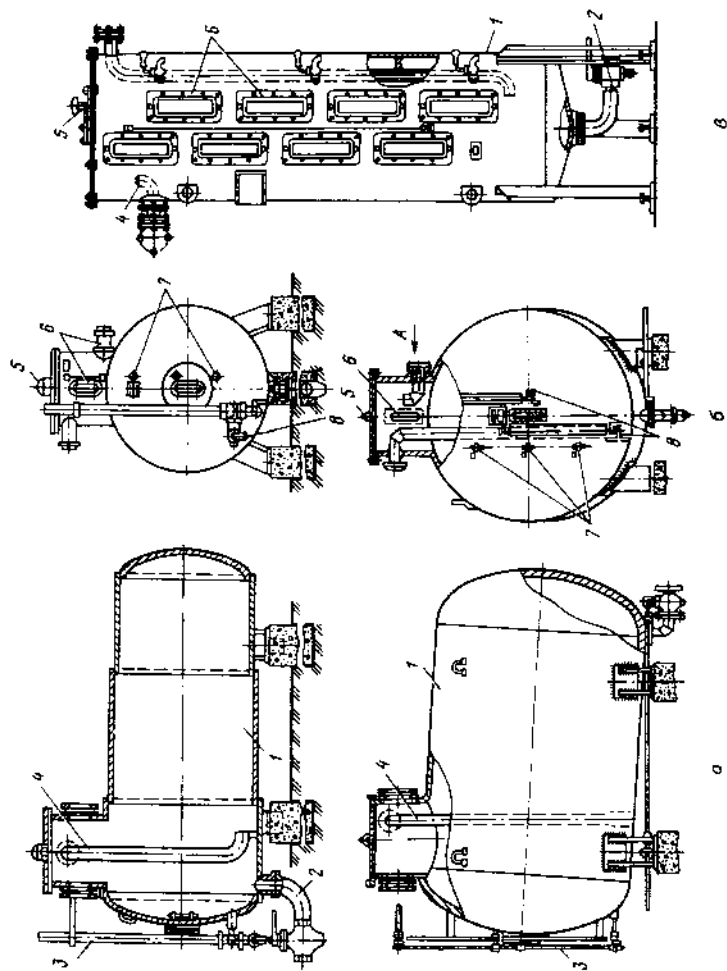
Переднее сферическое днище мерника снабжено смотровым стеклом для наблюдения за температурой вина по термометру, установленному в мернике.

На рис. 4.5, б показан стационарный цилиндрический мерник ВИЦ-1000 горизонтального типа аналогичного назначения. Выпускаются такие же мерники меньшей вместимости ВИЦ-250; они заменяют мерники 787-М.

Есть цилиндрические мерники вертикального типа ВМА (рис. 4.5, в).

Номинальная вместимость мерников 787-М, ВИЦ-1000, ВИЦ-250 и ВМА соответственно 2,5; 10; 2,5 и 0,75 м<sup>3</sup>.

Для проверки технических мерников I класса используют образцовые металлические мерники II разряда с погрешностью  $\pm 0,1\%$  номинальной вместимости, образцовые мерники I разряда с погрешностью, не превышающей  $\pm 0,025\%$  номинальной вместимости, стеклянные кол-



**Рис. 4.5.** Технические мерники:

*а* -- 787-М; *б* -- ВИЦ-1000; *в* -- ВМА; 1 -- корпус; 2 -- сливная трубка; 3 -- указательная трубка; 4 -- наливная трубка; 5 -- люк с воздушником; 6 -- смотровиком; 6 -- указатели уровня; 8 -- пророботворные краны



бы II разряда с погрешностью, не превышающей  $+0,02 \div +0,03\%$  номинальной вместимости. Номинальная вместимость мерника определяется наливом или сливом при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ . Если измерения производятся при другой температуре (которую, в свою очередь, определяют с точностью  $0,5^{\circ}\text{C}$  в начале и конце измерения), то в результат вводят поправку и вместимость резервуара определяют расчетом. Объем продукта всегда приводят к объему при  $20^{\circ}\text{C}$ .

Более подробно способы литражирования резервуаров освещены в отраслевых технологических инструкциях.

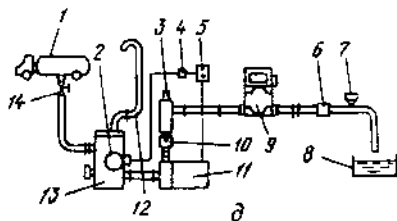
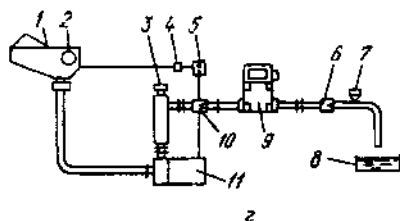
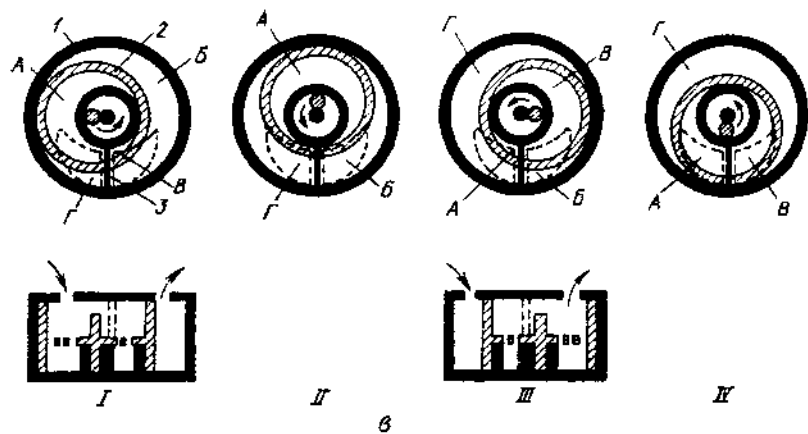
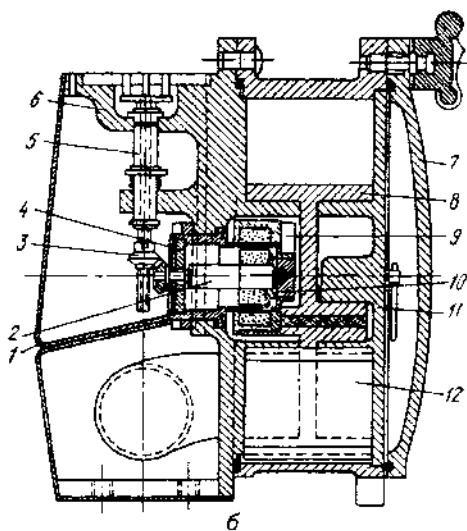
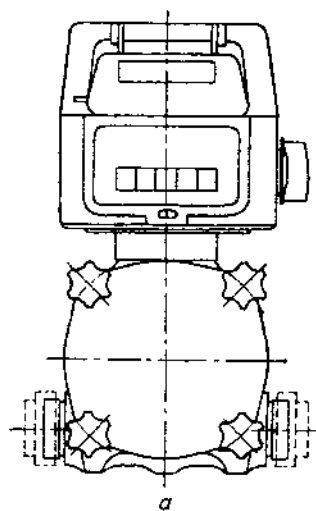
**Счетчики.** Для измерения объема винопродуктов в потоке в последнее время находят применение счетчики с кольцевым поршнем Polyflu (рис. 4.6) фирмы «Schlumberger» (Франция).

При работе счетчика жидкость, нагнетаемая насосом в измерительную камеру I (рис. 4.6, в), оказывает давление на стенку кольцевого поршня, вследствие чего последний начинает двигаться. За каждый цикл своего перемещения поршень вытесняет из измерительной камеры определенный объем жидкости. На рисунке 4.6, в показаны четыре последовательных положения кольцевого поршня в измерительной камере (I, II, III и IV).

В положении I ось поршня находится на линии, перпендикулярной перегородке, проходящей через центр камеры измерителя. Жидкость нагнетается в полости Г и А, соединенные с входным патрубком, и вытесняется из полостей Б и В, соединенных с выходным патрубком. Разность давлений между внутренней и наружной поверхностями стенки поршня заставляет двигаться его в направлении, указанном стрелкой. Равнодействующая разности давлений приложена к внутренней поверхности полукольца поршня.

В положении II ось поршня повернута на  $90^{\circ}$  по отношению к положению I, объем полости Г увеличился. Полость В исчезла, а полость А стала замкнутой, т. е. не соединенной ни с входным, ни с выходным патрубком. Давление внутри кольца одинаково, поэтому движущей силы оно создать не может. Это давление из-за наличия зазоров будет таким же, как и в полости А, соединенной с выходным патрубком. Движение поршня будет обусловлено нагнетанием жидкости в полость Г. Равнодействующая сил давления будет приложена к внешней поверхности стенки поршня в полости Г, и поршень будет продолжать движение в направлении, указанном стрелкой.

В положении III ось поршня повернулась на  $180^{\circ}$  по отношению к положению I и опять находится на линии, перпендикулярной линии перегородки и проходящей через центр камеры. Стенка поршня опять



стала разделять входящий и выходящий потоки. Разность давлений теперь возникает между полостями  $\Gamma$  и  $B$  вследствие нагнетания жидкости в полость  $\Gamma$ . Равнодействующая сил давления по-прежнему приложена к внешней поверхности стенки поршня между полостями  $\Gamma$  и  $B$ . Поршень продолжает движение по часовой стрелке.

В положении  $IV$  ось поршня повернулась на  $90^\circ$  по отношению к положению  $III$  и находится на линии перегородки. Полость  $B$  исчезла, выходной патрубком соединен лишь с полостью  $B$ , входной – с полостью  $A$ . Жидкость входит и выходит из внутренней части поршня. Образовалась серповидная замкнутая полость  $\Gamma$ . Вследствие наличия зазоров давление в полостях  $\Gamma$  и  $B$  становится одинаковым, и поршень будет продолжать движение за счет увеличения объема жидкости в полости  $A$ . Равнодействующая сил давления будет приложена к внутренней стороне стенки поршня со стороны полости  $A$ . Направление движения – по-прежнему по часовой стрелке.

Во всех положениях поршень движется под действием определенной силы и не имеет «мертвых» положений. За один полный измерительный цикл поршень вытесняет объем жидкости, теоретически равный сумме объемов полости  $A$  в положении  $II$  и полости  $\Gamma$  в положении  $IV$ . Причем каждый из объемов равен произведению серповидной площади на высоту камеры измерителя.

Производительность наиболее часто применяемых счетчиков – от 8 до  $70 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Возможны и другие варианты устройства счетчика (например, с рабочими органами в виде овалных шестерен).

Точность показаний счетчиков (%) определяется по формуле

$$T=100-(M_c/M_3)100, \quad (4.24)$$

где  $M_c$  – количество жидкости, прошедшей через счетчик (по показаниям счетчика),  $\text{м}^3$ ;  $M_3$  – количество жидкости, прошедшей через счетчик (по результатам замеров тарированными сосудами),  $\text{м}^3$ .

Рис. 4.6. Счетчик с кольцевым поршнем:

*a* – общий вид; *б* – измерительная камера (разрез общего вида) (1 – корпус; 2, 5, 10 – оси; 3 – зубчатое колесо; 4 – кольцо; 6 – основание; 7 – крышка; 8 – поршень; 9 – магнит; 11 – серва; 12 – перегородка); *в* – принципиальная схема устройства и работы (1 – измерительная камера; 2 – кольцевой поршень; 3 – перегородка); *г* – схема включения счетчика без устройства для удаления воздуха; *д* – то же с устройством для удаления воздуха (1 – приемный резервуар; 2 – поплавок; 3 – сетчатый фильтр; 4 – источник питания; 5 – выключатель; 6, 10 – обратные клапаны; 7 – воздушный кран; 8 – резервуар; 9 – счетчик; 11 – центробежный насос; 12 – воздушная трубка; 13 – устройство для удаления воздуха; 14 – кран)

#### 4.6. Конструктивные элементы резервуаров

К конструктивным элементам резервуаров относятся люки, трубы для наполнения и спуска вина и осадка, пробные краны, виномерные стекла, устройства для выпуска воздуха, предохранительные клапаны, термометры, манометры (для броидильных резервуаров), компенсационные устройства и т. п. Некоторые из этих элементов описаны ниже.

На рис. 4.7 показаны варианты оформления бокового эллиптического и верхнего люков железобетонного резервуара. Для того чтобы открыть боковой люк, нужно ослабить скобу и повернуть ее на  $90^\circ$ .

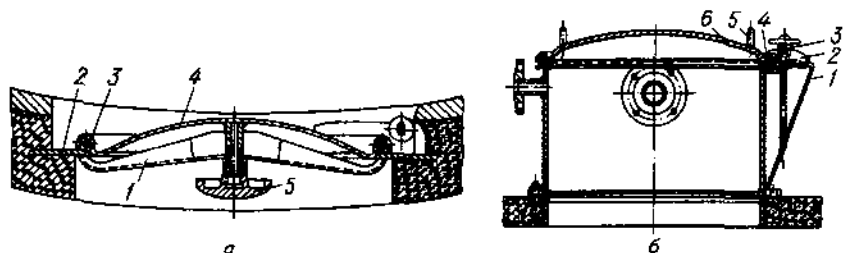


Рис. 4.7. Люки железобетонного резервуара:

*а* – боковой (1 – скоба; 2 – опорное кольцо; 3 – прокладка; 4 – крышка люка; 5 – гайка); *б* – верхний (1 – корпус; 2 – гайка; 3 – прижимная планка; 4 – прокладка; 5 – ручка; 6 – крышка)

На рис. 4.8 показан боковой люк (лаз) металлического резервуара.

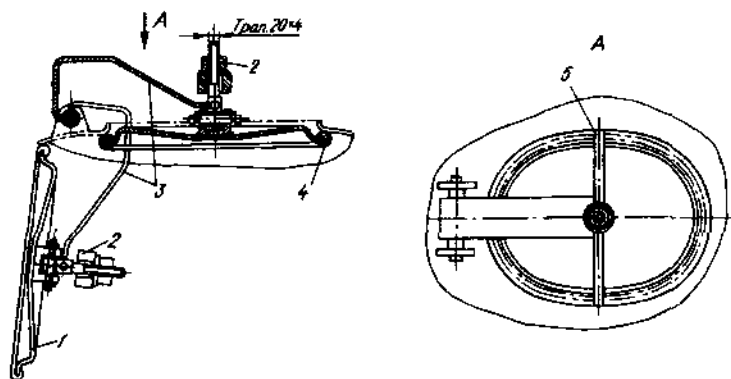
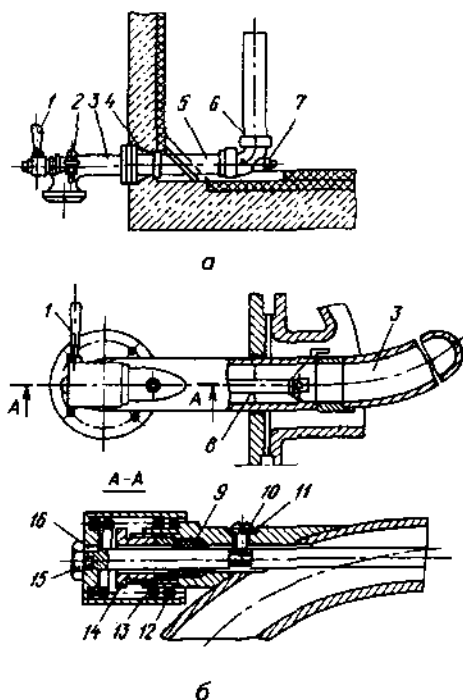


Рис. 4.8. Боковой люк металлического резервуара:

1 – крышка; 2 – гайка; 3 – петля; 4 – уплотнение; 5 – рукоятка винта

Крышка лока открывается внутрь резервуара. Для этого необходимо отвернуть гайку на величину, достаточную для проворота упорной скобы, и повернуть скобу с таким расчетом, чтобы она прошла в отверстие лока.

Наполняют резервуары и спускают вино через специальное устройство с поворотной трубой (рис. 4.9).

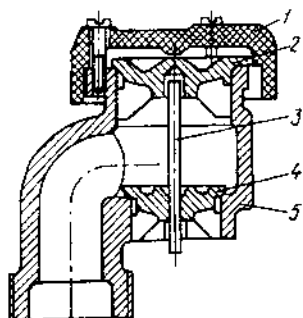


**Рис. 4.9.** Поворотные устройства (трубы) резервуаров:

*а* – железобетонного; *б* – металлического (1 – рукоятка; 2 – пробный кран; 3, 5 – колена; 4 – закладная деталь; 6 – труба с втулкой; 7 – шпindelъ; 8 – вал; 9 – сальник; 10 – стопорный винт; 11 – прокладка; 12 – пружина; 13 – нажимная втулка; 14 – нажимная гайка; 15 – винт; 16 – стопорный штифт)

Воздушник (рис. 4.10) предназначен для выпуска воздуха при заполнении резервуара и стравливания в нем давления газов. Работает он под действием разности давлений. При повышении давления в резервуаре поднимается верхний клапан и воздух или газы свободно выходят наружу. При сливе вина в резервуаре образуется вакуум, в результате чего нижний клапан воздушника поднимается по штырю, пропуская воздух в резервуар.

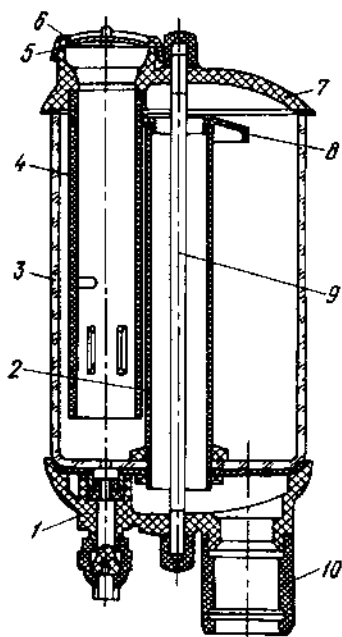
В отдельных случаях в качестве предохранительного клапана применяют обычное устройство с противовесом.



**Рис. 4.10.** Воздушник:

1 – крышка; 2, 4 – клапаны;  
3 – штырь; 5 – корпус

На рис. 4.11 показан стерилизующий шпунт для металлических резервуаров, установленный на некоторых винзаводах. Через выходную втулку 10 шпунт соединяется с верхним выпускным клапаном резервуара. Сам шпунт устанавливается снаружи резервуара, около середины. Корпус, выполненный из стекла, наполняется 8 %-ным раствором сернистой кислоты. Такой «гидрозатвор» предохраняет содержимое резервуара от контакта с воздухом при понижении или повышении давления внутри резервуара.



**Рис. 4.11.** Стерилизующий шпунт:

1 – спускная пробка с клапаном; 2 – выходной патрубок; 3 – корпус; 4 – проходная труба; 5 – крышка клапана; 6 – клапан; 7 – верхняя крышка; 8 – рефлектор; 9 – штылька; 10 – выходная втулка

О теплоизоляции резервуаров см. в главе 6.

#### 4.7. Оборудование для санитарной обработки резервуаров

Обслуживание резервуаров в первую очередь предусматривает проведение комплекса мероприятий по их санитарной обработке.

Общими операциями в технологических схемах механизированной санитарной обработки являются: ополаскивание холодной или теплой (не выше 35° С) водой для удаления остатков продукта; мойка горячим рециркулирующим раствором моющих средств (60–80° С); ополаскивание холодной или горячей водой для ликвидации остатков моющего раствора; дезинфекция; ополаскивание холодной водой для удаления остатков дезинфицирующих средств. Для механизации этого трудоемкого процесса предложено много устройств, принцип работы которых основан на гидродинамическом воздействии моющей струи на загрязненную поверхность.

Эффективность смыва загрязнений при помощи водяной струи зависит от прочности адгезии слоя загрязнений на стенках резервуара, силы давления (удара) струи на поверхность осадка, толщины струи, угла направления и длительности ее воздействия на загрязненные поверхности, расстояния струи от выхода из насадки до отмываемой поверхности, ее направления и т. д.

Сила давления струи  $P_{пр}$ , направленная на загрязненную поверхность под прямым углом, больше силы давления струи  $P_{угл}$ , направленной под острым углом  $\beta$  (рис. 4.12). Значения  $P_{пр}$  и  $P_{угл}$  определяются так:

$$P_{пр} = \rho Qv = \rho \omega v^2; \quad (4.25)$$

$$P_{угл} = \rho Qv \sin \beta = \rho \omega v^2 \sin \beta, \quad (4.26)$$

где  $\rho$  – плотность воды или моющего раствора;  $Q$  – расход воды;  $\omega$  – площадь живого сечения струи;  $v$  – скорость струи.

Скорость струи  $v = \varphi \sqrt{2\Delta p / \rho}$ , где  $\varphi$  – коэффициент расхода;  $\Delta p$  – напор жидкости.

Практика, однако, показала, что направление водяной струи под прямым углом малоэффективно вследствие высокой адгезии слоя загрязнений. Наклонная струя обладает меньшей ударной силой, но зато сдвигает смываемый слой, очищая большую поверхность. Наиболее эффективный результат получен при струе, направленной под углом 45° к очищаемой поверхности.

Струя при выходе под напором из отверстия насадки вследствие сопротивления воздуха и влияния сил поверхностного натяжения меняет первоначальную форму, вплоть до распада на капли. Из этого следует необходимость приближения обрабатываемой поверхности к месту выхода струи.

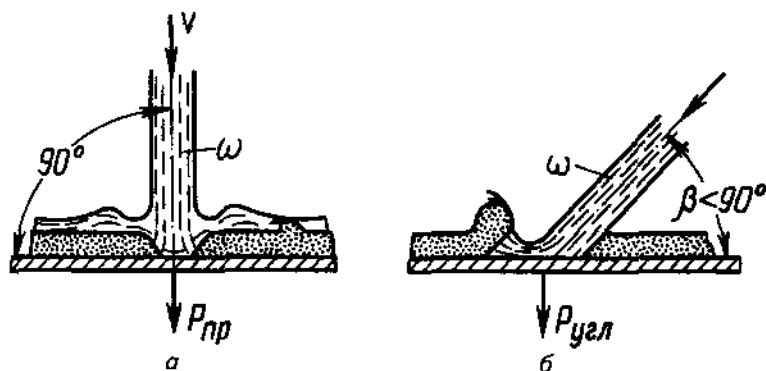


Рис. 4.12. Влияние угла направления водяной струи на эффективность удаления осадка с загрязненной поверхности:

*а – под прямым углом; б – под острым углом*

Не менее важным фактором, влияющим на сохранение формы струи, является ее толщина. При увеличении диаметра струи, кроме того, увеличивается ее ударное действие [см. формулы (4.25) и (4.26)]. Тем не менее необходимо ограничиваться струей диаметром 2–5 мм, так как дальнейшее увеличение диаметра влечет за собой повышение расхода моющей жидкости.

Результаты экспериментальных исследований показали, что наиболее эффективна мойка резервуаров водяной струей диаметром 2–3 мм при напоре 0,7–0,8 МПа. За рубежом используются установки с более высоким напором.

Для отечественных предприятий разработана моечная машинка ММ-4 (рис. 4.13). Моющая жидкость, проходя через машинку, приводит во вращение рабочее колесо гидротурбины, которое передает вращение поворотному корпусу. На этом корпусе укреплен сопловый аппарат, который представляет собой двуструйный брандспойт и при работе гидротурбины вращается в вертикальной плоскости. Поворотный корпус вращается вместе с сопловым аппаратом в горизонтальной плоскости. Со-



пла – конические насадки с выходными отверстиями диаметром 11 мм – обеспечивают получение компактной струи моющей жидкости. При необходимости уменьшения ее расхода на машинку устанавливают сопла с диаметром выходных отверстий 6 мм.

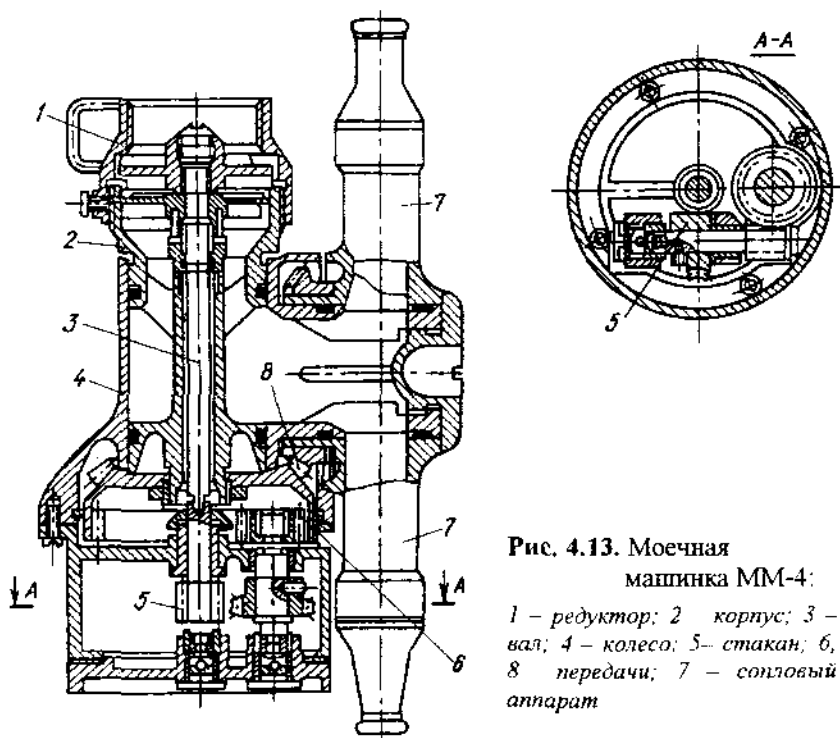


Рис. 4.13. Моечная машинка ММ-4:

- 1 – редуктор; 2 – корпус; 3 – вал; 4 – колесо; 5 – стакан; 6, 8 – передачи; 7 – сопловый аппарат

Струи моющей жидкости, выходящие из соплового аппарата, совершают сложные криволинейные движения и через определенный цикл времени промывают всю внутреннюю поверхность емкости. Перед выходом из сопла струи проходят через успокоители, увеличивающие их компактность и дальность.

Моечная машинка должна располагаться внутри емкости по ее центру. Машинку целесообразно применять только для мойки металлических резервуаров с достаточно прочными защитными покрытиями, резервуаров из нержавеющей стали, а также для очистки танков на судах-виновозах. Это вызвано тем, что при давлении 0,6–1,0 МПа струи

жидкости, выходящие из соплового аппарата машинки, разрушают внутренние поверхности железобетонных резервуаров и некоторые защитные покрытия металлических. Использование машинки при меньшем давлении возможно, но тогда изменяются параметры и нарушается устойчивая работа устройства. При давлении жидкости ниже 0,3 МПа устройство не работает.

Количество сопел в машинке ММ-4 – 2; диаметр выходного сечения сопла 11 мм; частота вращения соплового аппарата 1,8–2,5 об/мин.; давление моющей жидкости 0,6–1,0 МПа; температура моющей жидкости до 80° С; расход жидкости 20–30 м<sup>3</sup>/ч; длительность цикла 20–25 мин; габаритные размеры 175×355×122 мм; масса 10 кг.

Выпускаемые за рубежом многочисленные устройства для мойки резервуаров построены на том же принципе, но давление струи моющей жидкости в них во много раз больше.

Одним из эффективных направлений механизации процессов санитарной обработки емкостей является использование передвижных моющих установок, состоящих из моюще-дезинфицирующих устройств, баков-реакторов для приготовления моющих и дезинфицирующих растворов, насосных агрегатов и коммуникаций для подачи растворов в резервуары и удаления промывных вод, запорно-переключающей арматуры.

### **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ВИНОДЕЛИЯ**

На разных этапах производства виноматериалы, вина и другие технологические продукты виноделия подвергаются обработке различными методами, в том числе и физико-механическими. Этими методами осуществляются такие процессы, как осветление (отстаивание, осаждение в поле центробежных сил, фильтрование, процеживание), сульфитирование, спиртование, перемешивание и др. Для проведения этих процессов применяется специальное оборудование, в том числе сконфигурованное в линии.

В целом оборудование для существующих основных методов физико-механической обработки продуктов виноделия можно разделить на следующие группы, в соответствии с которыми ниже приводится описание этого оборудования: для осветления продуктов виноделия, для введения в продукты виноделия различных веществ, для перемешивания виноматериалов и вин.

Кроме того, в последнее время все больше внимания уделяется новым физическим методам обработки продуктов виноделия: флотации, электрофлотации, электроплазмолизу, механо- и электроимпульсной, а также ультразвуковой, облучению ИК- и УФ-лучами и т. д. Для проведения некоторых из этих процессов также создается соответствующее оборудование.

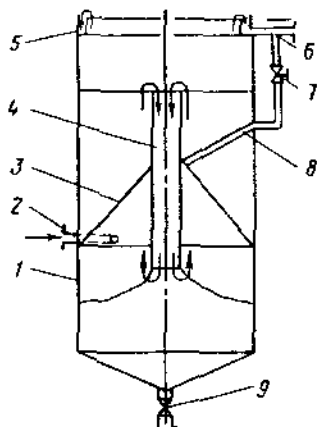
#### **5.1. Оборудование для осветления продуктов виноделия**

Для осветления продуктов виноделия предназначены отстойники сепараторы, фильтры, центрифуги.

**Отстойники.** Отстаивание, как правило, проводится в обычных резервуарах, оборудованных соответствующей арматурой, где частицы оседают под действием собственной силы тяжести. Мельчайшие частицы оседают чрезвычайно медленно, несмотря на применение флокулянтов, поэтому метод отстаивания не всегда может быть использован для осветления продуктов виноделия, особенно при поточном производстве.

В зависимости от содержания твердой фазы в суспензии различают два вида осаждения: свободное, когда содержание твердой фазы не превышает 10%, и стесненное, когда количество ее более 10%.

Значительно более целесообразно проводить осветление во взвешенной среде осадка. В основу этого способа положен принцип стесненного осаждения частиц при направленном движении продукта в вертикальном резервуаре снизу вверх, когда скорость восходящего потока меньше скорости свободного осаждения частиц.



**Рис. 5.1.** Осветлитель ВУД-О  
(технологическая схема):

1 – корпус; 2 – патрубок подачи винноматериала; 3 – коническое днище; 4 – перегородочная труба; 5 – сборник осветленного материала; 6, 8 – отводные трубы; 7 – регулирующий вентиль; 9 – патрубок отвода осадка

При прохождении сквозь этот слой винноматериал осветляется, собирается в сборнике 5 и непрерывно удаляется из осветлителя через патрубок 6. Избыток осадка взвешенно-контактного слоя вводится по трубе 4 в осадкоуплотнитель. Здесь осадок уплотняется и затем непрерывно или периодически удаляется через патрубок 8.

Обработка винноматериалов во взвешенно-контактной среде клеевых осадков, концентрация которых во много раз превышает их исход-

На основе этого принципа созданы осветлители ВУД-О, ОВ-600, ВЛО-О. На рис. 5.1 показана схема осветлителя ВУД-О, который работает следующим образом. Винноматериал после смешивания с осветляющими веществами через патрубок непрерывно подается в зону коагуляции аппарата, где, равномерно распределяясь по его площади, движется снизу вверх со скоростью меньше скорости свободного осаждения частиц. При этом наблюдается стесненное осаждение взвеси и образование границы раздела осветленной жидкости и суспензии (взвешенно-контактный слой клеевых

ное количество, позволяет значительно интенсифицировать физико-химические процессы коагулирования взвеси и увеличивать скорость осаждения суспензии.

Аппараты типа ВУД-О можно применять для осветления винома- териалов и вин, предварительно обработанных ЖКС, бентонитом и ПАА. При скорости восходящего потока продукта в зоне коагулирова- ния 0,3–0,9 мм/с и объемной концентрации взвешенно-контактного слоя 0,148–0,156 процесс осветления длится 1,5–3,0 ч. При этом достигается высокая степень очистки виноматериала (98,71–99,12%). Скорость по- тока для каждого вида виноматериала или вина может определяться экспериментально или аналитически.

Осветлитель ВУД-О входит в линию ВЛО и имеет производи- тельность 600 дал/ч при рабочем объеме 20,25 м<sup>3</sup>. Рабочий объем осветлите- лей ОВ-600 и ВЛО-О соответственно 13,0 и 4,0 м<sup>3</sup>; габаритные размеры перечисленных установок 3560×3050×5540, 3380×3350×3950 мм; масса 3350, 3250 и 1150 кг.

Производительность отстойников определяется скоростью осажде- ния частиц и площадью поверхности осаждения. При этом надо иметь в виду, что сама по себе скорость стесненного осаждения намного мень- ше скорости свободного.

Производительность отстойника  $\Pi$  (м<sup>3</sup>/с) определяют по формуле

$$\Pi = Fh/\tau, \quad (5.1)$$

где  $F$  – площадь поверхности осаждения, или площадь сечения резервуара, м<sup>2</sup>;  $h$  – высота столба жидкости, м;  $\tau$  – продолжительность отстаивания, с.

Очевидно, что время отстаивания  $\tau$  (с) зависит от скорости частиц  $v$  (м/с) при осаждении, т. е.  $\tau = h/v$ . Тогда

$$\Pi = vF. \quad (5.2)$$

При ламинарном режиме, когда

$$Re = vd\rho_c / \mu_c = vd / \nu_c \leq 2, \quad (5.3)$$

где  $d$  – диаметр шарообразной частицы, м;  $\rho_c$ ,  $\mu_c$  и  $\nu_c$  – соответственно плот- ность (кг/м<sup>3</sup>), динамическая (Пв·с) и кинематическая вязкость среды (м<sup>2</sup>/с), скорость частиц  $v$  (м/с) при осаждении определяют по формуле Стокса

$$v = (\rho - \rho_c) d^2 g / 18\mu_c, \quad (5.3)$$

где  $\rho$  – плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

Для частиц иной формы (нешарообразных) фактическая скорость будет несколько меньше, поэтому

$$v_{\text{ФАКТ}} = \varphi v, \quad (5.4)$$

где  $\varphi$  – поправочный коэффициент, зависящий от формы частицы:

Форма частицы	$\varphi$
Округлая	0,77
Угловатая	0,66
Продолговатая	0,58
Пластинчатая	0,43

Для частиц неправильной формы характерным линейным размером считают эквивалентный диаметр ( $m$ ), определяемый по формуле

$$d_e = 1,24 \sqrt[3]{m / \rho}, \quad (5.5)$$

где  $m$  – масса частицы, кг;  $\rho$  – плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>.

Полученные формулы скоростей справедливы для свободного осаждения твердых частиц независимо друг от друга в неограниченной среде.

При стесненном осаждении скорость частиц  $v_{CT}$  (м/с) определяют по эмпирической формуле

$$v_{CT} = v_{CB} \left[ \sqrt{20,25C_0^2 + (1 - C_0)^3} - 4,5C_0 \right] \quad (5.6)$$

где  $v_{CB}$  – скорость частиц при свободном осаждении, определяемая по формуле (5.3), м/с;  $C_0$  – объемная концентрация частиц в суспензии. При  $C_0=10\%$   $v_{CT} < v_{CB}$  в 2 раза, а при  $C_0=25\%$  – почти в 6 раз.

В табл. 5.1 приведены расчетные нормы длительного осветления виноградного суслу методом отстаивания.

Таблица 5.1. Длительность осветления суслу

Виноматериал	Длительность, ч	
	самотека	прессового
Шампанские и столовые	18	–
Полусладкие	24	24
Крепкие	24	24
Коньячные	18	18

**Сепараторы.** Для осветления продуктов виноделия в поле действия центробежных сил широко распространены сепараторы. Их применяют для осветления суслу, чтобы исключить влияние посторонних примесей на процесс брожения; для осветления мутных с большим количеством дрожжей виноградных и плодово-ягодных вин; для отделе-

ния оклеивающих и других веществ без их осаждения; для отделения вина от дрожжевых осадков; для стерилизации вин. Вино, полученное из осветленного с помощью сепаратора сусле, значительно легче фильтруется. Кроме того, сепараторы позволяют сократить срок осветления вин. Так, например, операция оклейки вина, требующая обычно для полного завершения процесса осаждения 12–14 сут, при применении сепараторов сокращается до 2–3 сут. Выпускаемые сепараторы различаются по конструкции разделяющих устройств (цилиндрические вставки, конические тарелки), способом выгрузки осадка, структурой рабочего цикла, устройством механизма выгрузки осадка, способом подачи и отвода продукта и др.

Схемы основных типов сепараторов (камерного с цилиндрическими вставками и тарельчатого) показаны на рис. 5.2. Рис. 5.2, *а*, *б* иллюстрируют и принцип действия сепараторов с периодической ручной выгрузкой осадка.

Характерной особенностью сепараторов с центробежной пульсирующей выгрузкой осадка (рис. 5.2, *в*) является наличие разгрузочных отверстий на периферии барабана, которые перекрываются подвижным элементом во время накопления в шламовом пространстве выделяемого осадка и открываются для центробежного удаления осадка на ходу машины без останова барабана. Подвижный элемент обычно перемещается при помощи изменения разности гидростатических давлений, действующих на элементы разгрузочного устройства.

При вращении барабана в жидкости возникает гидростатическое давление  $p_{ж}$ , величина которого определяется размером барабана, частотой вращения его и плотностью обрабатываемого продукта. Для перекрытия каналов 7 на периферии барабана 8 имеется поршень 9. Если в полости 11 создать гидростатическое давление  $p_3$ , обеспечивающее силу  $N$ , достаточно превышающую силу, создаваемую давлением  $p_{ж}$ , то поршень надежно перекроет каналы 7 и осадок, выделяемый при работе сепаратора, будет накапливаться в шламовом пространстве.

Гидростатическое давление в полости 11 проще всего может быть создано подачей во вращающийся барабан буферной жидкости – водопроводной воды через канал 2. При заполнении шламового пространства осадком необходимо разгрузить барабан, т. е. опустить поршень 9 и открыть разгрузочные каналы 7. Это можно осуществить двумя способами.

По первому способу при помощи какого-либо гидромеханизма открывают каналы 3. При этом жидкость из полости 11 будет под действием центробежной силы выброшена, давление  $p_3$  исчезнет и под действием давления  $p_{ж}$  на поверхности фаски 6 поршень опустится, открыв каналы 7 для разгрузки содержимого барабана в приемник.

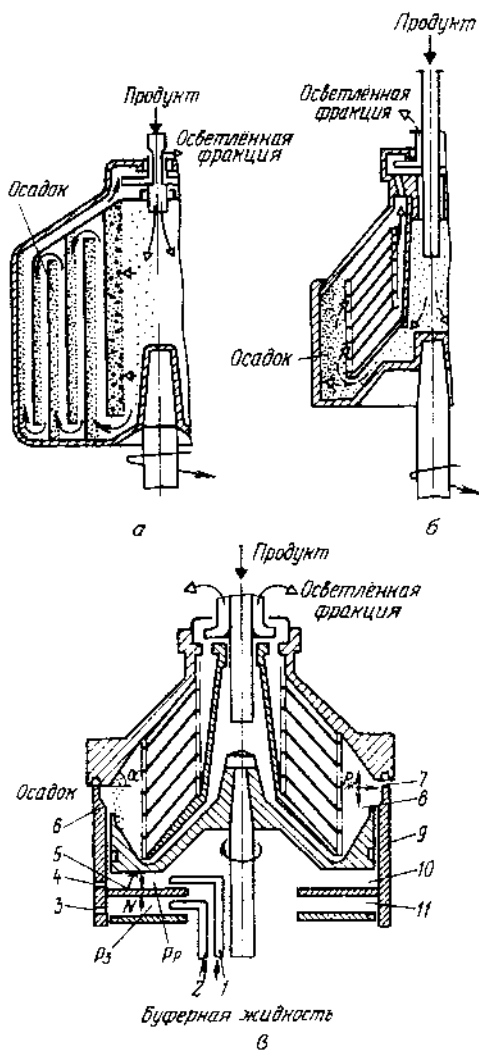


Рис. 5.2. Принципиальные схемы сепараторов:

а – камерного; б – тарельчатого с периодической ручной выгрузкой осадка; в – то же, с центробежной вакуумирующей выгрузкой осадка



Второй способ предусматривает подачу воды (или другой жидкости) по каналу 1 в полость 10, где создается давление  $p_p$ , сила  $T$  от которого на диафрагму 5, превышая силу от  $p_3$ , заставляет поршень опуститься, открывая разгрузочные каналы 7. При этом превышение силы  $T$  от  $p_p$  над силой  $N$  от  $p_3$  должно быть достаточно велико, чтобы опустить поршень и без воздействия на него силы от  $p_ж$  (при отсутствии фаски б). Для возврата поршня в верхнее положение достаточно удалить жидкость из полости 10 через канал 4, и давление  $p_3$  опять переместит поршень в верхнее положение.

Таким образом, движущей силой, перемещающей подвижной элемент для разгрузки барабана, может быть либо давление в барабане от продукта, либо внешнее давление, вызываемое подачей буферной жидкости в определенные полости барабана.

Общим признаком, объединяющим почти все конструкции сепараторов с центробежной пульсирующей выгрузкой осадка, является цикличность процесса, состоящего из следующих основных этапов: закрытие разгрузочных отверстий, сепарирование, разгрузка барабана, повторное закрытие разгрузочных отверстий и т. д. В зависимости от конструкции сепаратора цикл его работы может включать и другие промежуточные этапы.

Конструкции разгрузочных устройств весьма разнообразны. Известны сепараторы с верхним, нижним и радиальным расположением подвижного элемента, перекрывающего разгрузочные щели барабана, с подачей буферной жидкости в барабан во время сепарирования и подачей буферной жидкости только в момент разгрузки; с подвижным элементом, перемещающимся при изменении частоты вращения барабана или при накоплении определенного количества осадка в барабане, а также с разгрузкой при подаче воздуха в соответствующие полости.

Из схемы, показанной на рис. 5.2, в, видно, что при неконтролируемой подаче буферной жидкости для разгрузки каналы будут открыты продолжительное время, и все содержимое барабана в этот промежуток времени будет выбрасываться в приемник. Поэтому, во избежание излишних потерь продукта, необходимо перекрывать подачу его в сепаратор в период разгрузки барабана. При этом сепаратор работает по циклу: закрытие разгрузочных отверстий, сепарирование, прекращение подачи продукта, открытие разгрузочных отверстий, выгрузка осадка, закрытие разгрузочных отверстий, возобновление подачи продукта и т. д. Этот цикл работы сепаратора с центробежной пульсирующей выгрузкой осадка наиболее распространен.

Однако при полной разгрузке барабана, даже при прекращении подачи продукта, из него одновременно с осадком выбрасывается жидкая фаза (особенно при сепарировании суспензий), что значительно снижает эффективность применения сепаратора. В связи с этим производят либо частичную разгрузку барабана сепаратора (при кратковременном открытии разгрузочных щелей), либо используют сепараторы с двухэтапной разгрузкой. Последние достаточно сложны по конструкции.

Наибольший интерес представляют герметические сепараторы, в которых продукт полностью изолирован от контакта с воздухом.

Для винодельческого производства разработано несколько марок сепараторов: ВСЛ, ВОК, ВОИ, ВСУ, ВСЗ-6, ВСЗ-12, имеющих производительность соответственно 2, 10, 6, 7–10 и 12 м<sup>3</sup>/ч. Все они относятся к машинам непрерывного действия с пульсирующей центробежной выгрузкой осадка.

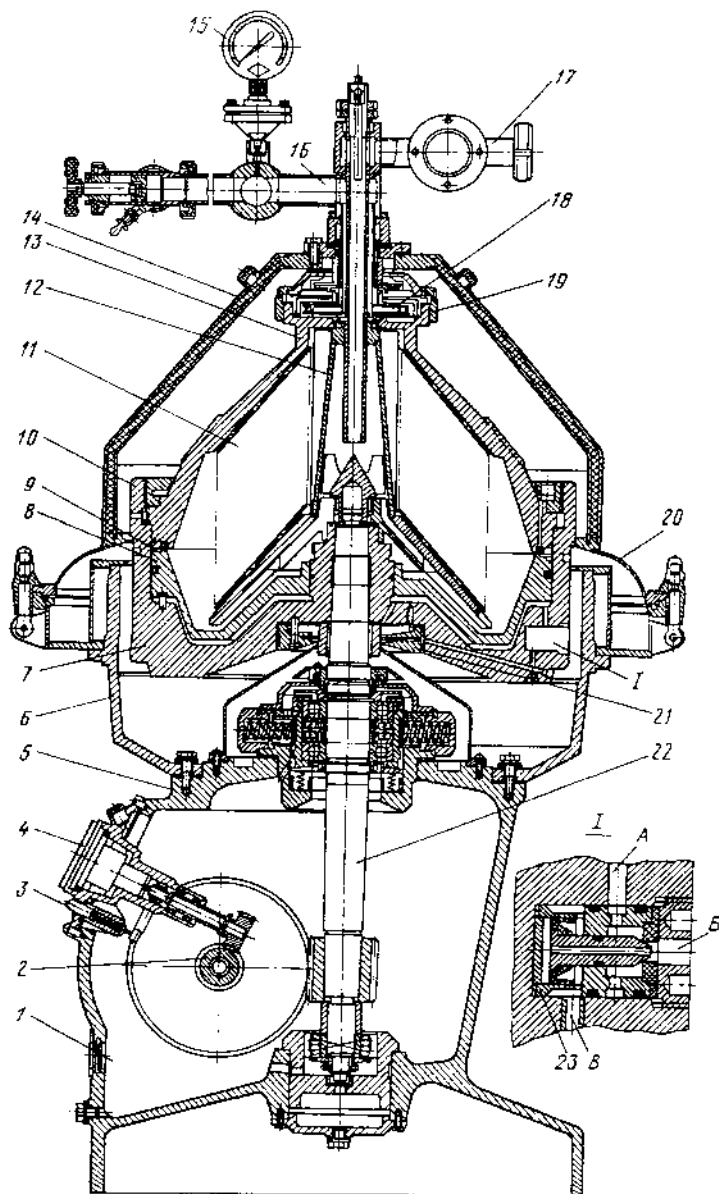
На рис. 5.3 для примера показан сепаратор ВСЗ-6.

Принцип работы сепаратора заключается в следующем. Неосветленное вино попадает в барабан по питающей трубе, проходит между ребрами тарелкодержателя к периферии тарелок, распределяется в межтарелочных зазорах, где под действием центробежной силы происходит отделение жидкой фазы от твердой. Осветленное вино под давлением выходит в камеру в верхней части крышки барабана, где захватывается напорным диском и выводится через приемно-отводное устройство в трубопровод. Примеси отбрасываются в шламовое пространство и из него через разгрузочные щели основания барабана попадают в приемник шлама. При опускании поршня (осуществляется при помощи специального клапанного механизма, смонтированного в основании барабана) щели открываются, при поднятии его – закрываются.

Буферная жидкость (водопроводная вода) подается к гидроузлу по гибкому резиновому шлангу. От гидроузла жидкость по каналу В поступает к клапанному механизму. При этом поршень перемещается влево (по рисунку), открывая канал Б, по которому через канал А и выходит жидкость, находящаяся под поршнем.

**Рис. 5.3.** Сепаратор ВСЗ-6 (разрез общего вида):

1 – смотровое окно; 2 – горизонтальный вал; 3 – пульсатор; 4 – тахометр; 5 – станина; 6 – чаша; 7 – основание; 8 – поршень; 9 – разгрузочная щель; 10, 19 – затяжные кольца; 11 – барабан; 12 – тарелкодержатель; 13 – крышка барабана; 14 – крышка сепаратора; 15 – манометр; 16 – отводной патрубок; 17 – питающая труба; 18 – напорный диск; 20 – приемник шлама; 21 – гидроузел; 22 – вертикальный вал; 23 – поршень



При прекращении подачи буферной жидкости поршень под действием центробежной силы перемещается вправо (по рисунку), перекрывая канал *Б*. Жидкость, оставшаяся под поршнем, создает гидростатическое давление и поднимает поршень.

Процесс сепарирования производится непрерывно и не прекращается в период разгрузки накопившегося в барабане шлама.

Продолжительность цикла между разгрузками устанавливается в зависимости от концентрации взвесей в исходном продукте в пределах 8–80 мин при сепарировании и 4–10 мин при промывке и определяется в каждом конкретном случае опытным путем.

На рис. 5.4, *а* показана принципиальная кинематическая схема сепараторов такого типа, на рис. 5.4, *б* – схема подключения гидросистемы сепаратора. Гидросистема, а также электропульт, предназначенный для управления как ручной, так и автоматической выгрузкой осадка из барабана, устанавливаются отдельно от сепаратора.

Пульт предназначен для автоматического управления циклом (по времени) саморазгружающегося сепаратора с частичной выгрузкой осадка при непрерывном процессе сепарирования; безразборной промывки барабана; обеспечения автоматического управления электромагнитными вентилями на линиях подачи буферной жидкости и размывной воды в приемник шлама при разгрузке. В электропульте размещается программное реле времени и другие реле, а также различная электроарматура.

Частота вращения барабана сепаратора ВСЗ-6 – 5000 об/мин; количество тарелок – 125–135; максимальный диаметр тарелки – 390 мм, минимальный – 120 мм; угол наклона образующей тарелки – 50°; величина межтарелочного зазора – 0,5 мм; объем шламового пространства – 15 л; мощность установленного электродвигателя – 15 кВт.

Разработаны также специальные конструкции сепараторов, например ВХС для стерилизации вин.

Основными зарубежными производителями сепараторов для винодельческого производства являются фирмы «Alfa-Laval» (Швеция), «Westfalia» (ФРГ), «Cuccolini» (Италия) и др. Многие конструкции сепараторов перечисленных фирм с успехом используются на отечественных предприятиях. Отдельные модели зарубежных машин различаются устройством механизма выгрузки осадка и других элементов. В сепараторах фирмы «Cuccolini», например, подъем и опускание поршня осуществляются под действием воздуха.

Производительность сепаратора зависит от его геометрических и кинематических параметров и свойств продукта.

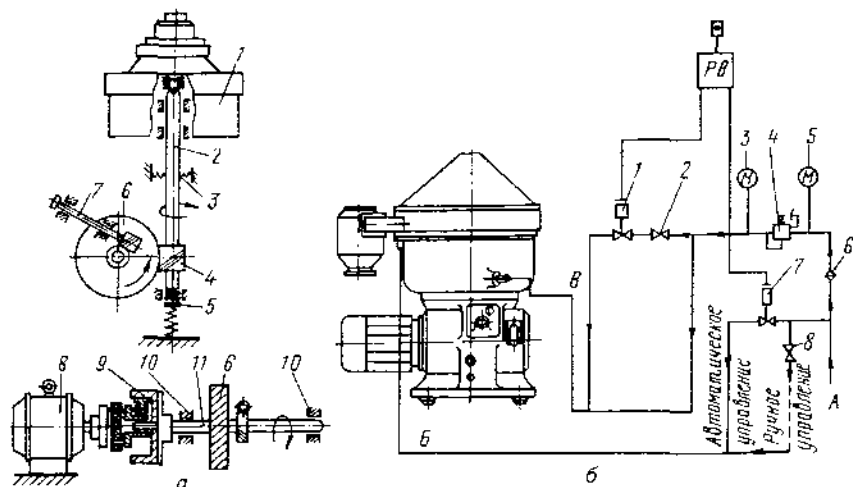


Рис. 5.4. Схемы:

*а* - принципиальная кинематическая сепаратора (1 - барабан; 2 - вертикальный вал; 3 - упругая горловая опора; 4 - червяк; 5 - нижняя опора; 6 - червячное колесо; 7 - счетчик оборотов; 8 - электродвигатель; 9 - муфта; 10 - подшипники; 11 - горизонтальный вал); *б* - подключения гидросистемы сепаратора (А - водопроводная вода избыточным давлением не ниже 0,24 МПа; Б - вода для удаления осадка из приемника шлама; В - вода для подпитки при автоматическом или ручном управлении и для автоматического управления открытием и закрытием барабана; РВ - реле времени; 1, 7 - электромагнитные клапаны; 2, 8 - вентили; 3, 5 - манометры; 4 - редуктор; 6 - фильтр)

Известно, что отношение силы, действующей на тело в центробежном поле к силе тяжести (и, что то же, отношение центробежного ускорения к ускорению силы тяжести), называют фактором разделения  $\Phi$ . Он численно равен критерию Фруда и показывает, во сколько раз интенсифицируется силовое поле, воздействующее на оседающие частицы:

$$\Phi = m\omega^2 / rmg = v^2 / rg = \omega^2 r / g, \quad (5.7)$$

где  $m$  - масса вращающегося тела, кг;  $v$  - окружная скорость вращения, м/с;  $r$  - радиус вращения, м;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\omega$  - угловая скорость вращения барабана, с<sup>-1</sup>.

Фактор разделения особенно важен при выборе и сравнении машин различных типов.

Для сепараторов с коническими тарелками разработано определенное соотношение конструктивно-механических и эксплуатационных факторов. Под разделяющим фактором сепаратора (не путать с фактором разделения) с коническими тарелками  $\Phi'$  ( $\text{м}^3/\text{с}^2$ ) понимают комплекс величин, определяемых по формуле

$$\Phi' = z\omega^2 \operatorname{tg} \alpha (R_{\max}^3 - R_{\min}^3), \quad (5.8)$$

где  $z$  – число тарелок;  $\omega$  – угловая скорость вращения барабана,  $\text{рад}/\text{с}$ ;  $\alpha$  – угол наклона образующей тарелки,  $\text{град}$ ;  $R_{\max}$  и  $R_{\min}$  – соответственно максимальный и минимальный радиусы тарелки,  $\text{м}$ .

Для выделения из жидкостей взвешенных частиц необходимо, чтобы этот разделяющий фактор был численно равен сопротивляемости дисперсионной среды. Сопротивляемость представляет собой величину, обратную разделяемости  $\tau$  (с) смеси:

$$\tau = \frac{2}{9} \frac{\rho_2 - \rho_1}{\mu} r^2, \quad (5.9)$$

где  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – соответственно плотности дисперсионной среды и дисперсной фазы,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\mu$  – динамическая вязкость,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ ;  $r$  – эквивалентный радиус мельчайшей частицы дисперсной фазы, подлежащей выделению,  $\text{м}$ .

Для расчета производительности тарельчатых сепараторов ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) можно использовать формулу

$$\Pi = \beta \frac{1}{27} \pi \omega^2 z d^2 (R_1^3 - R_2^3) \frac{\Delta \rho}{\mu} \operatorname{tg} \alpha, \quad (5.10)$$

где  $\beta$  – технологический КПД сепаратора, характеризующий степень отклонения реального процесса сепарирования от теоретического ( $\beta=0,2-0,5$ );  $\omega$  – угловая скорость ротора,  $\text{рад}/\text{с}$ ;  $R_1$  и  $R_2$  – то же, что в формуле (4.8),  $d$  – диаметр частицы,  $\text{м}$ ;  $\Delta \rho$  – разность плотностей дисперсной фазы и дисперсионной среды,  $\text{кг}/\text{м}^3$  ( $\Delta \rho = \rho_1 - \rho_2$ );  $\mu$  – динамическая вязкость,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ ;  $\alpha$  – угол наклона тарелок,  $\text{град}$ .

Однако чаще всего производительность сепаратора  $\Pi_{\text{нов}}$  определяют либо опытным путем, либо пересчетом. В основу пересчета положено соотношение

$$\Pi_{\text{нов}} / \Pi_{\text{изв}} = \Phi'_{\text{нов}} / \Phi'_{\text{изв}}, \quad (5.11)$$

где  $\Pi_{\text{нов}}$  и  $\Pi_{\text{изв}}$  – производительность соответственно нового и известного сепаратора;  $\Phi'_{\text{нов}}$  и  $\Phi'_{\text{изв}}$  – разделяющий фактор соответственно нового и известного сепаратора.

Фактическая производительность сепаратора с периодической выгрузкой осадка ( $\text{м}^3/\text{ч}$ )

$$P_{\phi} = P(1 - \alpha), \quad (5.12)$$

где  $P$  – производительность сепаратора при его непрерывной работе, подсчитанная по формуле (5.10),  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $\alpha$  – часть цикла работы сепаратора, затрачиваемая на вспомогательные операции (разгрузка, чистка).

Фактическую производительность наиболее широко распространенных в виноделии сепараторов с пульсирующей выгрузкой осадка ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) определяют аналогично:

$$P_{\phi} = P(1 - tn) \quad (5.13)$$

где  $P$  – то же, что в формуле (5.12);  $t$  – время, на которое прерывается процесс сепарации для выгрузки осадка (обычно 60–120 с);  $n$  – количество разгрузок в час, определяемое по формуле:

$$n = Pk_1 / V_{\text{ш}} \cdot 100, \quad (5.14)$$

где  $k_1$  – содержание взвешенных веществ в исходной суспензии, %;  $V_{\text{ш}}$  – объем шламового пространства,  $\text{м}^3$ .

Объем шламового пространства не является, как в сепараторах с ручной выгрузкой осадка, решающим фактором в работе машины, ибо в зависимости от производительности и содержания взвешенных веществ изменяется лишь интервал между выгрузками осадка:

$$T = V_{\text{ш}} \cdot 100(Pk_1). \quad (5.15)$$

По этой же формуле устанавливают длительность работы сепаратора с периодической выгрузкой осадка.

При расчете сепараторов и их подборе возникает необходимость определения некоторых специфических параметров. Так, минимальный размер частиц  $d_{\text{min}}$  (м), выделяемых на сепараторе,

$$d_{\text{min}} = \frac{2,93}{\omega} \sqrt{\frac{P\mu}{z(R_1^3 - R_2^3)(\rho_1 - \rho_2)tg\alpha}}, \quad (5.16)$$

где обозначения величин те же, что и в формуле (5.10).

Время пребывания продукта в барабане сепаратора (с)

$$\tau_{\phi} = V_{\phi} / P, \quad (5.17)$$

где  $V_{\phi}$  – вместимость барабана,  $\text{м}^3$ .

Давление осветленной жидкости (Па), создаваемое напорными дисками,

$$p = \varphi \rho \omega^2 (R^2 - 0,5 R_0^2), \quad (5.18)$$

где  $\varphi$  - коэффициент, учитывающий потери давления ( $\varphi=0,35-0,40$ );  $\rho$  - плотность осветленной фракции продукта,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\omega$  - угловая скорость барабана,  $\text{рад/с}$ ;  $R$  - наружный радиус напорного диска, м;  $R_0$  - внутренний радиус кольца вращающейся жидкости, м.

Давления  $p$  часто бывает достаточно для подачи осветленной жидкости без помощи насоса.

Давление жидкости на стенку барабана (Па)

$$p_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \omega^2 (R_{\text{вн}}^2 - R_0^2) / 2, \quad (5.19)$$

где  $\rho_{\text{ж}}$  - плотность жидкости,  $\text{кг/м}^3$ ;  $R_{\text{вн}}$  - внутренний радиус барабана, м;  $R_0$  - то же, что в формуле (5.18).

Конкретные статьи расхода энергии, необходимой для привода сепаратора, и методика их расчета зависят от конструкции сепаратора. В общем случае энергия расходуется на вывод отсепарированного продукта, выбрасывание осадка, преодоление сил трения барабана о воздух и сил трения в приводном механизме.

Применительно к наиболее распространенным в винодельческом производстве сепараторам мощность (кВт), необходимая для вывода отсепарированного продукта,

$$N_1 = \Pi \omega^2 (R_{\text{д}}^2 - r^2) \rho / (2 \cdot 1000), \quad (5.20)$$

где  $\Pi$  - производительность сепаратора,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\omega$  - угловая скорость барабана,  $\text{рад/с}$ ;  $R_{\text{д}}$  - радиус напорного диска, м;  $r$  - радиус перелива, м (для герметичных сепараторов  $r=0$ );  $\rho$  - плотность продукта,  $\text{кг/м}^3$ .

Мощность (кВт), необходимая для выбрасывания осадка,

$$N_2 = q v_0^2 / (2 \cdot 1000), \quad (5.21)$$

где  $q$  - количество осадка, высасываемого за время разгрузки,  $\text{кг/с}$ ;

$$q = V_{\text{ш}} \rho_{\text{ос}} / \tau,$$

здесь  $V_{\text{ш}}$  - вместимость шламового пространства,  $\text{м}^3$ ;  $\rho_{\text{ос}}$  - плотность осадка,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\tau$  - длительность разгрузки, с;  $v_0$  - окружная скорость барабана,  $\text{м/с}$ .

Мощность (кВт), необходимая для преодоления трения барабана о воздух,

$$N_3 = 1,8 \cdot 10^{-6} \rho_{\text{в}} \omega^4 \sum (F_i R_i^3), \quad (5.22)$$

где  $\rho_{\text{в}}$  - плотность воздуха,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\omega$  - угловая скорость барабана,  $\text{рад/с}$ ;  $F_i$  - площадь боковой поверхности  $i$ -го участка барабана,  $\text{м}^2$ ;  $R_i$  - средний радиус того же участка барабана, м; знак  $\Sigma$  предполагает необходимость суммирования произведения  $F_i R_i^3$  по всем участкам.



Мощность (кВт), необходимая для преодоления сил трения в приводном механизме, главным образом в подшипниках вала барабана,

$$N_4 = f m v_B / 1000, \quad (5.23)$$

где  $f$  – коэффициент трения;  $m$  – масса вращающихся частей барабана (с учетом находящихся в нем жидкости и осадка), кг;  $v_B$  – окружная скорость вала, м/с.

Мощность, необходимая в связи с потерями в редукторе, учитывает КПД редуктора в зависимости от кинематики последнего ( $\eta=0,4-0,6$ ).

Суммарная мощность (кВт)

$$N_{\text{общ}} = (N_1 + N_2 + N_3 + N_4) / \eta. \quad (5.24)$$

В период рабочего режима энергия расходуется главным образом на трение барабана о воздух, а в период разгона – на преодоление трения в пусковом механизме.

Пусковые приспособления представляют собой фрикционные муфты с колодками или раздвигающимися кулачками. В период разгона на работу пускового механизма расходуется от 100% подведенной мощности в начале до 0% в конце пуска. Строго говоря, в период разгона необходима мощность, примерно в 1,5 раза большая, чем в период рабочего хода. Однако за счет выбора электродвигателя (обычно с запасом 10–20% по мощности) и допущения кратковременных перегрузок это обстоятельство не учитывают, что позволяет не принимать во внимание и составляющую  $N_4$  в формуле (5.24).

Для весьма ориентировочных расчетов суммарную мощность (кВт) можно определить по формуле

$$N_{\text{общ}} = K H_B n^3 R^4, \quad (5.25)$$

где  $K$  – эмпирический коэффициент, равный 0,016–0,018;  $H_B$  – высота барабана, м;  $n$  – частота вращения барабана, с<sup>-1</sup>;  $R$  – максимальный радиус барабана, м.

**Фильтры.** Наиболее распространенным видом оборудования для осветления продуктов виноделия являются фильтры, которые выпускаются многих типов и марок. В винодельческом производстве применяются преимущественно фильтры периодического действия, которые разделяются по назначению (осветляющие, стерилизующие), по роду фильтрующих перегородок (с тканевой, полупроницаемой и жесткой перегородкой), способу создания перепада давлений, по конструкции и т. д.

Примером фильтра с тканевой перегородкой может служить фильтр ЦМФ-600 производительностью 6 м<sup>3</sup>/ч, который ранее широко использовался на заводах первичного виноделия.

Автоматические камерные фильтры ФПАКМ также могут быть отнесены к фильтрам с тканевой перегородкой. Она в данном случае

представляет собой бесконечную ленту, проходящую зоны фильтрования и регенерации.

Из фильтров с полупроницаемой перегородкой в винодельческом производстве чаще всего используются **камерные пластинчатые фильтры** (фильтр-прессы), близкие по принципу действия и устройству. В этих фильтрах отдельные плиты составляют попеременно камеры нефильтрованного и отфильтрованного вина. Камеры образуются вставленными в пространство между плитами асбестовыми или картонными перегородками (пластинами). Плиты и фильтрующие перегородки плотно прижаты одна к другой и образуют хорошо уплотненную систему камер с круглым отверстием в выступе на входной стороне для вина, поступающего на фильтрование, и камер отфильтрованного вина с каналом на выходной стороне. Такое устройство фильтра позволяет увеличивать или уменьшать его производительность путем изменения количества плит. Кроме того, при использовании дополнительной перенаправляющей пластины имеется возможность применять фильтрационные пластины различной проницаемости в одном фильтре для доведения степени фильтрования до обеспложивающей способности (стерилизующее фильтрование). Прижим плит осуществляется при помощи механических, электромеханических и гидравлических приспособлений.

*Вино в пластинчатых фильтрах не соприкасается с воздухом, в них можно проводить фильтрование с диатомитом или другими фильтрационными материалами, наносимыми на перегородки способом намыва.*

Из камерных фильтров, применяемых в виноделии в настоящее время, наиболее широко распространены марки ВФС (несколько моделей) и ВФЕ. Кроме того, на предприятиях отрасли используются и другие конструкции, в том числе и зарубежные.

*Фильтрующим элементом в фильтре ВФС/423–53 (рис. 5.5, а) является фильтровальный картон, помещенный между промежуточными плитами.*

Фильтруемая жидкость подается в фильтр центробежным насосом 8. Выход фильтрата осуществляется через штуцер на выходной магистрали упорной плиты 2.

В верхней части упорной плиты на каналах нагнетательной и выходной магистралей установлены краны (воздушные и пробно-спускные) и манометр.

На рис. 5.5, б показан фильтр ВФС-25. Принцип его действия тот же, что и фильтра ВФС/423-53.

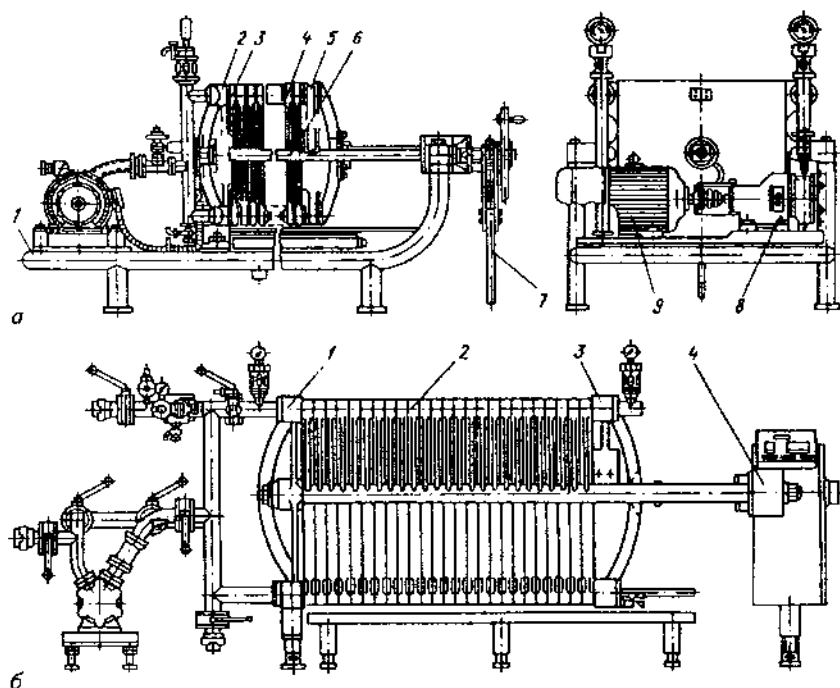
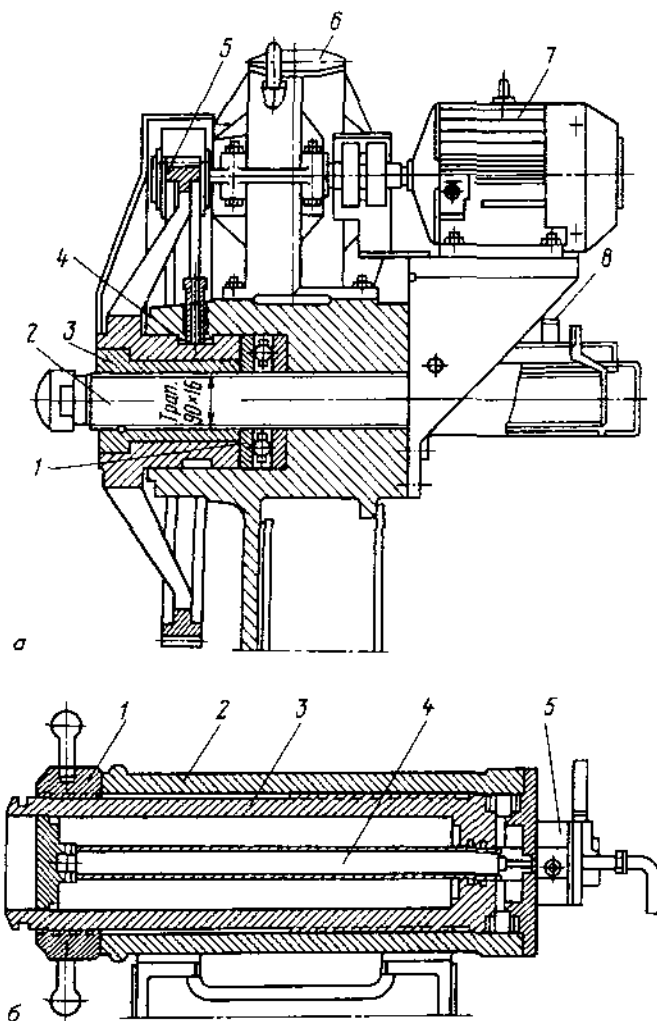


Рис. 5.5. Фильтры:

*а* – ВФС/423-53 (1 - тележка; 2 - упорная плита; 3, 4 - промежуточные плиты; 5 - нажимная плита; 6 - опорная балка; 7 - траверса зажимного механизма; 8 - насос; 9 - электродвигатель); *б* – ВФС-25 (1, 2, 3 – опорная, промежуточная, нажимная плиты соответственно; 4 – механизм зажима)

Существующие пластинчатые фильтры различаются чередованием отверстий в плитах, их размером, арматурой, устройством основания, способом закрепления центрального шпинделя и типами механизмов для зажима пластин.

Механизмы для зажима пластин бывают механическими (ручными, как в фильтре ВФС/423-53, и с электроприводом, как в фильтре ВФС-25) и гидравлическими. На рис. 5.6, *а* показан электромеханический зажим, состоящий из винтовой пары, приводимой в движение электродвигателем 7 через редуктор 6 посредством шестерен и зубчатого колеса 5, в ступице которого запрессована гайка 3 винтовой пары. Винт 2 имеет только поступательное движение, так как левый его конец закреплен и не проворачивается в нажимной плите, а передвигается с ней.



**Рис. 5.6. Зажимы для пластин:**

*а* - электромеханический (1 - подшипник; 2 - винт; 3 - гайка; 4 - сухарь; 5 - колесо; 6 - редуктор; 7 - электродвигатель; 8 - конечный выключатель); *б* - гидравлический (1 - гайка; 2 - гидроцилиндр; 3 - плунжер; 4 - шток; 5 - вентиль)

Во время зажима набора плит и рам гайка и колесо опираются на упорный подшипник, а во время отжима – на сухарь 4. При достижении определенного усилия зажима электродвигатель отключается токовым реле, отрегулированным на определенную силу тока по специальному приспособлению для измерения усилия зажима. При отжиме электродвигатель отключается автоматически конечным выключателем 8.

Гидравлический зажим (рис. 5.6, б) состоит из гидроцилиндра 2, полого плунжера 3, штока 4, вентиля 5 и станины. Плунжер свободным концом закрепляется в нажимной плите и перемещается вместе с ней вперед-назад за счет давления жидкости в полости плунжера. Подача жидкости в ту или другую полость регулируется вентилем. Плунжер в рабочем состоянии фиксируется гайкой 1. Возможны и другие конструктивные варианты.

Индивидуальный привод к гидрозажиму состоит из насоса и электродвигателя.

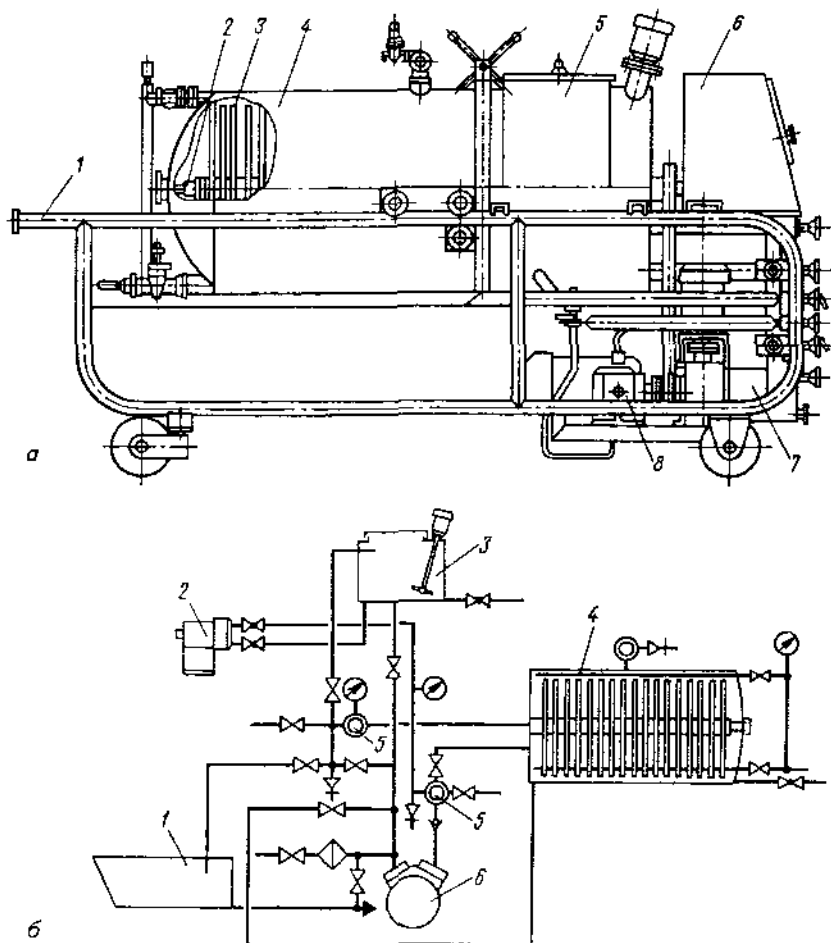
При использовании пластинчатых фильтров в качестве намывных между плитами закладываются специальные рамы с редкими перегородками или без них, предназначенные для увеличения пространства перед фильтрационной пластиной для намывного слоя.

Для тех же целей выпускаются и специальные фильтры, например фильтры ФПО, относящиеся к намывным фильтрам с жесткой перегородкой. Одна из этих моделей – фильтр ФПО-6 (рис. 5.7, а) имеет фильтровальный бак 4, смеситель 5 с пропеллерной мешалкой для приготовления винной суспензии диатомита, полый вал 2 с фильтрующими элементами 3, продуктовый насос 7, насос-дозатор 8 винной суспензии диатомита, элементы арматуры, управления и контроля.

Фильтрующие элементы представляют собой диски из крупной металлической сетки, которая является каркасом элемента. Крупная сетка с двух сторон обтянута мелкой металлической сеткой, на которую и намывается диатомит. Фильтрующие элементы 3 собираются на валу 2, приводимом во вращение при очистке фильтра.

Фильтр работает в следующих основных режимах: намыв фильтрующего слоя (зарядка); фильтрование; удаление остатков виноматериала после окончания фильтрования; мойка фильтровальных дисков.

При намыве первоначального фильтрующего слоя продуктовый насос 7 подает диатомитовую разводку из бачка в фильтровальный бак 4. Через боковые сетчатые поверхности дисков виноматериал попадает во внутренние полости последних, а затем через полый вал, который одновременно служит коллектором, и смотровой фонарь возвращается в бачок.



**Рис. 5.7.** Фильтр ФПО-6:

*а* -- общий вид (1 -- каркас; 2 -- вал; 3 -- фильтрующий элемент; 4 -- бак; 5 -- смеситель; 6 -- шкаф; 7 -- насос; 8 -- насос-дозатор); *б* -- технологическая схема (1 -- поддон; 2 -- дозатор; 3 -- смеситель; 4 -- бак; 5 -- фонари; 6 -- насос)

Диатомит осаждается на боковых поверхностях дисков и образует фильтрующий слой. По достижении требуемой прозрачности виноматериала в смотровом фонаре зарядку фильтра прекращают.

В процессе фильтрования продуктовый насос подает нефильтрованный виноматериал в фильтровальный бак, а затем через диски, полый вал и смотровой фонарь фильтрат выходит из фильтра. С целью увеличения продолжительности рабочего цикла в поступающий на фильтрование виноматериал вводится диатомит.

При достижении давления 0,6 МПа фильтрование прекращают. Виноматериал, оставшийся в фильтровальном баке, возвращают в исходную емкость продуктовым насосом, после чего производят мойку дисков.

Технологическая схема дискового фильтра ФПО-6 представлена на рис. 5.7, б.

Производительность фильтров ВФС/423-56, ВФС/423-53, ВФС-12, ВФС-25, ВФЕ, ФПО-6 и ФПО-12 соответственно 3,0; 9,0; 6,0; 7,5; 9,0; 6,0 и 12,5 м<sup>3</sup>/ч, площадь фильтрования 6; 20; 12; 25; 20; 12 и 24 м<sup>2</sup>.

Из многих зарубежных конструкций пластинчатых фильтров на отечественных предприятиях чаще всего используются фильтры фирмы «SEN» (ФРГ) различных видов и типоразмеров (Zenit, Orion и др.), фирм «Gasquet» (Франция), «Padovan», «Gianazza»; «Pressindustria» (Италия) и др. В некоторых из этих конструкций облегчены ручные операции (перемещение и зажим плит, перемещение и регенерация фильтрующей поверхности).

За рубежом также выпускается и большая номенклатура намывных фильтров с жесткой перегородкой, по принципу действия аналогичных фильтру ФПО. Среди современных конструкций можно назвать выпускаемые фирмой «Padovan» (Италия) марок Greenfield и Ecofilter (первые предназначены для фильтрования тихих вин, сула, соков, вторые – в изобарическом исполнении – для вин, содержащих диоксид углерода). Отличие их от фильтра ФПО – в горизонтальном расположении каждого фильтрующего элемента-диска (весь пакет установлен вертикально), в удобстве монтажа, эксплуатации, санитарной обработки, ремонта фильтра.

Технологическая схема фильтра Greenfield показана на рис. 5.8; она не нуждается в дополнительных пояснениях.

Фильтр оборудован системами приготовления и дозирования диатомитовой суспензии в поток продукта, ручной или автоматической мойки и выгрузки осадка, устройством для фильтрования остатков продукта в корпусе фильтра.

Поверхность фильтрования в этих фильтрах (в зависимости от их размера) – от 2 до 60 м<sup>2</sup>; производительность соответственно – от 2 до 100 м<sup>3</sup>/ч.

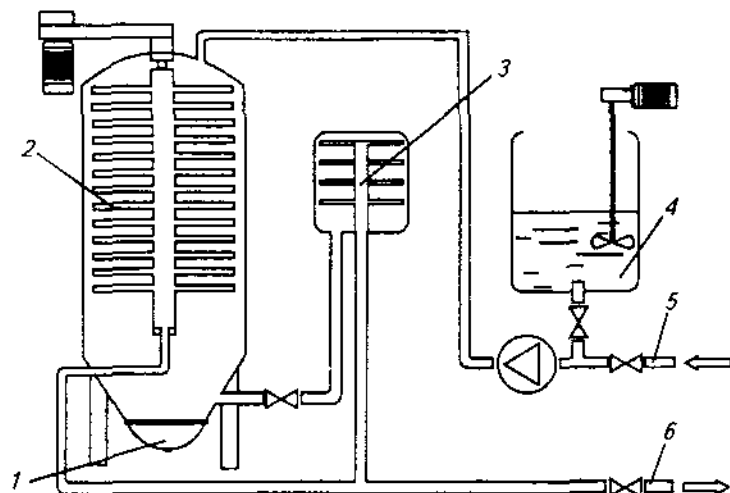


Рис. 5.8. Фильтр Greenfilter (технологическая схема):

1 - люк для выгрузки осадка; 2 - корпус с фильтрующими элементами-дисками; 3 - фильтр для фильтрования остатков продукта в корпусе; 4 - дозатор диатомита; 5 - патрубок для ввода исходного продукта; 6 - патрубок для отвода фильтрата

В качестве фильтрующих пластин в пластинчатых фильтрах применяют картон различной проницаемости (табл. 5.2).

Таблица 5.2. Рекомендации по применению фильтрующих пластин

Назначение фильтрования	Марки пластин	
	отечественных	импортных
Первая декантация	–	1/1250; US; 2/1250; Fa
То же с кизелгуром или диатомитом	–	0/400
Вторая декантация	–	2/1250; 3/1250
После оклейки вин	Т; КТФ-1	AS; 3/1250; R3, R5
Тонкое фильтрование	КТФ-1; 4ТФ-2	SSK; K7; K10
Перед фасованием	КТФ-2	SSK; K7; K10
Перед горячим фасованием	КОФ-3	SSK; K10
Перед стерильным холодным фасованием	СФ, КОФ-3	ЕК



Производительность фильтров периодического действия ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) определяют с учетом длительности всего цикла фильтрования:

$$\Pi = V / \sum \tau, \quad (5.26)$$

где  $V$  – объем фильтруемого продукта,  $\text{м}^3$ ;  $\sum \tau$  – общая длительность одного цикла фильтрования, с;

$$\sum \tau = \tau_{\text{ф}} + \tau_{\text{всп}}, \quad (5.27)$$

здесь  $\tau_{\text{ф}}$  – длительность самого процесса фильтрования, с;  $\tau_{\text{всп}}$  – длительность вспомогательных операций (разгрузки и подготовки) фильтра к фильтрованию, с.

Если известна скорость фильтрования  $\nu$ , то (без учета  $\tau_{\text{всп}}$ ) производительность фильтра ( $\text{м}^3/\text{с}$ )

$$\Pi = F \nu, \quad (5.28)$$

где  $\nu$  – скорость фильтрования,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ;  $F$  – площадь поверхности фильтрования,  $\text{м}^2$ .

Скорость фильтрования зависит от давления, толщины слоя, структуры и характера осадка, температуры и состава фильтруемой жидкости, вида и свойств вспомогательных фильтрующих веществ и т. д. Точное определение скорости фильтрования затруднено. В литературе приводятся следующие цифры: при фильтровании через диатомит –  $0,00028 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , через фильтр-пластины –  $0,0002 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  при обычном фильтровании и  $0,00008 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  – при стерилизующем.

Необходимое число фильтрующих элементов (перегородок) в фильтре

$$n = F / f_0, \quad (5.29)$$

где  $F$  – общая необходимая площадь фильтрующей поверхности,  $\text{м}^2$ ;  $f_0$  – площадь фильтрующей поверхности одного элемента,  $\text{м}^2$ .

Площадь фильтрующей поверхности  $f_0$  ( $\text{м}^2$ ) всегда меньше общей площади фильтрующего элемента (перегородки), включающей и нерабочие зоны по краям, равные по площади зажатой поверхности, т. е.

$$f_0 = (a - 2b)^2, \quad (5.30)$$

где  $a$  – стороны квадрата фильтрующего элемента по наружным размерам, м;  $b$  – ширина поверхности контакта элемента при зажиме, м.

Конструкция фильтра определяет количество пластин (плит) в нем, которое зависит от количества фильтрующих элементов, приходящихся на одну пластину, наличия промежуточных рам, образующих специальные камеры для осадка, и т. д. Следует при этом отметить, что ширина камеры должна быть, как минимум, вдвое больше слоя осадка.

Давление фильтрования, определяемое, как правило, опытным путем, изменяется в пределах от 0,1–0,2 до 0,3–0,4 МПа.

Усилие (Н) от давления на плиту со стороны жидкости

$$Q_1 = pF_{\phi}; \quad (5.31)$$

усилие (Н) от давления на площадь контакта между плитами

$$Q_2 = P_{упл} F_{упл}, \quad (5.32)$$

где  $p$  – давление фильтрования, Па;  $F_{\phi}$  – площадь плит, на которую действует жидкость, м<sup>2</sup>;  $P_{упл}$  – минимальное давление на площадь контакта уплотнения, необходимое для герметичности стыка, Па;  $F_{упл}$  – площадь контакта между плитами, м<sup>2</sup>.

Согласно опытным данным, для фланцев, соприкасающихся по двум одинаковым гладким поверхностям, должно быть соблюдено условие  $P_{упл} \geq 3p$ .

Очевидно, что усилие  $P$ , с каким зажимной механизм давит на нажимную плиту, должно превышать сумму  $Q_1$  и  $Q_2$  т. е.

$$P \geq Q_1 + Q_2. \quad (5.33)$$

Усилие  $P$  является исходной величиной для расчета механизма зажима, в основу которого может быть положена методика, приведенная в разделе 1.3.

Несущая часть пластинчатых фильтров состоит из балки, связывающей переднюю и заднюю стойки. Расчет такой балки на прочность производится по обычной методике. В нагрузку при этом входят силы тяжести плит, рам, осадка, жидкости. Следует помнить, что реакции опор и напряжения надо определять при различных схемах нагружения. На практике обычно нагружают лишь ту часть балки, которая примыкает к упорной плите.

В виноделии могут быть применены и **вакуум-фильтры**, некоторые конструкции которых позволяют проводить фильтрование даже через намывной слой. Они могут быть использованы для густых суспензий (суловых, дрожжевых и клеевых осадков). Примерами могут служить барабанные вакуум-фильтры Tauro и Tauro lux, выпускаемые фирмой «Padovan» (Италия), с поверхностью фильтрования – в зависимости от модели – 3–40 м<sup>2</sup> и производительностью соответственно 0,25–6 м<sup>3</sup>/ч; длительность цикла работы (когда используется один намывной слой) 10 и 20 ч.

Из новых способов фильтрования, имеющих большие перспективы применения в винодельческой промышленности, можно отметить ульт-

рафильтрацию (задерживание частиц размером 0,001–0,1 мкм) и микрофильтрацию (задерживание частиц размером 0,1–10 мкм), получающих распространение за рубежом [фирмы «Padovan» (Италия), «Millipore», «Itmesa»; «Gasquet» (Франция) и др.] и обеспечивающих очень высокую эффективность процесса, вплоть до стерилизации продукта. В России также созданы такие фильтры.

Мембраны изготавливаются из полимерных материалов и выпускаются в виде патронных, дисковых или кассетных фильтров. Сама полупроницаемая мембрана толщиной 0,1–0,5 мкм нанесена на подложку из высокопористого полимера, способствующую механической прочности и долговечности мембраны. Кроме того, в патронных фильтрах фильтрующая поверхность может быть образована в виде спирально закрученных волокон из того же материала, что и мембрана.

На рис. 5.9, а для примера показана схема прохождения жидкости через кассетную систему Пелликон фирмы «Millipore». В систему входит блок с пакетом мембран б (общая площадь поверхности пакета 0,464 м<sup>2</sup>). В блоке между двумя опорными пластинами 1 и 5 может быть заключено до 10 пакетов, т. е. общая площадь поверхности фильтрования может достигать 4,6 м<sup>2</sup>. В пакетах чередуются каналы для задерживания фракции, выходящей по коммуникации В, и для фильтрата, выходящего по коммуникации Б, исходный продукт поступает по коммуникации А. Каждый канал имеет разделительный экран (сепаратор) (поз. 2, 3 и 4) для задерживаемой фракции и фильтрата. Режим работы фильтра поддерживается автоматически.

На рис. 5.9, б показан принцип формирования (один из вариантов) патрона из мембран. Исходный продукт поступает по каналу А, фильтрат удаляется по каналу Б, а задерживаемая фракция – по каналу В. И в этом случае каждая мембрана чередуется с разделительными экранами (на рисунке не показаны).

Рис. 5.9, б иллюстрирует одновременно и принцип тангенциального фильтрования, которое отличается от традиционного (фронтального) направлением потока жидкости, принципом очистки, скоростью процесса и его эффективностью. При этом способе практически не происходит образования слоя осадка на фильтрующем элементе.

Процесс фильтрования в фильтрах фирмы «Millipore» происходит под давлением до 0,7 МПа, площадь поверхности фильтрования достигает до 160 м<sup>2</sup> при скорости до 150 (л/м<sup>2</sup>·ч).

В установках для тангенциальной ультрафильтрации фирмы «Itmesa» используются минеральные мембраны. Фильтрующим элемен-

том может служить трубка (или трубки) из глинозема толщиной от одного до нескольких миллиметров и размером пор в пределах 10–20 мкм. На внутреннюю поверхность трубок наносится фильтрующий слой толщиной 15 мкм и диаметром 0,005–0,8 мкм.

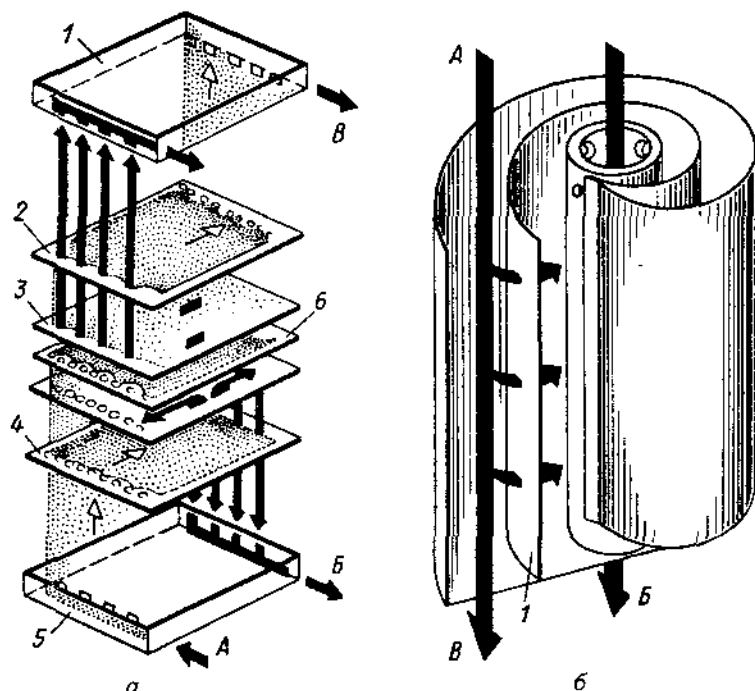


Рис. 5.9. Ультрафильтрация:

*а* – схема прохождения жидкости в ультрафилт্রে (1, 5 – опорные пластины; 2, 3, 4 – сепараторы; 6 – мембрана; А, Б, В – коммуникации); *б* – принцип формирования патрона (1 – мембрана; А, Б, В – каналы)

Материал мембраны весьма стоек к агрессивным средам, выдерживает температуру до 200° С и давление до 20 МПа. Мембраны практически не требуют ухода и обеспечивают надежное фильтрование (вплоть до стерильного) без обычных фильтрующих добавок. Промывка осуществляется автоматически, что позволяет непрерывно использовать их в течение нескольких недель.

Фильтрующие элементы выпускаемых установок представляют собой трубки внутренним диаметром 15 мм, длиной 750–800 мм и площадью поверхности фильтрования 0,03 м<sup>2</sup> каждая. Мембраны имеют особую конструкцию с 19 каналами диаметром 4 мм, что обеспечивает площадь поверхности фильтрования 0,2 м<sup>2</sup>. Использование таких мембран позволяет увеличить площадь поверхности фильтрования при одинаковом объеме почти на 70%.

Фирма выпускает ультрафильтрационные установки с площадью поверхности фильтрования 1,2; 2,4; 3,5; 4,8; 7,0; 14 м<sup>2</sup>. Производительность этих установок колеблется от 120 до 4500 л/ч.

Скорость фильтрования обеспечивается в следующих пределах: сусли 80–100; вино 80–150; яблочный сок 80–100; дрожжевые осадки 80; вода 150–200 л/(ч·м<sup>2</sup>). Расход энергии в среднем 0,6–0,8 (кВт·ч)/м<sup>2</sup>. Исходный продукт должен подаваться со скоростью 4–5 м/с под давлением 0,3–0,5 МПа.

Установка такого же назначения, разработанная фирмой «Gasquet»; выполнена в виде отдельных фильтрующих модулей (три модуля, в каждом из которых по три фильтрующих элемента), работающих в системе, включающей насосы, пластинчатый теплообменник, коммуникации, приборы и др.

Фильтрующие элементы представляют собой цилиндры из полипропилена длиной 254 мм и диаметром 70 мм. Пористость материала (размер пор около 0,2 мкм) достигнута за счет обработки его гамма-лучами. Такого типа фильтрующие элементы легко моются, стерилизуются горячей водой (85–95° С в течение 20 мин).

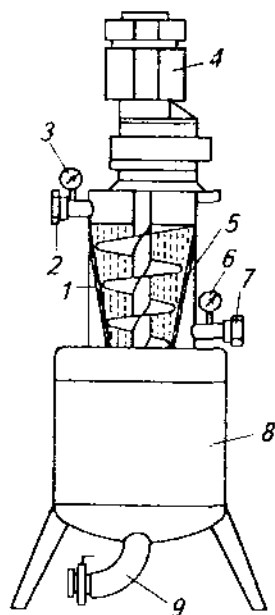
Как правило, одновременно работают два модуля, третий включается при очистке одного из них.

Производительность установки 5–6 м<sup>3</sup>/ч по вину и около 3 м<sup>3</sup>/ч по соку при площади поверхности фильтрования 8 м<sup>2</sup>. Срок службы фильтрующих элементов, по данным фирмы, 6–12 мес.

В настоящее время большое внимание уделяется созданию специальных **сетчатых фильтров** для отделения от сусли грубых взвесей. Этот вид оборудования получил распространение за рубежом. Сетчатые фильтры выпускаются самых разных конструкций (листовые, ленточные, дисковые, барабанные и др.); в них используются штампованные, проволочные и неметаллические сетки, с которых взвеси удаляются скребками, шнеками, щетками, ножами и другими устройствами.

Примером может служить устройство для очистки сусли (рис. 5.10), выпускаемое фирмой «Imesa». Устройство (модель 70) работает под давлением. Внутри корпуса имеется сетчатая коническая перегородка, по-

верхность которой регенерируется вертикальным коническим шнеком, вращающимся от привода. Для сбора твердой фазы в нижней части установлен отстойный бак, снабженный быстрооткрывающимся затвором для удаления взвесей без остановки устройства. Для контроля степени забивания сетчатой перегородки взвешенными частицами на входном и выходном патрубках установлены манометры.



**Рис. 5.10.** Устройство для очистки сула:

1 — корпус; 2, 7, 9 — патрубки; 3 — манометр; 4 — привод; 5 — перегородка; 8 — отстойный бак

Размер отверстий в ситах зависит от требуемой степени очистки и колеблется от 3 до 0,5 мм.

Сетчатый фильтр аналогичного назначения выпускают под маркой ВФЛ. Он состоит из вращающейся цилиндрической фильтровальной перегородки с приводом и устройства для ее регенерации в виде плотно прилегающего резинового скребка, направляющего крупные взвеси в бункер пресса вместе с мезгой. Цилиндрическая перегородка установлена в кожухе под углом к горизонту. Производительность фильтра ВФЛ 12 м<sup>3</sup>/ч по суслу, степень очистки 30%.

**Центрифуги.** Они применяются для осветления виноматериалов осаждением в поле центробежных сил. При использовании их, однако, следует учитывать некоторые технологические особенности. Так, например, в отличие от отстаивания, при котором, помимо осветления, происходят ферментация и созревание сула, центрифугирование обеспечивает только отделение взвесей, причем

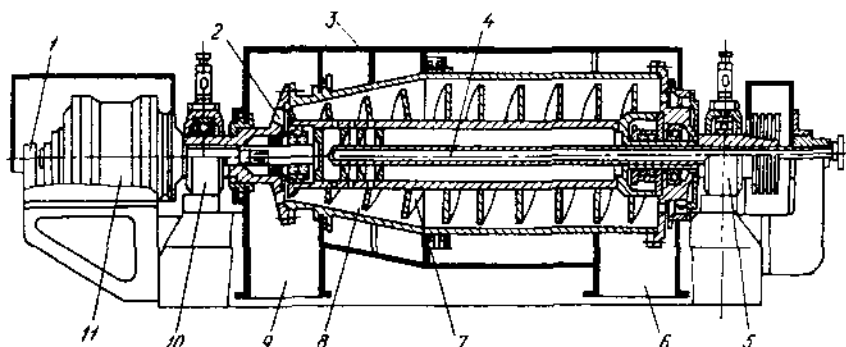
наилучшие результаты получаются при использовании герметических и полужакрытых центрифуг, работающих в атмосфере инертных газов. Для устранения отмеченного недостатка центрифугирования желательнее предварительно обработать сула бентонитом.

Применяемые в винодельческой промышленности центрифуги могут быть отстойного и фильтрующего типов.

На рис. 5.11 показана конструктивная схема модернизированного варианта отстойной центрифуги ОГШ-321-Н-5. Особенность ее – горизонтальное расположение оси цилиндра конического ротора 8 с соосно расположенным внутри него шнеком 7. При работе центрифуги суспензия по питающей трубе 4 подается во внутреннюю полость шнека, откуда через окна поступает в ротор. Под действием центробежной силы суспензия разделяется, и на стенках ротора осаждаются частицы твердой фазы. Ротор и шнек вращаются в одном направлении, но с разной частотой, в результате чего шнек транспортирует образовавшийся осадок вдоль ротора к выгрузочным окнам 2 в узкой части ротора.

Ротор центрифуги, расположенный на двух опорах 3 и 10 приводится во вращение от электродвигателя через клиноременную передачу.

Технологический режим в этих центрифугах можно регулировать изменением скоростей подачи суспензии и частоты вращения ротора, а также величины диаметра сливных окон и положения питающей трубы.



**Рис. 5.11.** Центрифуга ОГШ-321-Н-5 (конструктивная схема):

1 – защитное устройство; 2 – выгрузочное окно; 3 – кожух; 4 – питающая труба; 5, 10 – опоры; 6, 9 – камеры; 7 – шнек; 8 – ротор; 11 – редуктор

Имеются также данные, свидетельствующие о возможности и целесообразности использования этих центрифуг для осветления плодового ягодного сусла, разделения суспензии виннокислого камня и др.

Наибольший внутренний диаметр ротора центрифуги ОГШ-321-Н-5 325 мм; наибольшая частота вращения 3500 об/мин; наибольший фактор разделения 2230.

Наряду с отстойными центрифугами для фильтрования в поле действия центробежных сил применяются фильтрующие центрифуги. Они используются, в частности, при производстве виннокаменной кислоты и виннокислой извести, извлечении вина из тканевых салфеток или фильтр-картона после фильтрования и в некоторых других случаях. Для этих целей применяются центрифуги типа ФМБ и ФМД, относящиеся к машинам периодического действия с барабанным ротором.

Расчет производительности ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) непрерывно действующей отстойной центрифуги со шнековой выгрузкой осадка можно выполнить по формуле

$$\Pi = 0,96 \cdot 10^{-3} \frac{D_{C1}^2 L_{C1} (\rho - \rho_c) d^2 n^2}{\mu}, \quad (5.34)$$

где  $D_{C1}$  и  $L_{C1}$  – диаметр и длина сливного цилиндра, м;  $\rho$  и  $\rho_c$  – плотности частиц и среды,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $d$  – крупность разделения (диаметр наименьших осаждаемых частиц), м;  $n$  – частота вращения ротора,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $\mu$  – динамическая вязкость среды,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ .

Давление (Па) при отстойном центрифугировании

$$p = p_f F_r, \quad (5.35)$$

где  $p_f$  – гидростатическое давление столба жидкости высотой, равной толщине слоя продукта в барабане. Па;  $F_r$  – фактор разделения для среднего радиуса  $r_{cp}$  (м) кольцевого слоя продукта:

$$r_{cp} = R + R_0 / 2, \quad (5.36)$$

где  $R$  – радиус барабана, м;  $R_0$  – внутренний радиус кольца жидкости, м.

Гидростатическое давление столба жидкости

$$p_f = \delta \rho g, \quad (5.37)$$

где  $\delta$  – толщина слоя жидкости в барабане ( $R - R_0$ ), м;  $\rho$  – плотность жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$ .

Энергия, подводимая к центрифуге непрерывного действия (например, к отстойной центрифуге со шнековой выгрузкой осадка), расходуется на сообщение массе суспензии скорости вращения ротора; перемещение осадка вдоль образующей ротора; преодоление трения осадка о витки шнека; преодоление трения суспензии о витки шнека; перемещение суспензии и гидравлические потери в роторе; преодоление трения ротора о воздух; преодоление трения в подшипниках; потери в редукторе.

Точный расчет требуемой для привода центрифуги мощности затруднен из-за отсутствия многих экспериментальных данных.



Производительность фильтрующих центрифуг периодического действия, например барабанного типа, определяют по формуле (5.26), где количество материала (кг), загружаемого в барабан,

$$V = \pi (R^2 - R_0^2) H \rho, \quad (5.38)$$

где  $R$  и  $R_0$  – соответственно внутренние радиусы барабана и кольцевого слоя продукта, м;  $H$  – высота барабана центрифуги, м;  $\rho$  – плотность (объемная масса) продукта, кг/м<sup>3</sup>.

Давление фильтрования (Па) при фильтрующем центрифугировании

$$p = P_{ц} / F, \quad (5.39)$$

где  $P_{ц}$  – центробежная сила, Н;  $F$  – средняя площадь поверхности фильтрования, м<sup>2</sup>.

В этой формуле

$$P_{ц} = m\omega^2 R_{ср}, \quad (5.40)$$

$$F = \pi D H, \quad (5.41)$$

где  $m$  – масса продукта в барабане, кг;  $\omega$  – угловая скорость вращения барабана, рад/с;  $R_{ср}$  – средний радиус кольцевого слоя продукта, находящегося в барабане, м [ $R_{ср} = (R + R_0) / 2$ ];  $D$  – внутренний диаметр барабана, м ( $D = 2R$ );  $H$  – высота барабана (в центрифугах периодического действия) или длина зоны фильтрования (в центрифугах непрерывного действия), м.

Толщина кольцевого слоя продукта (м) в барабане центрифуги

$$S = R - \sqrt{R^2 - m / (\rho \pi H)}, \quad (5.42)$$

где обозначения те же, что и в формулах (5.38) и (5.40).

**Флотаторы.** Их применение имеет определенные перспективы в виноделии для осветления сусла. Во флотаторах в поток сусла дозируются реагенты (бентонит, желатин и т. п.), после чего сусло барботируется воздухом. Пузырьки воздуха, всплывая, увлекают с собой твердые частицы взвесей. Осветленное сусло отбирают из средней части флотатора, а примеси отсасываются специальным устройством сверху и фильтруются на вакуум-филт্রে.

Такой принцип осуществлен в флотаторе Flottaflux фирмы «Pado-  
vap» (Италия).

Эффекта флотации можно достигнуть и барботированием через сусло газов или (при электрофлотации) образующихся пузырьков водорода.

**Гидроциклоны.** В винодельческом производстве накоплен некоторый опыт применения гидроциклонов, например, для осветления сусла, виноматериалов, в процессах переработки вторичных продуктов виноделия и др.

## **5.2. Оборудование для введения различных веществ в продукты виноделия**

Вводимые в продукты виноделия вещества могут находиться как в газообразном, так и в жидком состоянии (или в виде суспензии), они могут быть сухими (в виде порошка).

**Сульфитодозировочные установки.** Дюоксид серы вводят в сжиженном состоянии либо в виде водного раствора определенной концентрации. Основная сложность процесса – необходимость увязки дозы  $SO_2$  с количеством сульфитируемого продукта (особенно при сульфитировании в потоке) и регулирования ее.

Для сульфитирования сусла и мезги разработаны сульфитодозировочные установки, принцип действия которых различен:  $SO_2$  вводится в поток продукта либо в зависимости от давления последнего (принцип устаревшей установки СД-2), либо через систему клапанов (установки ВСАУ, ВСФ), либо нагнетается насосом-дозатором (устаревшая установка ВСД-3М).

Установка ВСАУ (рис. 5.12, а) состоит из дозатора, сульфитаторов 8 и 9 для мезги и сусла и вспомогательного оборудования.

Дозатор предназначен для перевода  $SO_2$  из жидкого состояния в газообразное и дозированной подачи его непрерывным потоком в сульфитируемый продукт. Он представляет собой металлический шкаф, внутри которого находится пневматическое и электрическое оборудование: испаритель 2, фильтр 11, обратный клапан 13, коллектор 10, запорные вентили 1 и 7, ротаметры 5, регулятор давления 3, мембранные разделители, электрическая аппаратура управления и сигнализации, соединительные металлические трубы и резиновые рукава. В дозаторе установлен баллон 12 с жидким  $SO_2$ .

Испаритель – это змеевик, размещенный в цилиндрическом корпусе, заполненном маслом, в верхней части которого имеется крышка с укрепленными на ней трубчатым электронагревателем и сигнализирующим манометрическим термометром. В испарителе происходит переход жидкого  $SO_2$  в газообразное состояние.

На входе в испаритель имеется фильтр для очистки жидкого  $SO_2$ . На выходе из испарителя установлен регулятор давления, поддерживающий постоянное рабочее давление газообразного диоксида серы.

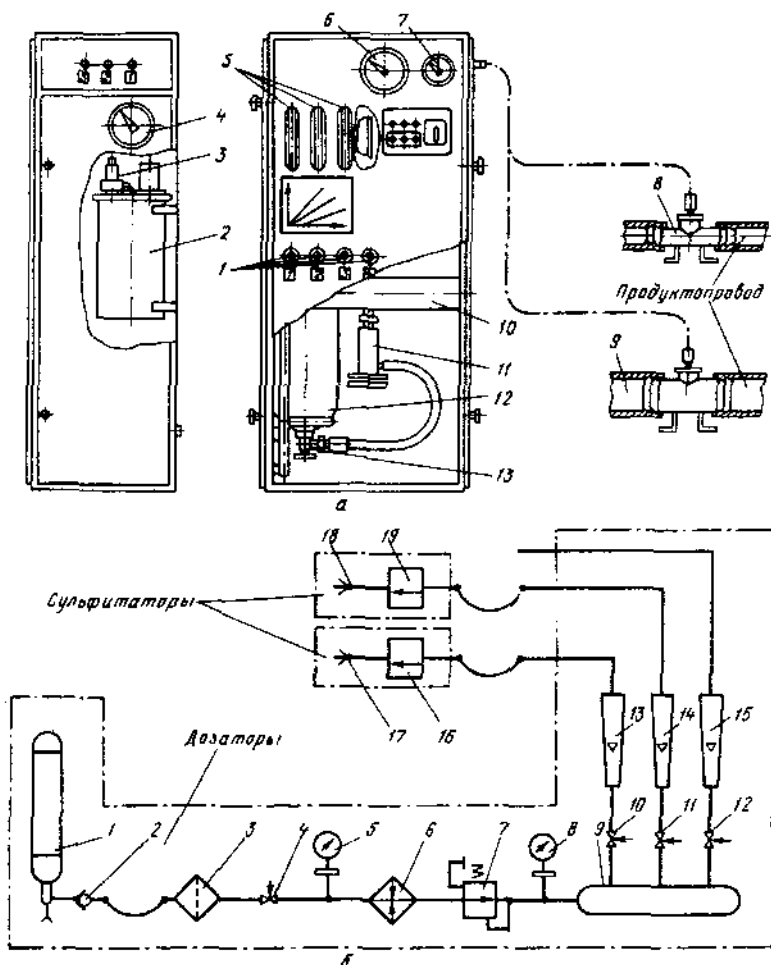


Рис. 5.12. Сульфитодозировочная установка ВСАУ:

а - общий вид (1, 7 - запорные вентили; 2 - испаритель; 3 - регулятор давления; 4 - манометрический термометр; 5 - ротаметр; 6 - электроконтактный манометр; 8, 9 - сульфитаторы; 10 - коллектор; 11 - фильтр; 12 - баллон с  $SO_2$ ; 13 - обратный клапан); б - пневматическая схема (1 - баллон; 2 - обратный клапан; 3 - фильтр; 4, 10, 11, 12 - вентили; 5, 8 - манометры; 6 - испаритель; 7 - регулятор давления; 9 - коллектор; 13, 14, 15 - ротаметры; 16, 19 - отсечные клапаны; 17, 18 - клапаны)

Коллектор, на котором установлены запорные вентили и блок ротаметров, закреплен на раме дозатора и служит для накапливания и равномерной подачи газообразного  $\text{SO}_2$  в ротаметры. Рабочее давление  $\text{SO}_2$ , поступающего в сульфитаторы, контролируется с помощью манометра, присоединенного к коллектору.

Сульфитаторы представляют собой часть продуктопровода, внутри которого находятся клапан и заслонка, связанная осью и рычагом с отсечным клапаном. На оси укреплен противовес для возврата заслонки и рычага в исходное положение. Сульфитаторы служат для ввода газообразного диоксида серы в поток сульфитируемого продукта. При пропуске потока заслонка отклоняется и открывает засечный клапан, в результате чего происходит подача диоксида серы. При прекращении потока клапан закрывается, и подача  $\text{SO}_2$  прекращается.

В сульфитаторе для мезги с двух сторон имеются фланцы для крепления в трубопроводе, и для сула-штуцера для насадки рукавов (шлангов).

Работа установки ВСАУ основана на объемном дозировании газообразного  $\text{SO}_2$  и вводе его в поток сульфитируемого продукта.

Жидкий диоксид серы из баллона (рис. 5.12, б) через обратный клапан 2 по рукаву поступает в фильтр 3. После очистки жидкий диоксид серы направляется в испаритель 6, где подогревается, переходит в газообразное состояние и поступает в регулятор давления (редуктор) 7. Манометр 5 показывает давление диоксида серы в магистрали баллон-редуктор.

Регулятор давления 7 понижает давление газообразного  $\text{SO}_2$  с 0,6 до 0,1 МПа, что контролируется манометром 8. Далее газ поступает в коллектор 9. Заданная доза газа, регулируемая вентилями 10, 11 и 12 и контролируемая ротаметрами, поступает в отсечные клапаны и далее через клапаны 17 и 18 попадает в поток сульфитируемого продукта.

В зависимости от расхода и дозы  $\text{SO}_2$  сульфитаторы могут быть подсоединены к любому из трех ротаметров, и установка может быть использована для сульфитации продукта в двух или трех поточных линиях одновременно.

Установка ВСФ (рис. 5.13, а) позволяет дозировать как сжиженный  $\text{SO}_2$ , так и газообразный, а также тот и другой одновременно, например газообразный  $\text{SO}_2$  для сульфитирования мезги, а сжиженный – для сула. Установка приспособлена и для условий вторичного виноделия, в частности для работы при низких температурах окружающего воздуха. Это достигается размещением в нижней камере нагревателя 3 и вентилятора

1, благодаря чему баллоны обдуваются турбулентным потоком теплого воздуха в режиме рециркуляции.

Так как давление в баллоне и магистрали  $SO_2$  превышает давление насыщения при температуре окружающего воздуха, то  $SO_2$  не закипает и дозирование происходит более точно.

Установка может быть оснащена тремя видами впускных устройств.

В первом варианте впускного устройства (рис. 5.13, б) игла 4 и седло находятся непосредственно в потоке продукта. В этой точке одновременно протекают эндотермический процесс расширения сжиженного  $SO_2$  и экзотермический процесс его растворения, что исключает замораживание впускного устройства.

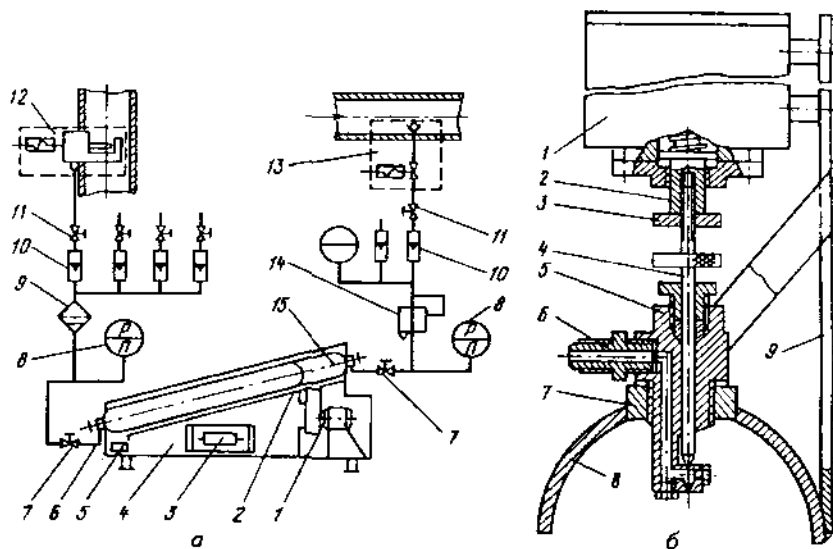
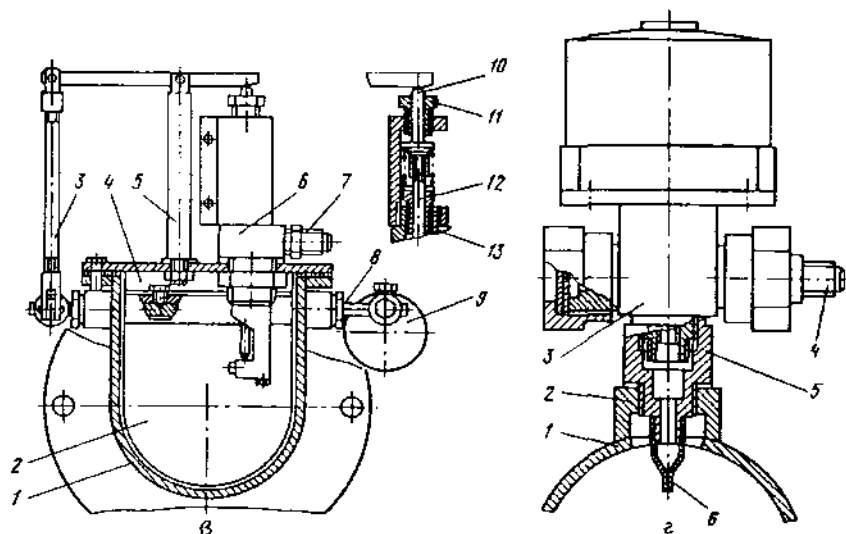


Рис. 5.13. Сульфитодозировочная установка ВСФ:

а – принципиальная технологическая схема (1 – вентилятор; 2 – перегородка; 3 – нагреватель; 4 – контейнер; 5 – термореле; 6 – гибкий трубопровод; 7 – запорный вентиль; 8 – манометр; 9 – фильтр-отстойник; 10 – ротаметр; 11 – вентиль; 12 – впускное устройство; 13 – то же для мезги; 14 – регулятор давления; 15 – баллоны); б – впускное устройство с электромагнитным исполнительным механизмом (1 – электромагнит; 2 – шток; 3 – контргайка; 4 – игла с маховичком регулировки; 5 – корпус клапана; 6 – штуцер ввода  $SO_2$ ; 7 – бобышка; 8 – продуктопровод; 9 – стойка).



**Рис. 5.13 (окончание).** Сульфитодозировочная установка ВСФ:

*а* – впускное устройство прямого действия (1 – корпус; 2 – заслонка реле потока; 3 – рычажная система; 4 – фартук; 5 – стойка; 6 – клапан; 7 – штуцер ввода  $SO_2$ ; 8 – ось реле потока; 9 – противовес; 10 – шток; 11 – регулировочная гайка; 12 – игла; 13 – корпус клапана); *б* – впускное устройство с вентилем (1 – продуктопровод; 2 – бобышка; 3 – вентиль; 4 – штуцер ввода  $SO_2$ ; 5 – муфта; 6 – обратный клапан)

В случае прекращения потока продукта игла 4 запирает отверстие в седле непосредственно в продуктопроводе 8, этим исключается засасывание продукта в трубопровод  $SO_2$ , т. е. клапан одновременно является регулирующим, отсечным и обратным. Требуемая доза устанавливается вращением маховичка иглы, при этом изменяется сечение впускного отверстия. Для фиксации иглы в заданном положении служит контргайка 3.

В другом варианте – в клапанах прямого действия (рис. 5.13, *а*) – доза устанавливается вращением регулировочной гайки 11, ограничивающей высоту подъема иглы 12 под действием пружины. При прекращении потока продукта рычаг 3 под воздействием противовеса 9 опускает иглу, прерывая поток  $SO_2$ .

Впускное устройство, представленное на рис. 5.13, *б*, применяется в случае сульфитирования мезги, твердые частицы которой могут засорять клапан. Особенность этого устройства заключается в наличии гиб-

кого обратного клапана 6 щелевого типа, предохраняющего впускное устройство от засасывания сульфитируемого продукта. Доза  $\text{SO}_2$  по показаниям ротаметров устанавливается регулировочными вентилями.

Расход  $\text{SO}_2$  в установках ВСАУ и ВСФ соответственно 0,25–7,5 (газообразного) и 25 (жидкого) кг/г; диапазон дозировок 25–250 и 50–250 мг/л.

Следует отметить, что на ряде предприятий страны внедрены различные сульфитодозировочные установки, созданные работниками производства.

Наряду с сульфитированием возникает проблема десульфитирования продуктов, т. е. удаления из них  $\text{SO}_2$ . Это может быть осуществлено несколькими способами, но наиболее распространен термический (см. главу 6).

**Спиртодозаторы.** Они предназначены для спиртования суслу и виноматериалов и работают по принципу введения жидкости в поток продукта. Примером может служить спиртодозатор СПД-1500 М (рис. 5.14, а). Действие дозатора может быть проиллюстрировано схемой, показанной на рис. 5.14, б.

В основу работы дозатора положен принцип подсоса из бака 8 в смеситель 1 инжекционного типа, в котором создается разрежение при прохождении через него потока суслу или виноматериала, подаваемого насосом, и перемешивания суслу или виноматериала со спиртом. Спирт подается в бак насосом или самотеком. Уровень спирта в баке поддерживается постоянным при помощи поплавкового клапана 7. Воздух из бака удаляется через кран 5.

Необходимый для спиртования расход спирта устанавливается вручную регулирующими вентилями 4 по ротаметрам 3 после включения подачи продукта на обработку.

В дальнейшем при остановках и пусках насоса, подающего виноматериал в смеситель, клапан 2, работающий от действия вакуума, образующегося в смесителе 1 при прохождении через него виноматериала, автоматически отключает и включает подачу спирта.

Производительность спиртодозатора СПД-1500 М по суслу или виноматериалу 15–20 м<sup>3</sup>/ч; соотношение расхода спирта и виноматериалов 1/5–1/10.

**Дозаторы ингредиентов.** Для дозирования в поток виноматериала или вина оклеивающих и других подобных веществ в виде суспензии чаще всего используют насосы-дозаторы (см. главу 8) или специальное оборудование, в котором эти насосы составляют основной рабочий ор-

ган. Так, например, устроены дозаторы 10 %-ного раствора метавинной кислоты ВЛО-МИ) и дозаторы ингредиентов (УДВ-И).

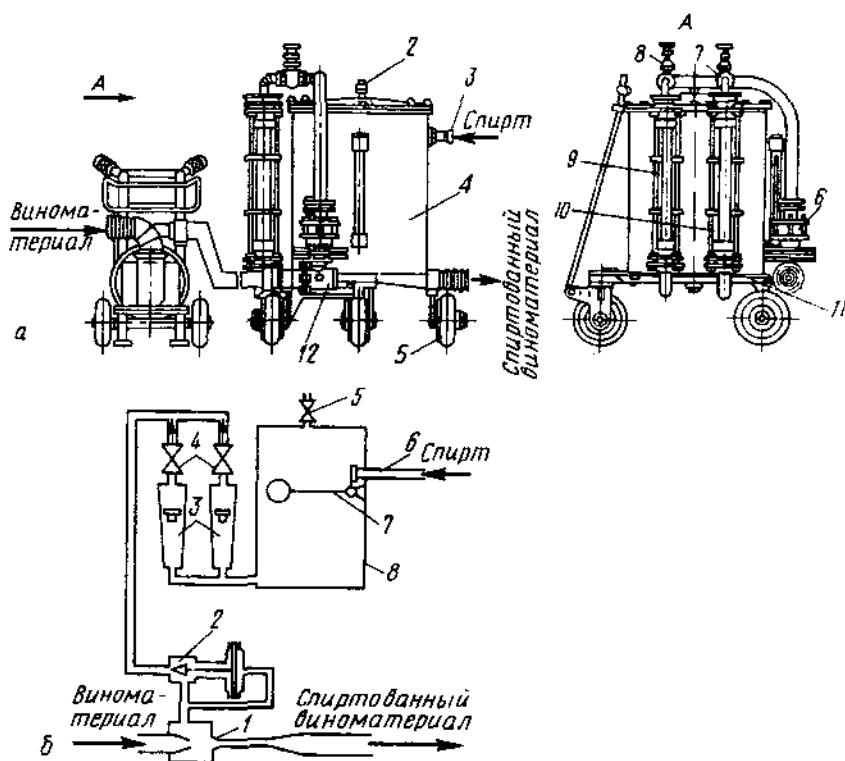


Рис. 5.14. Спиртодозатор СПД-1500М:

*а* – общий вид (1 – насос; 2 – бак; 2 – воздушный кран; 3 – патрубок; 4 – бак; 5 – колеса; 6 – клапан; 7, 8 – вентили; 9, 10 – ротаметры; 11 – рама; 12 – смеситель); *б* – принципиальная схема (1 – смеситель; 2 – клапан; 3 – ротаметр; 4 – вентили; 5 – кран; 6 – патрубок; 7 – клапан; 8 – бак)

Последний укомплектован тремя насосами-дозаторами.

Производительность насосов-дозаторов в установке ВЛО-МИ 0–10 л/ч (по метавинной кислоте), в установке УДВ-И 0–400 (по суспензии бентонита), 0–10 (по раствору ЖКС) и 0–25 (по раствору ПАА) л/ч.



Насосы-дозаторы используют и для введения жидкостей в поток продукта, например для дозирования компонентов в бродильную массу при производстве резервуарного шампанского.

Для дозирования фильтрационных материалов (например, диато-мита) используются различного рода дозаторы, работающие в блоке с фильтрами и являющиеся частью фильтровальных установок, например ФПО (см. выше).

### 5.3. Перемешивающие устройства

При проведении процессов оклейки, спиртования или купажирования в отдельных емкостях, при рыхлении мезговой шапки и тому подобных операциях используются специальные устройства-насосы или механические перемешивающие устройства различных типов (стационарные – встроенные и переносные).

Цель перемешивания – распределение внесенных в продукт веществ или интенсификация процессов (тепловых, массообменных). Эффективность перемешивания зависит от конструкции перемешивающего устройства и аппарата, а также от величины вводимой энергии.

Интенсивность перемешивания определяется временем достижения заданного технологического результата: чем выше интенсивность, тем меньше времени требуется для достижения заданного эффекта.

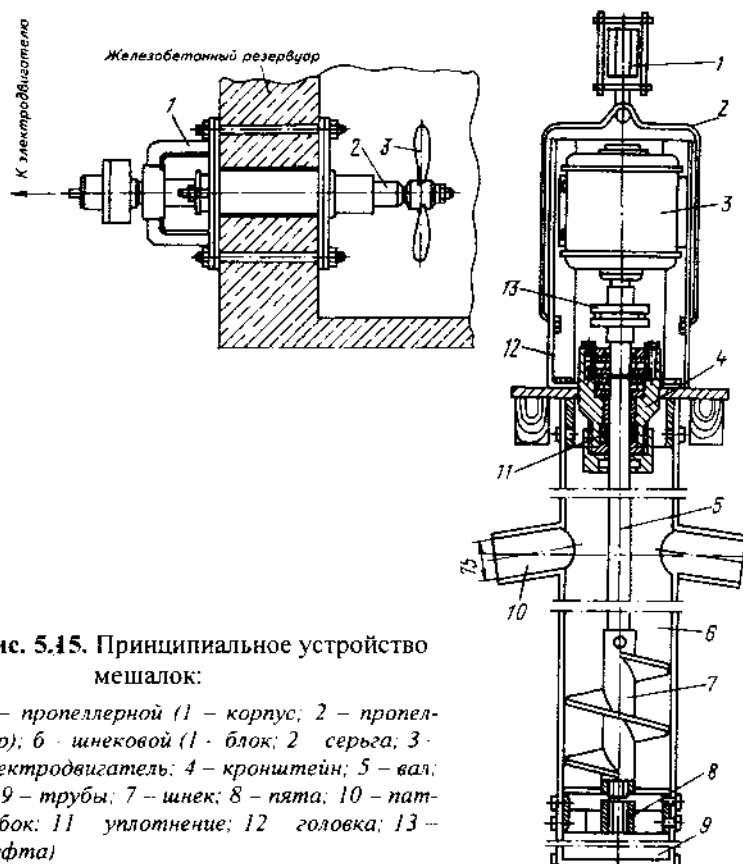
Механические перемешивающие устройства состоят из рабочего органа (мешалки), вала и привода. По конструкции мешалки, применяемые в виноделии, бывают лопастными, пропеллерными, турбинными, шнековыми. Последние используют для перемешивания мезги.

На рис. 5.15, а показано принципиальное устройство встроенной в железобетонный резервуар пропеллерной мешалки, предназначенной для перемешивания виноматериалов.

Интерес представляют вертикальные встроенные мешалки. Вертикальные мешалки могут быть и переносными, в том числе перемещаемыми по вертикали (это обеспечивает большую эффективность их работы).

Универсальная переносная мешалка УПМ-3М (рис. 5.15, б) предназначена для перемешивания мезги, дрожжевой гущи и виноматериалов. Перемешивание производится за счет вращения шнека в трубе, вследствие чего продукт из нижней части чана переходит в верхнюю.

Мешалка устанавливается в чане таким образом, чтобы патрубки (4 шт.), приваренные на расстоянии 770 мм от основания нагнетательной трубы, касались поверхности мезги. Через патрубок сусло выбрасывается на поверхность «шапки», разбивая ее, и перемешивается.



**Рис. 5.15.** Принципиальное устройство мешалок:

*a* – пропеллерной (1 – корпус; 2 – пропеллер); *б* – шнековой (1 – блок; 2 – серьга; 3 – электродвигатель; 4 – кронштейн; 5 – вал; 6, 9 – трубы; 7 – шнек; 8 – пята; 10 – патрубков; 11 – уплотнение; 12 – головка; 13 – муфта)

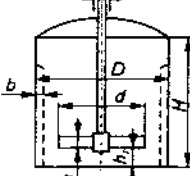
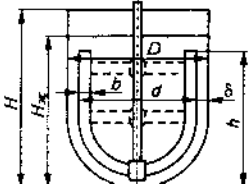
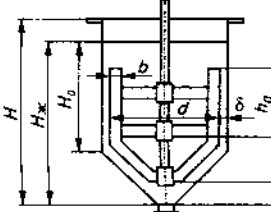
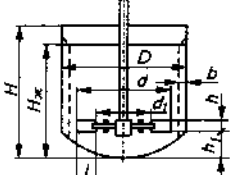
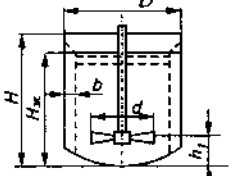
Критерий мощности можно определять по графику (рис. 5.16), где приведены кривые для перечисленных в табл. 5.3 типов мешалок. При этом для турбинных и пропеллерных мешалок при  $Re_{II} > 300$  вместо  $K_N$  подставляют

$$K'_N = K_N \left[ g / (n^2 d) \right]^m, \quad (5.52)$$

$$\text{где } m = \frac{a - \lg Re_{II}}{b}. \quad (5.53)$$

Для турбинных мешалок (кривая 3):  $a=1$ ;  $b=40$ ; для пропеллерных мешалок (кривая 4):  $a=2,1$ ;  $b=18$ .

Таблица 5.3. Характеристика мешалок

Тип мешалок	Соотношение размеров	Оптимальная окружная скорость концов мешалки, м/с
<p>Двухлопастная</p> 	$d/D=0,5...0,7;$ $h_1/d=0,14...0,2;$ $h_2/D=0,1...0,3;$ $b/D=0,08$	$v=1,5...3$
<p>Якорная</p> 	$H_*/H=0,75...0,85;$ $b/D=0,07;$ $h/H=0,56;$ $\delta=25...40 \text{ мм}$	$v=1...3$
<p>Рамная</p> 	$H_*/H=0,75...0,85;$ $h_1=190...275 \text{ мм};$ $h/H=0,6;$ $\delta=25...40 \text{ мм};$ $h_0/H_0=0,56;$ $b/d=0,07$	$v=1...3$
<p>Турбинная открытая</p> 	$d/D=0,3;$ $h_1/d=0,5...1,5;$ $H_*/H=0,75...0,85;$ $d_1/d=0,65;$ $h/d=0,2...0,3;$ $b/D=0,08;$ $l/d=0,25$	$v=3...8$
<p>Пропеллерная трехлопастная</p> 	$d/D=0,25...0,5;$ $b/D=0,08;$ $d/H_*=0,25...0,5;$ $t/D=1...2;$ $h_1/D=0,7...1,6$ <i>(t – шаг винта)</i>	$v=5...17$

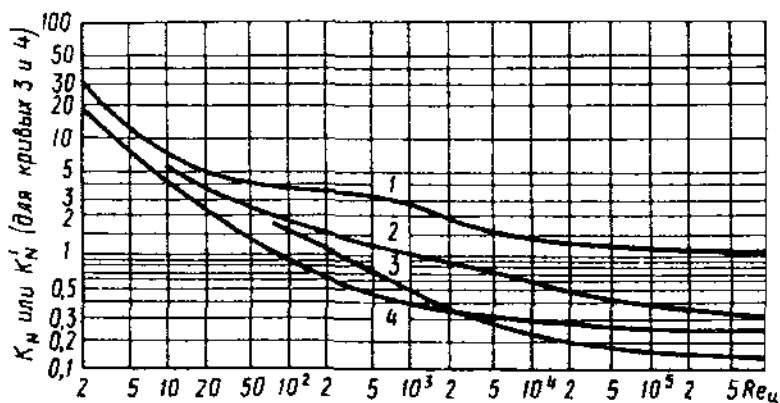


Рис. 5.16. График для определения критерия мощности  $K_N$  (или  $K'_N$ ) перемешивающих устройств:

1 – турбинных; 2 – якорных и рамных; 3 – двухлопастных; 4 – пропеллерных

Производительность периодически действующих смесителей с перемешивающими устройствами (кг/с или м<sup>3</sup>/с)

$$P = G/\tau, \quad (5.43)$$

где  $G$  – количество продукта, загруженного в смеситель, кг (м<sup>3</sup>);  $\tau$  – продолжительность цикла смешивания (с учетом загрузки), с.

Производительность непрерывно действующих смесителей (кг/с или м<sup>3</sup>/с)

$$P = G_p/\tau_s, \quad (5.44)$$

где  $G_p$  – рабочая загрузка смесителя, кг (м<sup>3</sup>);  $\tau_s$  – заданная продолжительность перемешивания, с.

В общем случае расчетная мощность (Вт) на валу перемешивающего устройства

$$N_1 = k_1 k_2 \left( \sum k + 1 \right) N, \quad (5.45)$$

где  $k_1$  – коэффициент, учитывающий степень заполнения аппарата перемешиваемым продуктом;  $k_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение потребной мощности при пуске;  $\sum k$  – сумма коэффициентов, учитывающих увеличение мощности, вызываемое наличием в аппарате вспомогательных устройств (учитывается только для перемешиваемых сред вязкостью  $\mu \geq 0,1$  Па·с);  $N$  – мощность, необходимая на перемешивание среды при установившемся режиме в аппарате без вспомогательных устройств, Вт.

Коэффициент

$$k_1 = H_{ж} / D_{в}, \quad (5.46)$$

где  $H_{ж} = (0,8 \dots 1,2)D_{в}$  – высота слоя перемешиваемой жидкой среды в аппарате или резервуаре, м;  $D_{в}$  – внутренний диаметр аппарата или резервуара, м.

Высота слоя жидкости (м) при заданном объеме цилиндрического аппарата  $V$ :

при плоском днище

$$H_{ж} = 1,27V / D_{в}^2; \quad (5.47)$$

при сферическом, эллиптическом или коническом днище

$$H_{ж} = 1,27(V - v) / D^2; \quad (5.48)$$

где  $v$  – вместимость нижней части, м<sup>3</sup>.

Коэффициент  $k_2$  для большинства случаев может быть принят равным 1, поскольку обычно применяемые для привода электродвигатели (типа АО) допускают перегрузку примерно на 30% в течение 1–1,5 мин. Кроме того, увеличение необходимой мощности при пуске компенсируется резервом мощности выбранного электродвигателя. В отдельных случаях, например при перемешивании сред вязкостью  $\mu > 0,5$  Па·с, для пропеллерных мешалок принимают  $k_2 \leq 1,3$ .

Сумму  $\Sigma k$  можно принять равной 0, ибо в применяемых в винодельческой промышленности перемешивающих устройствах отсутствуют дополнительные вспомогательные приспособления.

Мощность (Вт), необходимая на перемешивание среды при установленном режиме,

$$N = K_N \rho n^3 d^5, \quad (5.49)$$

где  $K_N$  – критерий мощности;  $\rho$  – плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;  $n$  – частота вращения мешалки, с<sup>-1</sup>;  $d$  – диаметр рабочего органа мешалки, м.

Диаметр пропеллерных мешалок, как правило, принимают равным  $(0,3 \dots 0,33)D$ .

Диаметр наиболее распространенных мешалок и оптимальную частоту их вращения принимают в зависимости от конструкции по данным табл. 5.3.

Оптимальную частоту вращения (с<sup>-1</sup>) определяют по приведенной в таблице оптимальной окружной скорости концов мешалки:

$$n_{опт} = v / \pi d. \quad (5.50)$$

Критерий мощности  $K_N$  определяется по достаточно сложным формулам для мешалок различных типов в зависимости от центробежного критерия Рейнольдса

$$\text{Re}_{it} = \rho n d^2 / \mu, \quad (5.51)$$

где  $\mu$  – динамическая вязкость, Па·с; остальные обозначения те же, что и в формуле (5.49).

Мощность (Вт) на преодоление сил трения в сальнике

$$N_2 = 1,48 f n d^2 l p, \quad (5.52)$$

где  $f$  – коэффициент трения вала о набивку сальника ( $f \approx 0,2$ );  $n$  – частота вращения вала мешалки, с<sup>-1</sup>;  $d$  – диаметр вала мешалки, м;  $l$  – длина набивки, м;  $p$  – рабочее давление в аппаратуре, Па.

Номинальная расчетная мощность (Вт) на валу электродвигателя

$$N_p = (N_1 + N_2) / \eta, \quad (5.53)$$

где  $\eta$  – КПД привода ( $\eta = 0,9 \dots 0,95$ ).

В отдельных случаях значением  $N_2$  можно пренебречь, введя поправочный коэффициент 1,2 в числитель формулы (5.53).

Рабочий орган мешалок на прочность рассчитывают по обычной методике, определяя напряжение в наиболее слабом сечении (чаще всего в месте крепления лопасти к валу). Для этого устанавливают силу сопротивления среды  $P$  (Н), действующую на отдельный элемент лопасти мешалки. Для ориентировочных расчетов

$$P = M_{кр} / r_0 z, \quad (5.54)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент на валу мешалки, Н·м;  $r_0$  – расстояние от оси вращения мешалки до точки приложения силы  $P$ , м (при расчете мешалок, применяемых в виноделии,  $r_0$  можно принять равным 0,5 диаметра лопасти, т. е. считать силу  $P$  приложенной к концу лопасти);  $z$  – число лопастей на валу.

Крутящий момент (Н·м)

$$M_{кр} = N_1 / \omega, \quad (5.55)$$

где  $N_1$  – расчетная мощность на валу перемишывающего устройства, Вт;  $\omega$  – угловая скорость вала, рад/с.

Имея в виду, что  $\omega = \pi n / 30$ , формулу (5.55) можно записать в следующем виде:

$$M_{кр} = 9,55 N_1 / n, \quad (5.56)$$

где  $n$  – частота вращения вала, мин<sup>-1</sup>.

Затем рассчитывают величину изгибающего момента, момента сопротивления сечения лопасти, возникающее напряжение. Диаметр вала мешалки (м)

$$d = 1,71 \sqrt[3]{M_{кр} / [\tau]} + C, \quad (5.57)$$

где  $M_{кр}$  – то же, что в формуле (5.56);  $[\tau]$  – допустимое напряжение материала вала на кручение, Па;  $C$  – прибавка на коррозию и эрозию материала, м

### **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ВИНОДЕЛИЯ**

Теплофизическая обработка продуктов виноделия включает как их термическую обработку, так и обработку электродинамическими способами.

Термическая обработка продуктов виноделия включает нагревание и охлаждение винограда, мезги, сусла, виноматериалов и вин, шампанского и коньяка. В зависимости от поставленной цели теплота и холод могут применяться раздельно или комбинированно, обработку можно вести периодическим или непрерывным способом.

Теплообменное оборудование (дефлегматоры, холодильники, конденсаторы и т. п. устройства) вообще широко применяется на винодельческих предприятиях. Элементами теплообменных устройств (рубашками, змеевиками) снабжены бродильные резервуары, резервуары для хранения и транспортирования вин и т. д.

К теплообменному оборудованию специального назначения могут быть отнесены десульфитаторы и деалкоголизаторы, установки для получения вакуум-сусла, концентрирования сусла вымораживанием и др.

Электродинамические способы обработки все шире используются в виноделии и имеют большие перспективы. К ним в первую очередь относят обработку вина ультрафиолетовыми (УФ), инфракрасными (ИК) лучами, токами высокой частоты (ТВЧ и СВЧ) и др.

Единство методики тепловых расчетов теплообменных устройств позволило выделить этот материал в отдельный раздел.

#### **6.1. Подогреватели, охладители, пастеризаторы**

Основной тип теплообменных аппаратов, используемых на винодельческих предприятиях, – поверхностные теплообменники, в которых теплообмен между двумя средами происходит через разделяющую их (обычно металлическую) стенку, причем попадание одной среды в другую исключено.

Все теплообменники, применяемые в винодельческом производстве, различаются по назначению (подогреватели, охладители, пастеризаторы),

взаимному направлению рабочих сред (прямоточные, противоточные, перекрестного тока), конфигурации поверхности теплообмена (трубчатые, пластинчатые, специальные), по конструктивному исполнению («труба в трубе», кожухообразные, змеевиковые, спиральные, сотовые и др.).

**Трубчатые теплообменники.** Из трубчатых устройств наиболее простым является теплообменник типа «труба в трубе», состоящий из одного или нескольких горизонтально расположенных один над другим рабочих элементов «труба в трубе». Количество и величина элементов определяются производительностью аппарата.

Примером трубчатого теплообменника может служить теплообменник-охладитель ВХ2Б (рис. 6.1), предназначенный для охлаждения виноградного сусла при брожении и отстаивании, скомплектован из теплообменных элементов по 6 шт. в 4 ряда. Трубчатые секции соединены одна с другой с помощью калачей.

Теплообмен осуществляется одновременным прохождением сусла по внутренней трубе и охлаждающего агента – по наружной. Сусло вводится через патрубок 5 и выводится через патрубок 3, хладоноситель входит и выводится через патрубки 1 и 2.

Производительность теплообменника ВХ2Б  $7,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; площадь поверхности теплообмена  $8,4 \text{ м}^2$ .

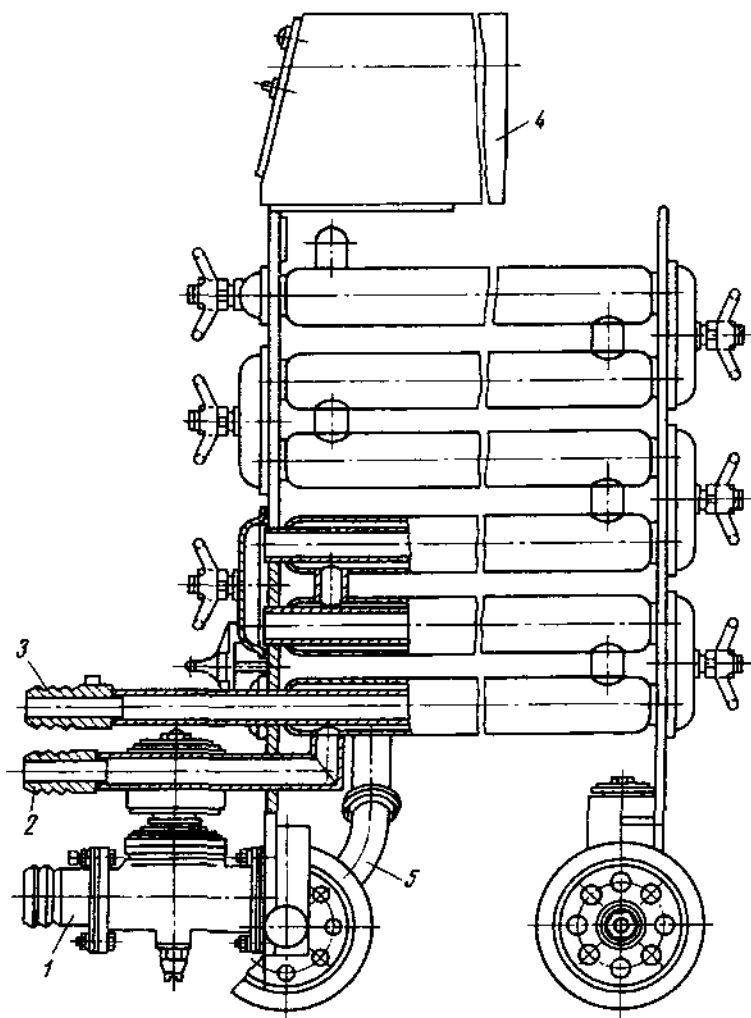
Выпускается также теплообменник ВТИ-15 аналогичной конструкции производительностью  $15 \text{ м}^3/\text{ч}$  с площадью поверхности теплообмена  $12 \text{ м}^2$ .

К трубчатым теплообменникам относят и так называемые ультраохладители – установки непосредственного охлаждения вина испаряющимся хладагентом. Такие установки предназначены для быстрого охлаждения в потоке виноградного сока, виноматериалов и вин до температуры, близкой к точке их замерзания.

На рис. 6.2, а показана установка такого типа марки ВУНО-60. Она состоит из следующих машин и аппаратов: испарителя-охладителя ВОИ-58 2; центробежного насоса ВЦП-20 1; продуктового фильтра; компрессорно-конденсаторного агрегата 4; ресивера; теплообменника 3; углового фреонового фильтра и шкафа управления.

Основным элементом установки является испаритель-охладитель, состоящий из одной или нескольких (в зависимости от производительности) секций, каждая из которых (рис. 6.2, б) представляет собой теплообменник типа «труба в трубе» с вращающейся внутрилопастной мешалкой 12. Внутри цилиндра протекает охлаждаемая жидкость, а в межтрубчатом пространстве – хладагент фреон-12.





**Рис. 6.1.** Теплообменник ВХ2Б:

*1,2,3,5 – патрубки; 4 – электрооборудование*

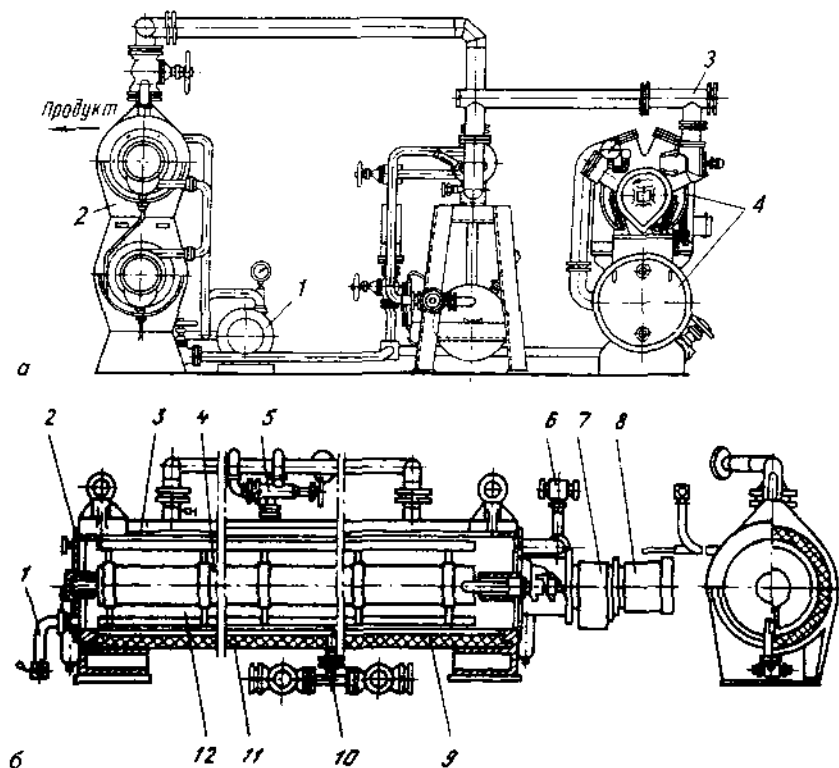


Рис. 6.2. Установка ВУНО-60:

*а* – общий вид (1 – насос; 2 – испаритель-охладитель; 3 – теплообменник; 4 – компрессорно-конденсаторный агрегат); *б* – испаритель-охладитель ВОИ-58 (разрез общего вида) (1 – патрубок для ввода продукта; 2 – крышка; 3 – корпус; 4 – вал мешалки; 5 – патрубок для отвода хладагента; 6 – выходной патрубок для продукта; 7 – редуктор; 8 – электродвигатель; 9 – изоляция; 10 – патрубок для подвода хладагента; 11 – рубашка; 12 – лопасть мешалки)

Наружная поверхность каждой секции теплоизолирована пенопластом и закрыта кожухом.

Все металлические части, соприкасающиеся с охлаждаемым продуктом, изготовлены из коррозионной стали.

Установка ВУНО-60 выполняет операции по производству холода (фреоновый цикл), охлаждению продукта и воды.

Сжатые пары фреона-12 из компрессора 2 (рис. 6.3) нагнетаются в конденсатор 1, где охлаждаются и сжижаются, отдавая теплоту охлаждающей воде. Жидкий фреон из конденсатора через ресивер 9 поступает в теплообменник 5, где происходит его переохлаждение за счет теплообмена со встречным потоком газообразного фреона, поступающего в межмеевиковое пространство теплообменников из охладителя-испарителя 6. Затем жидкий фреон поступает к регулировочной станции 4, откуда через фильтр-осушитель 10 и соленоидный вентиль попадает к терморегулирующему вентилю, где дросселируется до давления испарения и в виде парожидкостной смеси подается в межтрубчатое пространство испарителя-охладителя. Здесь происходит кипение фреона при низкой температуре за счет притока теплоты от продукта, протекающего по внутренним трубам охладителя-испарителя, откуда пары фреона попадают в теплообменник, где перегреваются за счет теплообмена с жидким фреоном. Далее осуществляются их сушка в угловом фильтре 3 и засасывание в компрессор 2, после чего цикл повторяется.

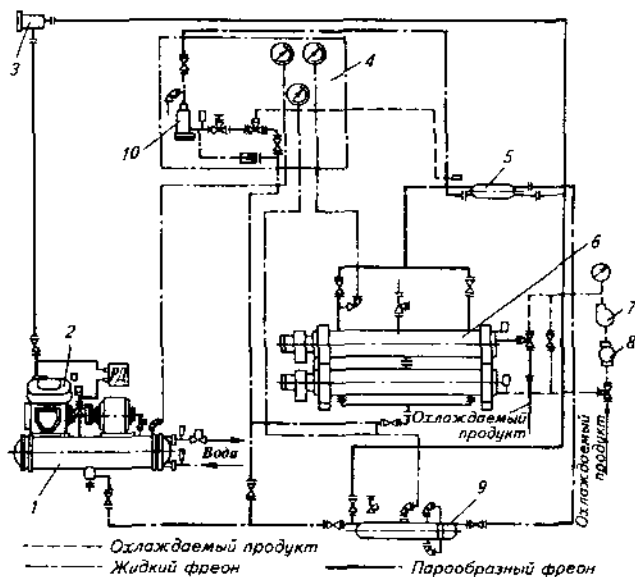


Рис. 6.3. Технологическая схема установки ВУНО-60:

1 - конденсатор; 2 - компрессор; 3, 8 - фильтры; 4 - регулировочная станция; 5 - теплообменник; 6 - охладитель-испаритель; 7 - насос; 9 - ресивер; 10 - фильтр-осушитель

Охлаждаемый продукт, пройдя через трехходовый кран и фильтр 8, центробежным насосом 7 подается в нижнюю секцию охладителя-испарителя. Внутри каждой секции вращается мешалка, которая улучшает теплообмен между охлаждаемым продуктом и кипящим в межтрубчатом пространстве фреоном (холодильным агентом). Проходя через две секции охладителя и отдавая теплоту кипящему фреону, продукт охлаждается и подается в резервуары для дальнейшей обработки. Разработаны три типоразмера таких установок: ВУНО-30, ВУНО-60 (в том числе модель ВУ2Н-60) и ВУНО-90. Производительность представленных установок соответственно 1,6; 3,2; 4,2 и 5 м<sup>3</sup>/ч а холодопроизводительность 34,8; 69,6; 85,4 и 104,04 кВт. Аналогичные установки выпускаются и за рубежом фирмами «Gasquet» (Франция), «Radoval» (Италия) и др.

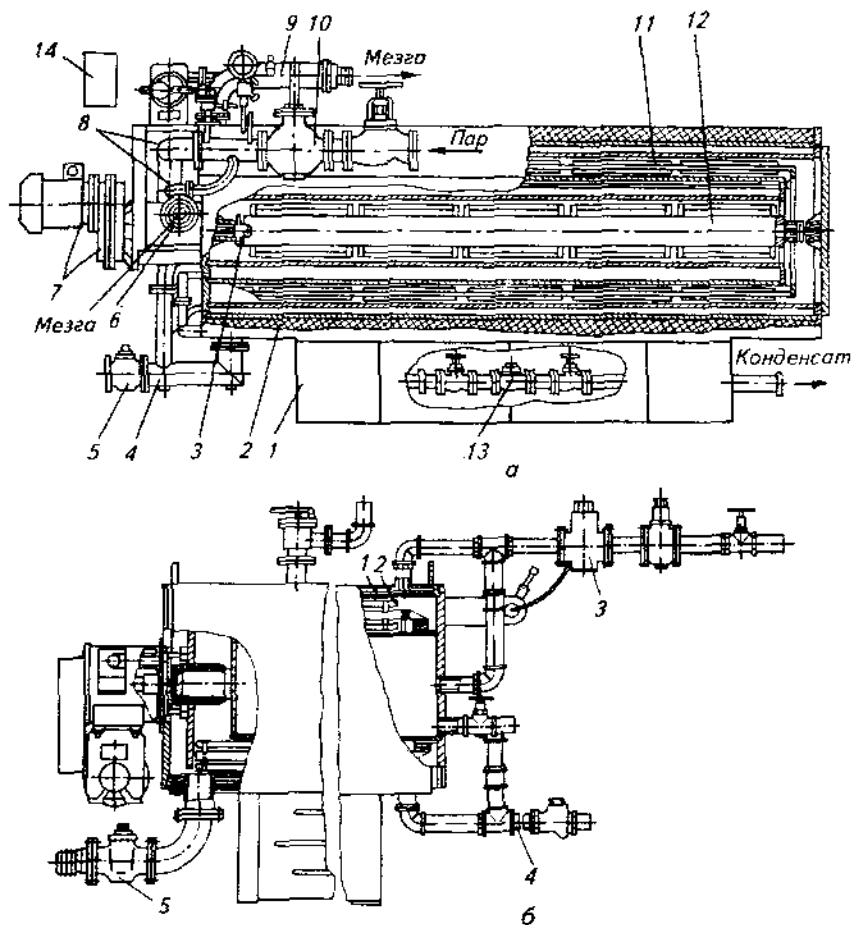
Современные мезгоподогреватели также относятся к аппаратам трубчатого типа<sup>1</sup>. Примером могут служить подогреватели ВПМ-20 (и модификация ВП2М-20) и М8-ВПП. Подогреватель ВПМ-20 (рис. 6.4, а) представляет собой корпус 2 с изоляцией, который состоит из двух блоков с паровыми рубашками, расположенных один в другом. Блоки оснащены патрубками для подвода пара из магистрали 8, отвода конденсата 13, подвода 6 и отвода 9 мезги.

Мезга подается в полость внутреннего блока корпуса, где, перемещаясь и перемешиваясь мешалкой 11, предварительно нагревается. После этого она поступает в полость блока наружного корпуса, окончательно нагревается до температуры 75° С и отводится через патрубок. Вращение мешалок улучшает теплообмен от паровых рубашек к мезге.

Подача пара осуществляется автоматически в зависимости от температуры мезги на выходе из подогревателя.

Подогреватель ВПП (рис. 6.4, б) представляет собой барабан, выполненный из двух концентрически расположенных цилиндрических оболочек, между которыми образуется наружное паровое пространство. К правой крышке приварены глухой цилиндр, образующий внутреннее паровое пространство, патрубки подачи пара 3 и выхода мезги 4 и конденсата 5. Между внутренней и наружной паровыми рубашками образуется пространство для мезги, куда она непрерывно подается насосом через левую крышку (патрубок для подачи мезги на рис. не обозначен). Внутри этого пространства вращается лопастная мешалка.

<sup>1</sup> Установка БРК-3М, представляющая собой резервуар с рубашками и змеевиком, в принципе тоже может быть отнесена к мезгоподогревателям. Она рассмотрена в главе 3.



**Рис. 6.4.** Подогреватели (разрезы общего вида):

*а* – ВПМ-20 (1 – станина; 2 – корпус; 3 – кулачковая муфта; 4 – трубопровод; 5 – кран; 6 – патрубок подачи мезги; 7 – привод; 8 – магистраль подвода пара; 9 – трубопровод отвода мезги; 10 – регулятор температуры; 11 – мешалка; 12 – вал; 13 – магистраль отвода конденсата; 14 – пульт управления); *б* – ВПН (1 – барaban; 2 – мешалка; 3, 4, 5, 6 – патрубки)

Мешалка 2 представляет собой сварной каркас, состоящий из двух фланцев – левого и правого, между которыми установлены лопасти для

перемешивания мезги. Левый фланец установлен на приводном валу, а правый – на внутренней паровой рубашке на шести скользящих башмаках.

На выходном патрубке 4 установлен датчик термометра, показывающий температуру подогретой мезги, и датчик регулятора температуры. Регулятор температуры установлен на паропроводе и регулирует подачу пара для поддержания заданного интервала температур нагрева мезги.

Для отвода промывных вод при санитарной обработке аппарата предусмотрен патрубок 6.

Производительность подогревателей ВПМ-20 (ВП2М-20) и ВПП соответственно 20 и 10 т/ч, температура мезги на выходе 75 и 65–70° С.

К трубчатым теплообменникам относятся и змеевиковые устройства, состоящие из обычных труб, согнутых по спирали. Змеевиковые устройства используются на заводах первичного виноделия для термической обработки мезги в процессе брожения; их погружают непосредственно в бродильные чаны. Эти устройства чрезвычайно примитивны, малопроизводительны и неэкономичны. Как правило, их изготавливают на самих заводах.

Примером змеевикового аппарата может служить выпускавшийся ранее подогреватель мезги ППНД-10.

При эксплуатации аппаратов подобного типа надо обращать внимание на правильный выбор насосов для перекачивания мезги. Величина давления, развиваемого насосом, должна обеспечивать эксплуатационную надежность аппарата и не допускать пригорания мезги.

**Пластинчатые теплообменники.** Они относятся к наиболее распространенному оборудованию для термообработки виноматериалов и вин. Схема пластинчатого теплообменника показана на рис. 6.5. Он состоит из группы рабочих теплообменных пластин, подвешенных на горизонтальных штангах, концы которых заделаны в стойках. При помощи нажимной плиты и винта пластины в собранном состоянии сжаты в один пакет. На схеме для более ясного изображения потоков жидкостей показаны только пять пластин в разомкнутом положении. В действительности пластины в рабочем положении плотно прижаты друг к другу на резиновых прокладках.

Путь обрабатываемого вина обозначен на схеме сплошной линией, а теплоносителя – пунктирной. Продукт входит в аппарат через штуцер 1 и через верхнее угловое отверстие в первой слева пластине 18 (концевой) попадает в продольный коллектор, образованный угловыми отверстиями пластин после их сборки. По коллектору продукт проходит до граничной пластины 6, имеющей глухой угол (без отверстия), и распределяется по нечетным каналам между пластинами, которые сообщаются

с угловым коллектором благодаря соответствующему расположению резиновых прокладок. При движении вниз в межпластинчатом канале продукт обтекает волнистую поверхность пластин, обогреваемых с обратной стороны теплоносителем. Затем продукт выходит в продольный коллектор, образованный нижними угловыми отверстиями, и выходит из аппарата через штуцер 11.

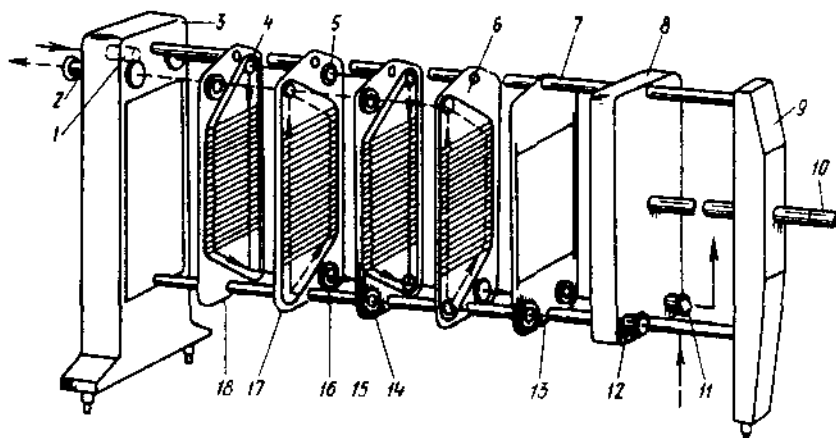


Рис. 6.5. Схема пластинчатого теплообменника:

1, 2, 11, 12 – штуцеры; 3, 9 – стойки; 4, 5, 16 – прокладки; 6, 17 – граничные пластины; 7, 15 – штанги; 8 – нажимная плита; 10 – винт; 13, 18 – концевые пластины; 14 – рабочая пластина

Теплоноситель движется в аппарате навстречу продукту. Он поступает в штуцер 12, проходит через нижний коллектор, распределяется по четным каналам (между концевой пластиной 13 и граничной 6, граничной 17 и концевой 18) и движется по ним вверх. Через верхний коллектор и штуцер 2 теплоноситель выходит из аппарата.

Параллельная расстановка плоских в целом пластин с малыми промежутками между ними позволяет разместить в пространстве рабочую поверхность теплообменника наиболее компактно, что приводит к значительному уменьшению размеров пластинчатого аппарата по сравнению с другими типами жидкостных теплообменников.

Пластинчатый теплообменник может быть охарактеризован не только как разборный, но и как наборный. Он позволяет иметь множество различных компоновочных вариантов.

Компоновку аппарата условно обозначают дробью, где сумма цифр в числителе показывает число последовательно соединенных пакетов по тракту продукта, а значение каждой из цифр – количество параллельных межпластинных каналов в соответствующем пакете. В знаменателе даются те же сведения для теплоносителя. Обозначения такого рода называют формулами компоновки.

Существует большое разнообразие форм пластин и их профилей. Они делятся по форме поверхности и направлению потока жидкости в межпластинном пространстве. Такое разделение имеет непосредственное отношение к тепловым и гидравлическим характеристикам пластин. Пластины бывают канальчатыми (со спиральным или зигзагообразным каналом), однопоточными (с ленточным или сетчатым потоком), плоскими со вставками.

Пластины могут быть разделены и по побочным или внутренним признакам, устанавливающим различие между пластинами внутри одного аппарата: по назначению в аппарате (рядовые, граничные, концевые); местонахождению уплотнительных прокладок (двусторонние, односторонние, гладкие); относительному расположению уплотнительных прокладок (левые, правые), относительному расположению входа и выхода и по общему направлению потока на пластине (прямые, диагональные).

На рис. 6.6 представлены различные типы пластин. В некоторых зарубежных моделях пластины выполняются круглыми.

Возмущающие элементы на поверхности пластин способствуют турбулизации потока и повышению интенсивности теплопередачи.

В качестве охладителей для вина используются чаще всего пластинчатые теплообменники В01-У2,5 и В01-У5 (и модификация В0У-5-2М), имеющие по одной секции. На рис. 6.7, а показан пластинчатый охладитель В01-У5.

Для подогрева вина перед фасованием (при горячем фасовании) разработан также пластинчатый подогреватель ВПЮ-5.

Производительность теплообменников В01-У2,5, В01-У5, В0У-5-2М и ВПЮ-5 соответственно 2,5; 5,0; 5,0 и 5,0 м<sup>3</sup>/ч.

Возможность использования в теплообменниках нескольких секций достигается благодаря установке между пластинами специальных (промежуточных) пластин, позволяющих отводить и направлять к любому месту поток жидкости. Такие устройства используют в многосекционных пастеризаторах, например ВП1-У2,5, ВП1-У5 и ВКЛ-5, выпускаемых с выносными выдерживателями. Производительность их соответственно 2,5; 5,0 и 5,0 м<sup>3</sup>/ч.



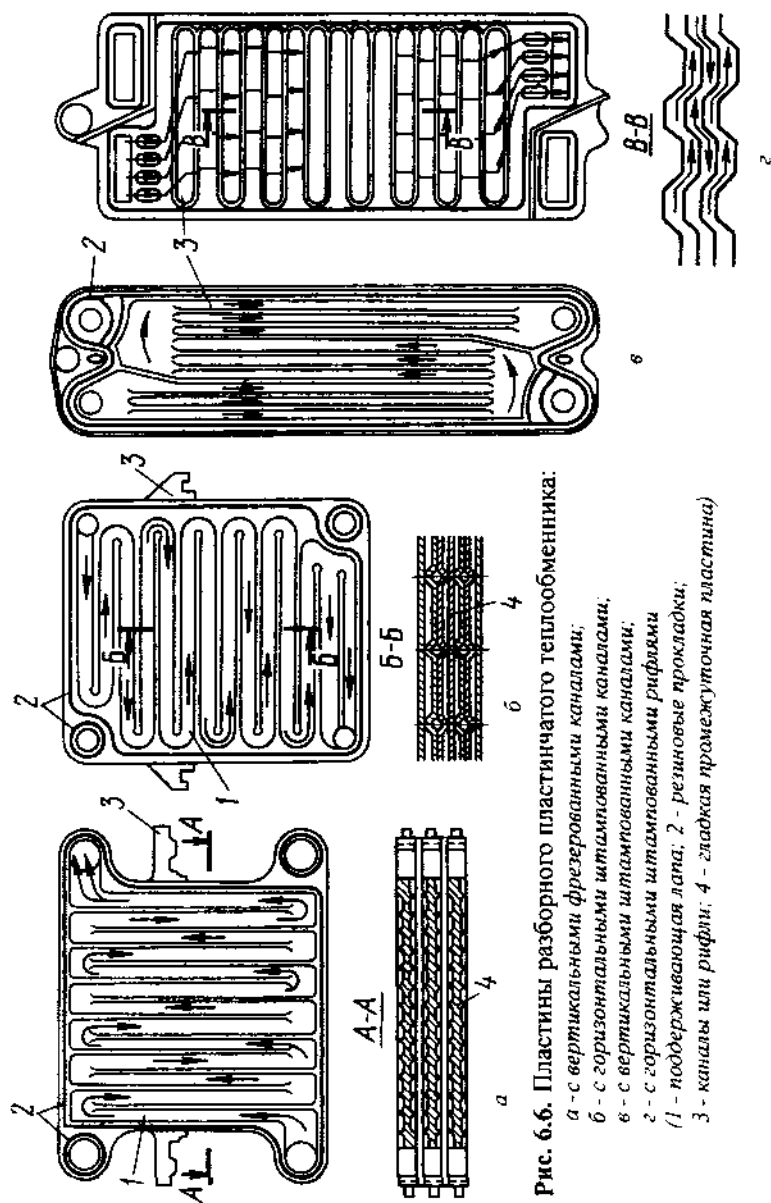


Рис. 6.6. Пластины разборного пластинчатого теплообменника:

а - с вертикальными фрезерованными каналами;

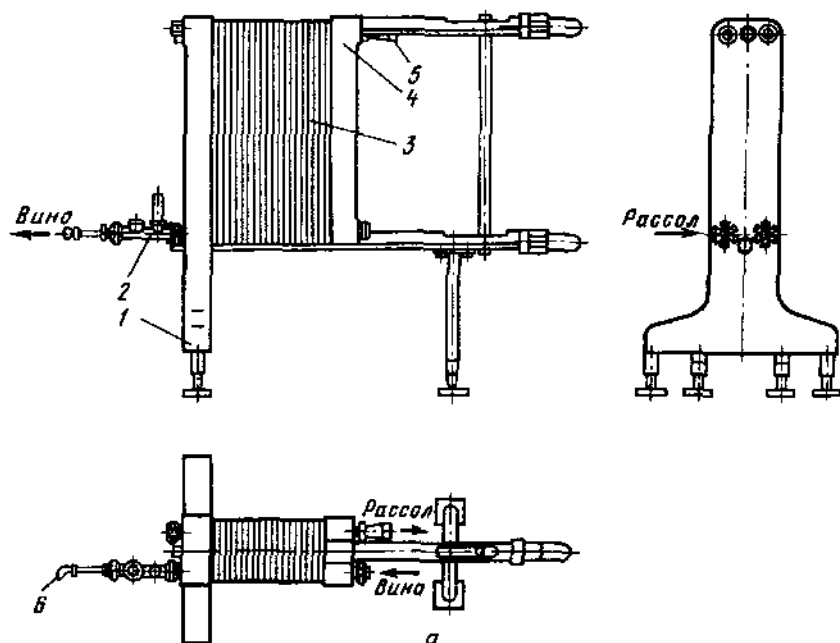
б - с горизонтальными штампованными каналами;

г - с вертикальными штампованными каналами;

д - с горизонтальными штампованными рифлями

(1 - поддерживающая лапа; 2 - резиновые прокладки;

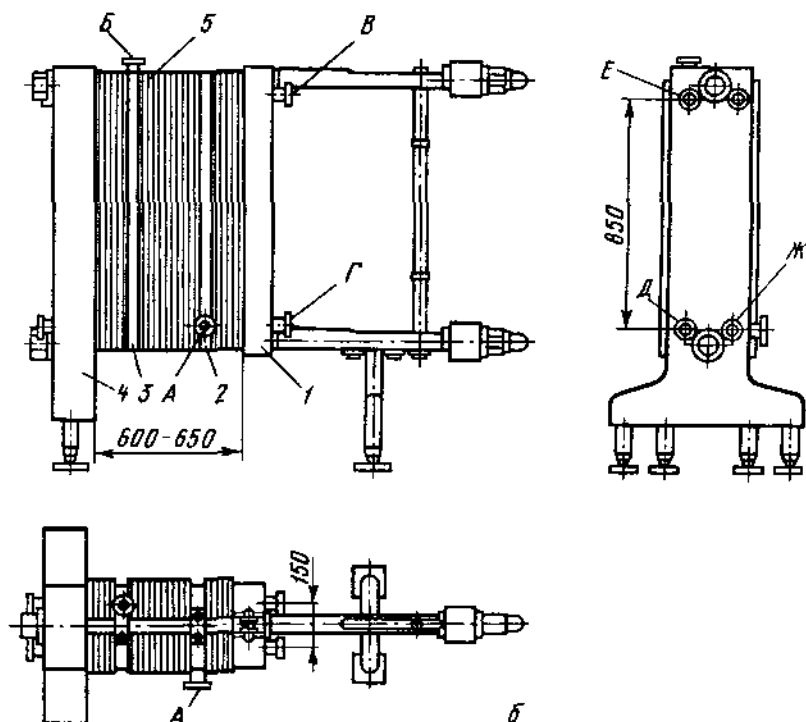
3 - каналы или рифли; 4 - гладкая промежуточная пластина)



**Рис. 6.7.** Теплообменные

*а* – охладитель В01-У5 (1 – станина; 2 – место крепления термометра; 3 – пластины; 4 – нажимная плита; 5 – переходник; 6 – термометр сопротивления);

На рис. 6.7, б показан пастеризатор ВП1-У5. Вино подается в аппарат через штуцер А, расположенный в промежуточной плите 2, и проходит в секции регенерации, где под влиянием встречного потока горячего вина его температура повышается до 70° С. Далее в секции пастеризации вино нагревается до 81–85° С под действием встречного потока горячей воды температурой 86–90° С, подаваемой из бойлера насосом через штуцер Д и удаляемой через штуцер Е.



аппараты (общий вид):

*б* - пастеризатор ВП1-У5 (1 - нажимная плита; 2 - промежуточная плита между секциями регенерации и водяного охлаждения; 3 - то же между секциями пастеризации и регенерации; 4 - станина с нажимным устройством; 5 - пластины)

Вино, нагретое до температуры пастеризации, через штуцер Ж подается сначала в выдерживатель, где находится около 100 с, а затем через штуцер В возвращается в секцию рекуперации. Здесь вино отдает большую часть своей теплоты вновь поступающему холодному вину и охлаждается до температуры  $31^{\circ}\text{C}$ . Затем оно поступает в секцию водяного охлаждения, где охлаждается до  $13-18^{\circ}\text{C}$ . На нажимной плите 1 располагаются штуцера В для подвода и Г отвода охлаждающей воды, отвода вина и гильзы для термометра.

Необходимая температура воды для нагрева вина поддерживается автоматическим регулированием подачи пара с помощью электромагнитного мембранного регулирующего клапана, управляемого электронным регулятором.

Пластинчатые теплообменники различных видов и назначения выпускают многие зарубежные фирмы.

Из других типов теплообменных аппаратов наиболее известны спиральные теплообменники, выпускаемые фирмой «Daubron» (Франция), сотовые (ламельные), выпускаемые фирмой «Alfa-Laval» (Швеция) и др.

## 6.2. Теплообменное оборудование специального назначения

Описанные в разделе 6.1 теплообменники различных типов находят широкое применение в составе комплексных установок, предназначенных для обработки виноматериалов и вин на разных этапах производства. Такие установки, помимо теплообменников, включают различные реакторы специального назначения, фильтры, резервуары, вспомогательное оборудование.

Примером может служить современный термовинификатор Red Hunter фирмы «Padovan» (Италия). Он состоит из трубчатой колонны для подогревания суслу, трубчатого охладителя для мезги, реактора и др. Термовинификатор работает по следующему принципу. Сусло первой фракции нагревается о температуры  $65^{\circ}\text{C}$ , что необходимо для полной экстракции красящих и ароматических веществ, и противотоком подается в экстракционную колонну, куда поступает и мезга. Затем эта смесь подается в реактор, где выдерживается в течение одного часа. После этого мезга охлаждается и прессуется. Общая длительность процесса – 2 часа. Такие установки дороже винификаторов периодического действия, но намного производительнее ( $10\text{ м}^3/\text{ч}$  и более).

Комплексные установки применяют для десульфитирования и концентрирования суслу и вина, для стабилизации вин и т. п.

**Десульфитаторы.** Как упоминалось в главе 5, из всех способов десульфитирования суслу или вина наиболее распространен термический. Конструктивное оформление его может быть осуществлено по-разному, в том числе с использованием десульфитирующей колонны. Такая установка ESA 1000 системы Schmidt (рис. 6.8) разработана фирмой «Seitz» (ФРГ). Десульфитирование осуществляется за счет нагрева и подачи в колонку в противотоке пара вторичного конденсата. Продукт находится там 60 с.

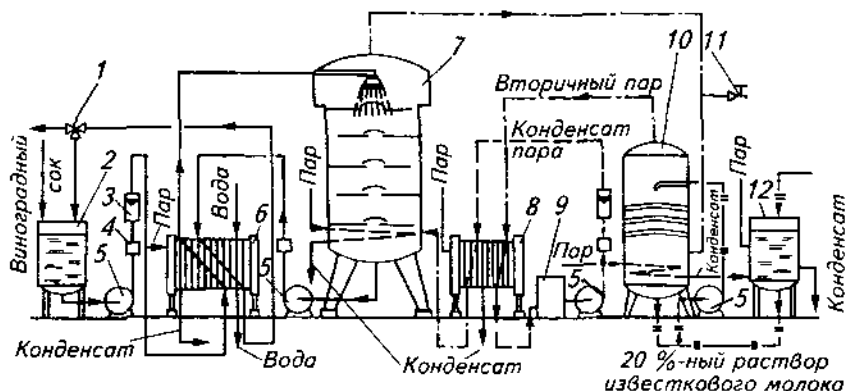


Рис. 6.8. Установка ESA 1000 (технологическая схема):

1 – кран; 2, 9 – приемные резервуары; 3 – ротаметр; 4 – регулировочный клапан; 5 – насосы; 6 – пастеризатор; 7 – десульфитирующая колонна; 8 – теплообменник; 10 – абсорбер; 11 – вентиль; 12 – резервуар с известковым молоком

Сульфитированное осветленное (фильтрованное) сусло направляется в приемный резервуар 2 с поплавком, откуда насосом 5 через ротаметр 3 подается в многосекционный пастеризатор 6. Продукт нагревается в секции рекуперации, далее в секции стерилизации до  $105^{\circ}\text{C}$  и по коммуникации поступает в верхнюю часть десульфитирующей колонны 7, где он стекает по контактными колпачковым тарелкам вниз. Снизу противотоком сульфитированному суслу в колонку подается пар, образовавшийся из конденсата вторичного пара, который и поглощает термически выделенный  $\text{SO}_2$  из продукта.

Отбираемое со дна колонны десульфитируемое сусло подается насосом в секцию рекуперации пастеризатора 6, далее в секцию охлаждения и через трехходовой кран – на дальнейшую технологическую операцию.

Пары  $\text{SO}_2$  из верхней части десульфитирующей колонны поступают снизу в абсорбер 10, где омываются 20 %-ным раствором известкового молока, перекачиваемого насосом. В абсорбере свободный  $\text{SO}_2$  связывается с известковым молоком, образуя гипс. Способность известкового молока поглощать  $\text{SO}_2$  определяется фенолфталеином. Обычно одной дозы  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (200 л) активностью 96% хватает на 3–4 ч работы установки (600 дал сульфитированного сока).

Отделенный от  $\text{SO}_2$  вторичный пар из верхней части абсорбера 10 поступает в теплообменник 8 и далее в приемный резервуар 9 для кон-

денсата вторичных паров (ароматические вещества). Отсюда насосом конденсат вторичного пара через расходомер подается в теплообменник и далее в нижнюю часть десульфитирующей колонны. Поднимаясь в противотоке с новыми порциями сульфитированного сусла, вторичный пар отбирает диоксид серы и транспортирует его опять в абсорбер. Таким образом, пар и конденсат находятся в замкнутом цикле.

Фирма выпускает несколько моделей этой установки производительностью 500, 1000, 2500, 5000 л/ч. По такому же принципу работают установки других фирм, например Fides фирмы «Ciscolini» (Италия).

На некоторых предприятиях нашей страны также были созданы установки для десульфитирования соков и сусла. Так, в установке винзавода совхоза «Зеленый гай» десульфитирование проводится под вакуумом при температуре 80° С путем барботирования пара и воздуха через слой сульфитированного продукта. За 60–80 мин в установке можно десульфитировать 100 дал сока до остаточных количеств  $\text{SO}_2$  – 2–3 мг/дм<sup>3</sup>.

**Концентраторы.** Концентрирование (уваривание) сусла может производиться нагреванием на открытом огне, а также паром в открытых сосудах (котлах) или вакуум-аппаратах. Для этого могут быть использованы выпарные установки с внешней греющей рубашкой, трубчатые и пластинчатые.

Простейшими установками первого типа являются обычные двухстенные котлы или аппараты ВНИИКОП-2.

Трубчатые выпарные установки с вертикально расположенными короткими трубами имеют то преимущество перед установками с внешней греющей рубашкой, что конденсат в них образуется в виде тонкой пленки. Это значительно улучшает условия теплопередачи и сокращает продолжительность обработки продукта.

Отличие длиннотрубчатых аппаратов от короткотрубчатых состоит в том, что сок в первых установках не циркулирует, а проходит по кипящим трубкам один раз и удаляется по сокоотводной трубе.

В пластинчатых выпарных аппаратах сусло нагревается по такому же принципу, как и в пластинчатых теплообменниках.

Примером пластинчатого аппарата нового типа может служить кассетный аппарат ACE, выпускаемый фирмой «Alfa-Laval» (Швеция). Основная его особенность – паровая каскета, состоящая из двух спаренных пластин, напоминающих пластины пластинчатого теплообменника. И так же как в пластинчатом теплообменнике, несколько кассет зажимаются вместе, а пространства между ними герметизируются резиновыми уплотнителями. Эти пространства образуют широкие плоские каналы, внутри которых происходит выпаривание.

Конструкция кассеты такова, что паровое пространство увеличивается сверху вниз по ходу процесса выпаривания, так что скорость пара поддерживается постоянной. Смачиваемый периметр, т. е. ширина греющей поверхности, уменьшается для поддержания постоянной толщины пленки жидкого продукта. Приведенное описание иллюстрируется рис. 6.9, а, где показаны две спаренные пластины (вид сбоку) и различные сечения по высоте (1 и 1', 2 и 2' – поверхности пластин). На рис. 6.9, б дана схема самой пластины. Резиновые уплотнения на рисунке не показаны.

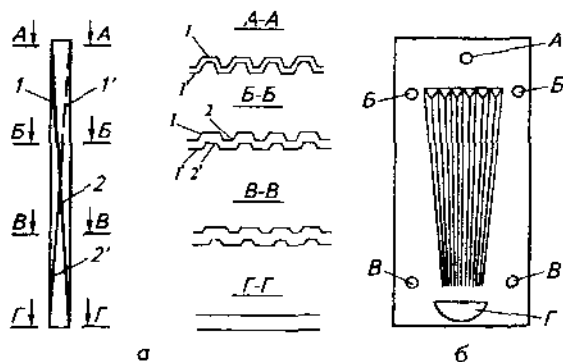


Рис. 6.9. Схема расположения спаренных пластин (а) и схема пластин (б) аппарата АСЕ:

*А – впуск продукта; Б – впуск пара; В – выход конденсата; Г – выход концентрированного продукта; 1, 1', 2, 2' – пластины*

Аппарат АСЕ может состоять из нескольких (до пяти) ступеней. Технологическая схема трехступенчатого аппарата АСЕ показана на рис. 6.10. Подлежащая концентрированию жидкость поступает в установку через уравнильный резервуар 1 и регулятор 2, поддерживающий равномерную скорость потока. Затем продукт проходит через подогреватель 3, в котором используются конденсаты из кассет 4, 7, 9 с трех ступеней аппарата. В первой ступени продукт подогревается паром термокомпрессора 5. Выпар поступает в разделительную камеру с циклоном (жидкость выходит с первой ступени через ту же трубу, но в обход циклона). После выхода через верх камеры часть выпара смешивается с острым паром через компрессор, а остальная часть используется в качестве греющей среды на следующей ступени, где происходит его дальнейшая концентрация.

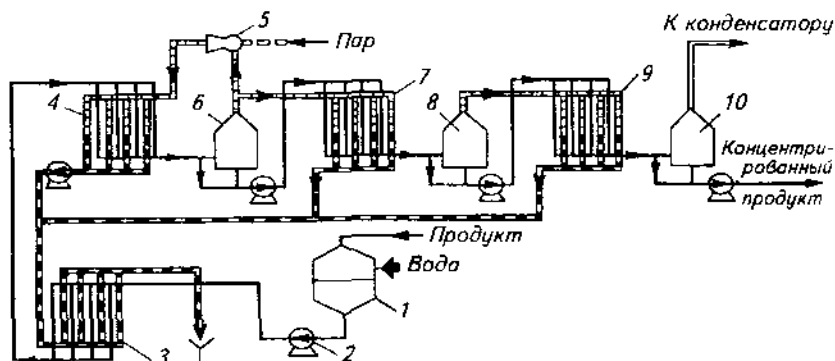


Рис. 6.10. Аппарат АСЕ (технологическая схема);

1 - уравнительный резервуар; 2 - регулятор; 3 - подогреватель; 4, 7, 9 - касеты (ступени); 5 - термокомпрессор; 6, 8, 10 - разделительные камеры

Производительность различных моделей аппарата (по выпаренной воде) при концентрировании яблочного сока с 10 до 72% СВ составляет 4300–17200 кг/ч.

Установка АСЕ может быть использована в качестве предварительного выпарного аппарата для установки «Centriterm», также предназначенной для концентрирования продуктов виноделия.

Современные многоступенчатые установки Multi-Flash для концентрирования выпариванием и десульфитирования продуктов виноделия выпускает фирма «Padovan» (Италия). Установка выпускается различных видов и производительности.

В вакуум-аппаратах уваривание суслу происходит под разрежением при температуре 34–35° С. Концентрирование вин в вакуум-аппаратах не применяется из-за больших потерь спирта.

Кроме выпаривания для производства концентратов суслу можно применять вымораживание, газогидратные методы и концентрирование с использованием осмоса.

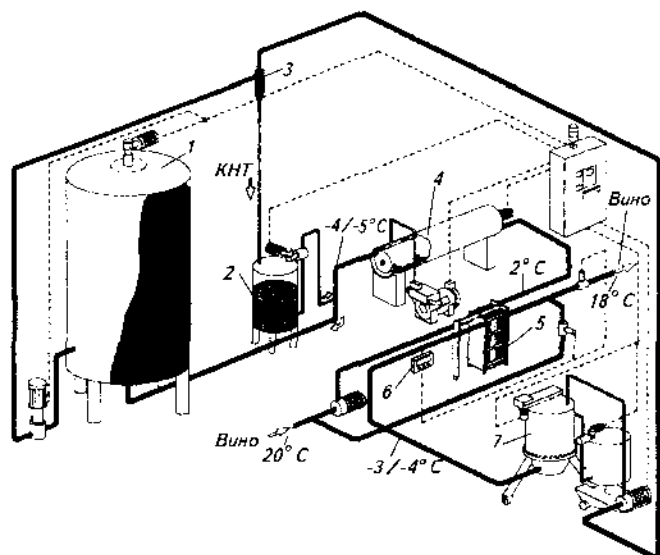
Применение методов вымораживания основано на том, что температура замерзания водного раствора ниже температуры замерзания чистой воды. Поэтому при замораживании соков в первую очередь замерзает вода, которая в виде кристаллов льда отделяется от основного концентрата.

Образование кристаллов льда происходит в кристаллизаторах. Чаще всего это или различной конструкции фризеры, или резервуары, в рубашки которых подается хладагент. Для отделения кристаллов льда от концентрата используют центрифуги, прессы специальной конструкции или промывные колонны.



В зависимости от применяемого оборудования и поставленной цели процесс вымораживания сока может быть периодическим или непрерывным. Такой способ концентрирования суслу может быть осуществлен по схемам, рекомендованным ВНИИВиП «Магарач» или рядом зарубежных фирм.

В процессах обработки вин и соков важным этапом является осаждение и удаление винного камня. Для этого может быть, в частности, использована установка Crystalflow, выпускаемая фирмой «Alfa-Laval» (Швеция), установка Kristalstop фирмы «Padovan» (Италия). Последняя работает на принципе разного охлаждения вина до температуры  $-4...-10^{\circ}\text{C}$  и дозирования в поток виноматериала кристаллов винного камня. Длительность обработки – 1,5 часа. Затем выпавшие кристаллы винного камня отфильтровываются на намывном диатомитовом фильтре. Не требующая пояснений схема такой установки показана на рис. 6.11. Производительность установки Kristalstop  $2-150\text{ м}^3/\text{ч}$ .



**Рис. 6.11.** Установка Kristalstop (компоновочная схема):

1 – реактор; 2 – сборник винного камня и инъекционное устройство для ввода битартрата калия в поток вина; 3 – гидроциклон для отделения винного камня; 4 – охладитель вина; 5 – теплообменник-рекуператор; 6 – прибор для определения степени очистки; 7 – намывной диатомитовый фильтр для фильтрования обработанного вина

### 6.3. Аппаратура для обработки продуктов электродинамическими способами

Установки для обработки вина УФ- и ИК-лучами. Этот вид обработки вина осуществляется на так называемых актинаторах. По конструктивным признакам эти аппараты близки к трубчатым теплообменникам. В качестве источника УФ-лучей служат УФ-лампы, ИК-лучей – кварцевые трубки с навитыми на них проводами. ИК-лучи быстро нагревают проходящее по трубкам вино, не нагревая самих трубок. Такого рода обработка обеспечивает однородность температуры во всех слоях продукта и уничтожает нежелательную микрофлору.

На графике (рис. 6.11) показана зависимость бактерицидного действия ультрафиолетовых лучей (относительный бактерицидный эффект) от длины волны. Оптимальная длина волны 2537 Å.

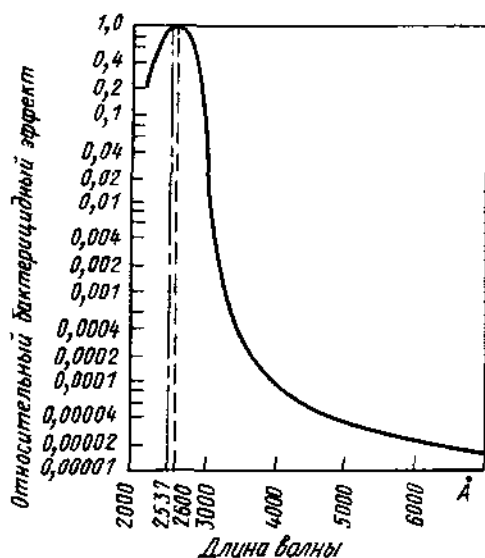


Рис. 6.12. Зависимость бактерицидного действия УФ-лучей от длины волны

Актинаторы выпускаются фирмой «Actini-France» (Франция) в следующих вариантах: ИК-, УФ- и комбинированные установки. Аппараты могут быть передвижными и стационарными. Пропускная способность актинаторов 150–25000 л/ч (передвижных – до 5000 л/ч).

На рис. 6.12 показана принципиальная схема актинатора. Вино подается в подогреватель, откуда поступает в ИК-облучатель. Затем, несколько охлаждаясь в подогревателе, оно поступает в УФ-облучатель, после которого частично охлаждается в теплообменнике 5 и окончательно – в теплообменнике 7. В схеме предусмотрена установка автоматических вентилей (регулирующего 8, предохранительного 13 и возвратного 10) и пробного краника.

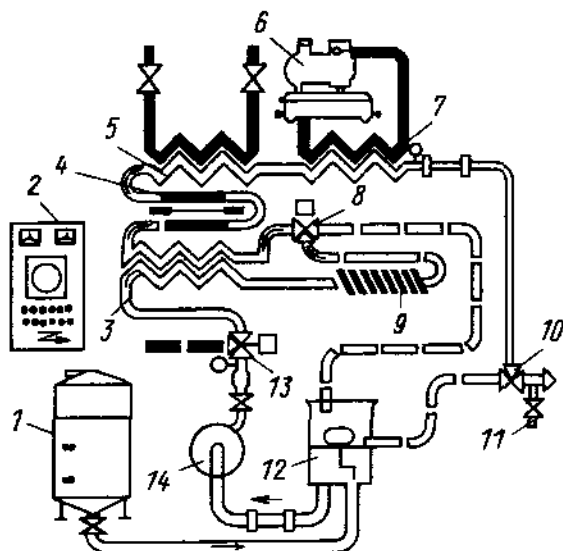


Рис. 6.13. Принципиальная схема передвижного актинатора:

1 - резервуар; 2 - пульт управления; 3 - подогреватель; 4 - УФ-облучатель; 5, 7 - теплообменники; 6 - холодильная установка; 8, 10, 13 - соответственно регулирующий, возвратный и предохранительный вентили; 9 - ИК-облучатель; 11 - пробный краник; 12 - регулятор; 14 - насос

Аппарат может оснащаться автономной холодильной установкой. Управление работой актинатора осуществляется с центрального пульта.

В зависимости от конкретных условий схема прохождения вина может быть и другой: УФ-облучатель – теплообменник – ИК-облучатель.

Установки с инфракрасным нагревом вина выпускаются и в России (установка ОПЭ-100 производительностью порядка 1000 л/ч).

**СВЧ-установки.** Определенный интерес представляет использование в виноделии СВЧ-энергоподвода. СВЧ-нагрев имеет ряд преимуществ

ществ по сравнению с традиционными способами: безынерционность, равномерное поглощение энергии всем объемом продукта, широкие возможности управления и автоматизации процесса, высокий КПД (50–70%), что позволяет конструировать экономичное технологическое оборудование.

СВЧ-нагрев может найти применение для нагрева и пастеризации вина и виноматериалов, ускорения процессов созревания вин и коньяков, обработки плодов и ягод перед прессованием и т. п.

**Электроплазмоллизаторы.** Имеются положительные результаты исследований в области применения электрического тока для обработки плодов при измельчении или сразу после него, что приводит к увеличению выхода сока при прессовании. Этот процесс может быть осуществлен в устройствах барабанного, дискового или колонного типа.

#### 6.4. Основы расчета теплообменных устройств

Несмотря на разнообразие конструкций теплообменных устройств, расчеты, особенно тепловые, ведут по единой методике. Расчеты могут быть проектными и эксплуатационными (поверочными). Цель первых – определение величины поверхности теплообмена. Вторые выполняются для установления возможности использования действующих аппаратов или при выборе условий, обеспечивающих определенный режим их работы.

Тепловой расчет теплообменных аппаратов проводят на основании теплового баланса, который в общем виде может быть представлен так:

$$Q = \Pi_{\Pi} \Delta i_{\Pi} = \Pi_{\Gamma} \Delta i_{\Gamma} + Q_{\text{пот}}, \quad (6.1)$$

где  $Q$  – количество передаваемой теплоты в единицу времени (тепловой поток), Вт;  $\Pi_{\Pi}$  и  $\Pi_{\Gamma}$  – массовый расход теплоносителей (продукта и собственно теплоносителя, в данном случае  $\Pi_{\Pi}$  – это производительность аппарата), кг/с;  $\Delta i_{\Pi}$  и  $\Delta i_{\Gamma}$  – изменения энтальпии (удельного массового теплосодержания) теплоносителей (продукта и теплоносителя), Дж/кг;  $Q_{\text{пот}}$  – потери теплоты в окружающую среду, Вт.

$$Q_{\text{пот}} = \alpha F_{\text{нар}} (t_{\text{ст}} - t_{\text{в}}), \quad (6.2)$$

где  $\alpha$  – суммарный коэффициент теплоотдачи, учитывающий теплоотдачу конвекцией и лучеиспусканием, Вт/(м<sup>2</sup>·К)<sup>1</sup>;  $F_{\text{нар}}$  – площадь наружной поверхности аппарата, м<sup>2</sup>;  $t_{\text{ст}}$  и  $t_{\text{в}}$  – соответственно температуры наружной поверхности (стенки) аппарата и воздуха, К.

<sup>1</sup> В соответствии с требованиями стандарта так обозначают градус (независимо от шкалы) в отличие от обозначений «°К» и «°С», используемых для указания шкалы.

Обычно  $Q_{ПОТ}$  составляют 3–5%, что можно учесть коэффициентом  $K_{ПОТ}=1,03-1,05$ .

Если агрегатное состояние теплоносителей (продукта или теплоносителя) не меняется, то

$$\Delta i = c(t^K - t^H), \quad (6.3)$$

где  $c$  – средняя массовая удельная теплоемкость теплоносителя в интервале температур, Дж/(кг·К);  $t^K$  и  $t^H$  – конечная и начальная температуры теплоносителей, К.

В этом случае уравнение (6.1) примет вид

$$Q = K_{ПОТ} \Pi_{II} c_{II} (t_{II}^K - t_{II}^H) = \Pi_I c_I (t_I^K - t_I^H), \quad (6.4)$$

где  $c_{II}$  и  $c_I$  – средняя массовая удельная теплоемкость теплоносителей (продукта и теплоносителя), Дж/(кг·К);  $t_{II}^H$ ,  $t_{II}^K$  – начальная и конечная температуры продукта,  $t_I^H$ ,  $t_I^K$  – начальная и конечная температуры теплоносителя.

Из уравнения (6.4) определяют любой неизвестный параметр. Следует иметь в виду, что уравнение (6.4) не учитывает расход теплоты (Вт), на разогрев (пуск) аппарата, который можно определить по формуле

$$Q_{РАЗ} = G_M c_M (t_M^K - t_M^H) \quad (6.5)$$

где  $G_M$  – масса разогреваемых частей аппарата, кг;  $c_M$  – удельная массовая теплоемкость аппарата, Дж/(кг·К);  $t_M^K$  и  $t_M^H$  – конечная и начальная температуры металла аппарата, К.

По формуле (6.5) рассчитывают необходимое количество теплоты на подогрев растворов или массы продукта от начальной до рабочей температуры при пуске аппарата.

При изменении агрегатного состояния теплоносителя (например, при конденсации пара) изменение энтальпии (теплосодержания)  $i$  выразится уравнением (в общем виде)

$$\Delta i_T = i_T^H - i_T^K = c_{ПАРА} (t_{ПАРА}^H - t_{НАС}) + r + c_{КОНД} (t_{НАС} - t_{КОНД}^K), \quad (6.6)$$

где  $i_T^H$  и  $i_T^K$  – начальная и конечная энтальпии пара;  $c_{ПАРА}$  и  $c_{КОНД}$  – удельная массовая теплоемкость пара и конденсата, Дж/(кг·К);  $t_{ПАРА}^H$  и  $t_{ПАРА}^K$  – начальная температура пара и конечная температура конденсата, К;  $t_{НАС}$  – температура изменения агрегатного состояния (например, температура насыщения пара), К;  $r$  – удельная теплота изменения агрегатного состояния (кипения конденсации), Дж/кг.

С учетом формулы (6.6) уравнение (6.4) в данном случае может быть представлено в виде

$$Q = K_{\text{пол}} \Pi_{\text{п}} c_{\text{п}} (t_{\text{п}}^{\text{К}} - t_{\text{п}}^{\text{Н}}) = D (i_{\text{т}}^{\text{К}} - i_{\text{т}}^{\text{Н}}), \quad (6.7)$$

где  $D$  – расход пара, кг.

Отсюда

$$Q = \frac{K_{\text{пол}} \Pi_{\text{п}} c_{\text{п}} (t_{\text{п}}^{\text{К}} - t_{\text{п}}^{\text{Н}})}{i_{\text{т}}^{\text{К}} - i_{\text{т}}^{\text{Н}}} \quad (6.8)$$

Потребную для теплового процесса площадь поверхности теплообмена определяют из уравнения теплопередачи

$$Q_{\text{пол}} = kF \Delta t_{\text{ср}}, \quad (6.9)$$

где  $Q_{\text{пол}}$  – полезное количество переданной в единицу времени теплоты, Вт;  $k$  – коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\Delta t_{\text{ср}}$  – средний температурный напор, К.

Отсюда

$$F = Q_{\text{пол}} / (kF \Delta t_{\text{ср}}), \quad (6.10)$$

Уравнения (6.9) и (6.10) не учитывают потери теплоты, поэтому, если продукт соприкасается с наружной стенкой аппарата, в числитель формулы (6.10) следует добавить величину  $Q_{\text{пот}}$ .

В принципе под  $Q_{\text{пол}}$  понимают необходимое количество теплоты, которое нужно внести (отвести) для изменения температуры продукта. определяют по уравнениям (6.1) и (6.4), т. е. с учетом потерь

$$Q_{\text{пол}} = K_{\text{пол}} \Pi_{\text{п}} c_{\text{п}} (t_{\text{п}}^{\text{К}} - t_{\text{п}}^{\text{Н}}), \quad (6.11)$$

Таким образом, совместное решение уравнений (6.9) и (6.11) дает возможность определить любой неизвестный параметр.

Коэффициент теплопередачи  $k$  [Вт/(м<sup>2</sup>·К)] определяют по формулам:

для однослойной плоской стенки

$$k = \frac{1}{1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2 + R_3}, \quad (6.12)$$

для однослойной цилиндрической стенки

$$k = \frac{1}{d_{\text{ср}} \left[ \left( \frac{1}{\alpha_1 d_{\text{в}}} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{\text{н}}}{d_{\text{в}}} + \frac{1}{\alpha_2 d_{\text{н}}} \right) \right] + R_3} \quad (6.13)$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – коэффициенты теплоотдачи на обеих сторонах стенки, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\delta$  – толщина теплопередающей стенки, м;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности

стенки, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $d_H$ ,  $d_{CP}$ ,  $d_B$  – наружный, средний и внутренний диаметры цилиндрической стенки, м;  $R_3$  – термическое сопротивление, учитывающее загрязнение с обеих сторон стенки (накипь, пригорание продукта и т. п.), м<sup>2</sup>·К/Вт.

Цилиндрические стенки диаметром 2 м и более можно рассчитывать как плоские.

При наличии многослойных стенок в формулу (6.12) вместо  $\delta/\lambda$  подставляют  $\sum \delta_i/\lambda_i$  а в формуле (6.13) вместо  $\frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_H}{d_B}$  учитывают

$$\sum \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_H}{d_B}.$$

При вычислении  $d_{CP}$  следует руководствоваться правилом:

если  $\alpha_1 > \alpha_2$ , то  $d_{CP} = d_H$ ;

если  $\alpha_1 \approx \alpha_2$ , то  $d_{CP} = 0,5(d_H + d_B)$ ;

если  $\alpha_1 < \alpha_2$ , то  $d_{CP} = d_B$ .

Для расчета теплообменных аппаратов с тонкостенными трубками при  $d_H/d_B < 1,5$ , можно пользоваться формулой (6.12).

Средние значения коэффициентов теплопроводности некоторых конструкционных материалов приведены в литературе [14].

Влияние загрязнений проще учесть, введя коэффициент чистоты поверхности теплообмена  $\varphi$ . Тогда действительный коэффициент поверхности теплопередачи равен

$$k_{\lambda} = \varphi k, \quad (6.14)$$

где  $\varphi = 0,7 \dots 0,8$ .

При расчете коэффициентов теплопередачи наибольшие трудности представляет определение коэффициентов теплоотдачи  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ . Их величины зависят от различных факторов: гидродинамических (скорости и характера движения теплоносителей, к которым относят также и продукт), физических (вязкости, плотности, теплоемкости и других характеристик теплоносителей), а также от геометрических параметров поверхности теплообмена.

Для определения коэффициентов теплоотдачи обычно применяют теорию подобия и установленные зависимости между критериями подобия:

Нуссельта (характеризующего интенсивность теплообмена)

$$Nu = \alpha d / \lambda, \text{ или } Nu = \alpha l / \lambda, \quad (6.15)$$

Рейнольдса (характеризующего гидродинамический режим движения теплоносителей)

$$Re = \nu d / \nu = \nu d \rho / \mu \quad (6.16)$$

(при  $Re < 2300$  – устойчивый ламинарный режим; при  $2300 < Re < 10\,000$  – переходный; при  $Re > 10\,000$  – турбулентный);

Грасгофа (характеризующего режим движения теплоносителей при свободной конвекции)

$$Gr = l^3 \beta \Delta t / \nu; \quad (6.17)$$

Прандтля (характеризующего физические свойства теплоносителей)

$$Pr = \mu c / \lambda. \quad (6.18)$$

Критерии подобия – безразмерные величины. Однако величины, входящие в критерии, должны быть в одной системе единиц измерения. В приведенные выше формулы входят следующие величины:  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $d$  или  $l$  – определяющие линейные размеры – диаметр или длина трубы, м;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности теплоносителя, Вт/(м·К);  $\nu$  – скорость теплоносителя, м/с,  $\nu$  – кинематическая вязкость, м<sup>2</sup>/с;  $\rho$  – плотность теплоносителя, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  – динамическая вязкость, Па·с;  $P$  – коэффициент объемного расширения теплоносителя, К<sup>-1</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\Delta t$  – температурный напор, К;  $c$  – удельная теплоемкость, Дж/(кг·К).

Если теплоноситель движется в трубах или каналах некруглого сечения, при определении критерия Рейнольдса вместо диаметра трубы подставляют значение эквивалентного диаметра

$$d_3 = 4S / P, \quad (6.19)$$

где  $S$  – площадь сечения потока, м<sup>2</sup>;  $P$  – периметр, смоченный жидкостью, м.

В процессе теплопередачи критерии  $Re$ ,  $Pr$  и  $Gr$  определяют тепловое подобие, а зависящий от них критерий является определяемым, и уже по нему находят значение коэффициента теплоотдачи

$$\alpha = Nu \lambda / d, \quad (6.20)$$

или

$$\alpha = Nu \lambda / l, \quad (6.21)$$

Таким образом, расчет коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  сводится в основном к определению критерия Нуссельта в зависимости от критериев  $Re$ ,  $Pr$  и  $Gr$ .



Ниже приводятся формулы для определения критерия Nu в применении к основным случаям теплообмена в аппаратах винодельческого производства.

1. Движение теплоносителя по трубам и каналам:  
при  $Re < 2300$

$$Nu = C (Re Pr)^{0,2} (Gr Pr)^{0,1} \quad (6.22)$$

где  $C$  – опытный коэффициент (0,6–0,8);

при  $2300 < Re \leq 10\,000$

$$Nu = 0,08 Re^{0,9} Pr^{0,43}; \quad (6.23)$$

при  $Re > 10\,000$

$$Nu = 0,08 Re^{0,8} Pr^{0,4}. \quad (6.24)$$

В формуле (6.22) определяющими являются внутренний диаметр и средняя температура пограничного слоя теплоносителя, а в формулах (6.23) и (6.24) – внутренний или эквивалентный диаметр и средняя температура по сечению потока.

Для змеевиков значение  $\alpha$ , полученное на основании формулы (6.24) для прямой трубы, следует умножить на коэффициент  $\beta'$ , вычисленный по формуле

$$\beta' = 1 + (3,54d / D_{зм}), \quad (6.25)$$

где  $d$  – внутренний диаметр трубы змеевика, м;  $D_{зм}$  – диаметр витка змеевика, м.

2. Движение теплоносителя в межтрубном пространстве (если поток движения в кольцевом канале)

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4} (D_B / d_H)^{0,45}, \quad (6.26)$$

где  $D_B$  – внутренний диаметр корпуса, м;  $d_H$  – наружный диаметр трубы, м.

При движении в межтрубном пространстве кожухотрубного теплообменника

$$Nu = C (d_3 Re)^{0,6} Pr^{0,33}, \quad (6.27)$$

где  $C$  – коэффициент, принимаемый равным 1,16 (а при наличии в аппарате сегментных перегородок  $C = 1,72$ );  $d_3$  – эквивалентный диаметр, м.

3. Перемешивание жидкости мешалкой:  
в сосуде с рубашкой

$$Nu = 0,36 Re^{0,67} Pr^{0,33}; \quad (6.28)$$

в сосуде со змеевиком

$$Nu = 0,87 Re^{0,62} Pr^{0,33}. \quad (6.29)$$

В этих формулах определяющими величинами являются: для  $Re$  – диаметр лопасти, для  $Pr$  – диаметр сосуда. Определяющая температура – температура среды (продукта).

4. Движение вина по трубам:

при  $Re < 2300$

$$\text{при нагревании} \quad Nu = 0,504 Re^{0,286} Pr^{0,9}; \quad (6.30)$$

$$\text{при охлаждении} \quad Nu = 0,1086 Re^{0,7533} Pr^{-0,0622}; \quad (6.31)$$

при  $Re > 2300$

$$\text{при нагревании} \quad Nu = 2,79 Re^{0,5462} Pr^{0,4497}. \quad (6.32)$$

(если  $Re = 6 \cdot 10^3 \dots 1,7 \cdot 10^5$ ;  $Pr = 10 \dots 20$ );

$$\text{при охлаждении} \quad Nu = 1,31 \cdot 10^{-2} Re^{0,8972} Pr^{0,1781}. \quad (6.33)$$

(если  $Re = 4 \cdot 10^3 \dots 16 \cdot 10^3$ ;  $Pr = 10 \dots 20$ ).

5. Свободное движение (конвекция) без изменения агрегатного состояния вещества:

для ламинарного режима ( $GrPr < 500$ )

$$Nu = 1,8(GrPr)^{0,125}; \quad (6.34)$$

для переходного режима ( $GrPr = 500 \cdot 20 \cdot 106$ )

$$Nu = 0,54(GrPr)^{0,25}; \quad (6.35)$$

для турбулентного режима ( $GrPr > 20 \cdot 106$ )

$$Nu = 0,135(GrPr)^{0,33}. \quad (6.36)$$

В этих формулах определяющими величинами являются вертикальный линейный размер  $l$  и средняя температура пограничного слоя, принимаемая как среднеарифметическая величина температур стенки и среды (продукта).

6. Теплоотдача при конденсации пара на наружной поверхности горизонтальных труб

$$Nu = 1,56 / Re_{пл}^{0,33} \quad (6.37)$$

где  $Re_{пл}$  – критерий  $Re$  для течения пленки;

$$Re_{пл} = 4\Pi / P\mu, \quad (6.38)$$

где  $\Pi$  – массовый расход жидкости, кг/с (остальные обозначения те же, что и в формулах (6.16) и (6.18)).

В частных случаях при расчете коэффициентов теплоотдачи  $[Вт/(м^2 \cdot К)]$  могут быть использованы следующие зависимости.

1. Для воды, протекающей в трубе при турбулентном движении,

$$\alpha = 1,16 A \nu^{0,8} d^{-0,2}, \quad (6.39)$$

где  $A = 1190 \cdot 21,5 t_{CT} - 0,045 t_{CT}^2$ ;  $t_{CT}$  – температура воды, °С;  $\nu$  – скорость воды, м/с;  $d$  – диаметр трубы, м.

2. Для воды, обтекающей трубу при малых скоростях,

$$\alpha = 0,58 \frac{\lambda}{d} \text{Re}^{0,6} \text{Pr}^{0,3}, \quad (6.40)$$

3. При конденсации пара – эмпирическая зависимость

$$\alpha = 2326 \sqrt{p-1}, \quad (6.41)$$

где  $P$  – давление пара, кгс/см<sup>2</sup> (0,1 МПа = 1 кгс/см<sup>2</sup>).

4. Для воздуха при естественной конвекции со скоростью до 0,5 м/с

$$\alpha = A \sqrt[4]{t_{CT} - t_B}, \quad (6.42)$$

где  $A$  – коэффициент, принимаемый равным: 2,56 – для вертикальных плоских и цилиндрических стенок; 3,25 – для горизонтальной стенки, обращенной теплопередающей поверхностью вверх; 1,31 – то же вниз; 1,18 – для горизонтальной цилиндрической стенки;  $t_{CT}$  и  $t_B$  – температуры наружной поверхности стенки и воздуха.

5. При теплоотдаче от наружной поверхности аппарата окружающему воздуху в закрытом помещении при 0–150° С.

$$\alpha \approx 9,76 + 0,07(t_{CT} - t_B), \quad (6.43)$$

где значения  $t_{CT}$  и  $t_B$  те же, что в формуле (6.42).

6. При теплоотдаче от поверхности окружающему воздуху и перемещении поверхности (например, при расчете транспортных средств): во время стоянки цистерны

$$\alpha = 1,19 \sqrt[4]{(t_{CT} - t_B) / d}, \quad (6.44)$$

где значения  $t_{CT}$  и  $t_B$  те же, что в формуле (6.42);  $d$  – наружный диаметр цистерны, м [вместо формулы (6.44) можно пользоваться формулой (6.42)];

во время движения цистерны

со скоростью  $v < 5$  м/с

$$\alpha = 1,163(5,3 + 3,5v); \quad (6.45)$$

со скоростью  $v \geq 5$  м/с

$$\alpha = 7,8v^{0,8}. \quad (6.46)$$

Принятые допущения сводятся к тому, что в этих формулах не учитывается изменение скорости ветра. Значения  $\alpha$  здесь усреднены. Строго говоря,  $v$  – это средняя скорость воздуха относительно движу-

шейся цистерны, или без ущерба для точности  $\nu$  – это средняя скорость движения цистерны.

Формулы (6.42) и (6.44) применимы при расчете тепловой изоляции стационарных резервуаров.

7. При теплоотдаче от стенки резервуара продукту приближенно (без учета теплоотдачи излучением)

$$\alpha = 0,75C\sqrt{t_{c1} - t_{ж}}, \quad (6.47)$$

где  $C$  – коэффициент, принимаемый в пределах 150–200;  $t_{ж}$  – температура жидкости (продукта)

При расчетах поверхности испарительных батарей коэффициент теплопередачи можно определять так:

$$k = 3,65\sqrt{\Delta t_{cр}} \quad (\text{для батарей непосредственного испарения}); \quad (6.48)$$

$$k = 3,2\sqrt{\Delta t_{cр}} \quad (\text{для батарей с рассольным охлаждением}), \quad (6.49)$$

где  $\Delta t_{cр}$  – средняя разность температур воздуха в камере и испарения хладагента (или рассола).

Пастеризаторы, состоящие из отдельных секций (пастеризации, рекуперации, водяного и рассольного охлаждения), рассчитывают по той же методике, что и для обычных теплообменников, причем каждую секцию – как отдельный теплообменник.

Особой характеристикой пастеризаторов является коэффициент регенерации теплоты

$$\varepsilon = Q_1 / Q_2 = \frac{\Pi \cdot c (t_B^p - t_B^H)}{\Pi \cdot c (t_B^H - t_B^H)} = \frac{t_B^p - t_B^H}{t_B^H - t_B^H}, \quad (6.50)$$

где  $\Pi$  – количество вина;  $c$  – средняя теплоемкость вина;  $t_B^p$  – температура вина на выходе из рекуперативной камеры (неизвестна);  $t_B^H$  – начальная температура вина;  $t_B^H$  – температура пастеризации (задается).

Для определенного типа пастеризатора  $\varepsilon$  – величина постоянная. Из уравнения (6.50) по известному значению  $\varepsilon$  определяют  $t_B^p$ .

Коэффициент теплопередачи в пластинчатых аппаратах также рассчитывают по критериальным зависимостям с учетом скорости движения продукта, которая может изменяться в пределах от 0,5 до 3 м/с. По пластинам с волнистой поверхностью продукт движется со скоростью до 1,5 м/с. При паровом обогреве секции пастеризации (в пастеризато-

рах) коэффициент теплоотдачи со стороны пара можно принимать в пределах 7000–9300 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Для пластин с каналами расчетные значения коэффициента теплопередачи  $k$  получаются несколько завышенными. Его фактические значения колеблются в следующих пределах:

Секции	$k$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
Пастеризации	925–1320
Рекуперации	1160–1740
Водяного охлаждения	1160–2090
Рассольного охлаждения	930–1740

При использовании однопоточных пластин с волнистой поверхностью коэффициенты теплопередачи на 30–50% выше приведенных.

Некоторую трудность при тепловом расчете представляет определение температурного напора. Возможны три варианта:

- температура теплоносителей (продукта и теплоносителя) непрерывно и одновременно изменяется (без изменения агрегатного состояния теплоносителей);
- температура одного теплоносителя сохраняется постоянной, а другого – непрерывно изменяется (например, при конденсации греющего пара и нагревании продукта);
- температура обоих теплоносителей остается постоянной (например, при конденсации греющего пара и кипении продукта, жидкости).

Первый и второй варианты можно проиллюстрировать графиками, приведенными на рис. 6.13.

Температурный напор  $\Delta t_{ср}$  (К) рассчитывают как среднелогарифмическую величину

$$\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_B - \Delta t_M}{\ln(\Delta t_B / \Delta t_M)} = \frac{\Delta t_B - \Delta t_M}{2,3 \ln(\Delta t_B / \Delta t_M)}, \quad (6.51)$$

или как среднеарифметическую величину (при  $\Delta t_B / \Delta t_M < 2$ )

$$\Delta t_{ср} = (\Delta t_B - \Delta t_M) / 2, \quad (6.52)$$

где  $\Delta t_B$  и  $\Delta t_M$  – соответственно большая и меньшая разность температур теплоносителей (продукта и теплоносителей).

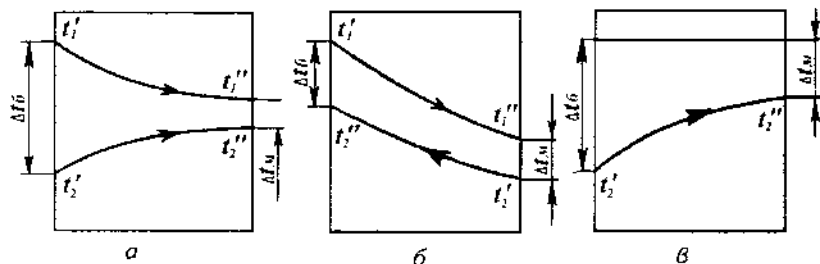


Рис. 6.13. График изменения температур теплоносителей при прямотоке (а), противотоке (б), конденсации греющего пара (в)

Средняя температура наружной поверхности стенки  $t_{\text{пов.ст}}^{\text{CP}}$  (К) или кожура аппарата может быть весьма приблизительно определена из зависимости

$$t_{\text{пов.ст}}^{\text{CP}} = 0,5(t_1^{\text{CP}} + t_2^{\text{CP}}), \quad (6.53)$$

где  $t_1^{\text{CP}}$  и  $t_2^{\text{CP}}$  – средние температуры теплоносителя и стенки, К.

Средняя температура стенки, разделяющей продукт и теплоноситель (два теплоносителя),

$$t_{\text{ст}}^{\text{CP}} = 0,5 \left( \frac{t_{\text{п}}^{\text{H}} + t_{\text{п}}^{\text{K}}}{2} + \frac{t_{\text{т}}^{\text{H}} + t_{\text{т}}^{\text{K}}}{2} \right), \quad (6.54)$$

где  $t_{\text{п}}^{\text{H}}$  и  $t_{\text{п}}^{\text{K}}$  – начальная и конечная температуры продукта (первого теплоносителя), К;  $t_{\text{т}}^{\text{H}}$  и  $t_{\text{т}}^{\text{K}}$  – начальная и конечная температуры теплоносителя (второго теплоносителя), К.

Более точно температуры наружных слоев стенки можно определить из приведенных выше формул (6.2), (6.12) и др.

Так, для простейшего случая – теплопередачи через плоскую однослойную стенку толщиной  $\delta$  и теплопроводностью  $\lambda$  ввиду неизменности поверхностного удельного теплового потока  $q_s$  (Вт/м<sup>2</sup>) последний может быть выражен следующим образом:

$$q_s = \alpha_1(t_1 - t_2) = \frac{\lambda}{\delta}(t_2 - t_3) = \alpha_2(t_3 - t_4), \quad (6.55)$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – коэффициенты теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  и  $t_4$  – температуры соответственно среды, поверхности стенки со стороны среды, поверхности стенки с наружной стороны, окружающей ее воздуха, К.

Из формулы (6.55) определяют соответствующие температуры (К)

$$t_1 - t_2 = q_s / \alpha_1; \quad t_2 - t_3 = q_s \delta / \lambda; \quad t_3 - t_4 = q_s / \alpha_2; \quad (6.56)$$

Температуры (К) внутренней и наружной поверхностей цилиндрической однослойной стенки (трубы) могут быть определены по формулам

$$t_1 - t_2 = \frac{q_l}{\pi d_1 \alpha_1}; \quad t_2 - t_3 = \frac{q_l}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}; \quad t_3 - t_4 = \frac{q_l}{\pi d_2 \alpha_2}; \quad (6.57)$$

где  $q_l$  — линейный удельный тепловой поток. Вт. м;  $d_1$  и  $d_2$  — внутренний и наружный диаметры цилиндрической стенки (трубы), м; остальные обозначения те же, что и в формуле (5.55).

Для многослойных стенок температуры слоев определяют аналогично.

Конструктивные расчеты теплообменников сводятся к следующему.

Для трубчатых устройств количество теплообменных трубок одного элемента определяют из уравнения неразрывности потока жидкости внутри трубок (уравнения расхода):

$$W = \Pi / \rho = \frac{\pi d_B^2}{4} n v, \quad (6.58)$$

где  $W$  — объемный расход жидкости, м<sup>3</sup>/с;  $\Pi$  — производительность аппарата по исходному жидкому продукту, кг/с;  $\rho$  — плотность продукта, кг м<sup>-3</sup>;  $d_B$  — внутренний диаметр трубки, м;  $\pi/4$  — площадь проходного сечения одной трубки, м<sup>2</sup>;  $n$  — количество трубок;  $v$  — скорость продукта внутри трубок, м/с.

Отсюда количество трубок

$$n = 4\Pi / \pi d_B^2 \rho v. \quad (6.59)$$

Площадь поверхности теплообмена аппарата  $F$  (м<sup>2</sup>) складывается из площадей поверхности всех трубок:

$$F = \pi d_B L_1 n, \quad (6.60)$$

откуда расчетная длина одной трубки при одном ходе (м) равна

$$L_1 = F / \pi d_B n, \quad (6.61)$$

где  $d_{cp}$  — средний расчетный диаметр трубки, определенный в зависимости от соотношения между коэффициентами теплоотдачи  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  (см. с. 223).

Длину трубок  $L_1$  рекомендуется принимать не более 4 м. При использовании многоходового теплообменника количество ходов трубного пространства

$$z = L_p / L. \quad (6.62)$$

Общее количество трубок принятой длины  $L$  в многозаходном аппарате

$$n_0 = zn. \quad (6.63)$$

Желательно принимать четное число ходов, так как в этом случае подвод и отвод продукта будут происходить у одной крышки аппарата.

В решетках трубки могут размещаться по сторонам правильных шестиугольников или по концентрическим окружностям. Первый вариант более распространен, так как позволяет лучше использовать площадь решетки. В этом случае зависимость между общим числом трубок  $n_0$ , числом трубок  $b$  на диагонали и числом трубок  $a$  на сторону шестиугольника выражается соотношениями:  $n_0 = 3a(a-1) + 1$ ;  $b = 2a - 1$ ;  $n_0 = 3/4(b-1) + 1$ .

Часть трубной решетки (сегменты) остается неиспользованной. На ней можно разместить дополнительно 10–18% трубок от их общего количества в шестиугольнике. Таким образом, общее количество трубок с учетом дополнительных

$$n_{\text{общ}} = (1, 1 \dots 1, 8) n_0. \quad (6.64)$$

Шаг трубок (расстояние между осями соседних трубок)  $S$  принимают в зависимости от их диаметра:

Диаметр трубок (наружный/внутренний), мм	25/21	38/34	57/52
Шаг, мм	32	48	70

Толщину трубной решетки определяют исходя из условия надежности развальцовки трубок:

для стали

$$S_{\text{мин}} = d_H / 8 + 5 \text{ мм}; \quad (6.65)$$

для меди

$$S_{\text{мин}} = d_H / 8 + 10 \text{ мм}; \quad (6.66)$$

Диаметр окружности (м), на котором размещаются крайние трубки,

$$D' = S'(b-1). \quad (6.67)$$

Внутренний диаметр корпуса одноходового теплообменника  $D_B$  (м) определяют по формуле

$$D_B \approx D' + (3 \dots 4) d_H \quad (6.68)$$

и округляют до стандартного размера. Внутренние диаметры корпусов аппаратов, изготовленных сваркой из листового материала, рекомендуется принимать от 400 мм и более с интервалом ряда 200 мм.



При расчете змеевиков устройств определяют общую длину змеевика, число витков и высоту.

Для круглого змеевика выбирают диаметр витка змеевика и расстояние между витками по вертикали, или шаг по вертикали (который принимают равным 1,5–2,0 диаметра трубы змеевика).

Длина (м) одного витка змеевика (винтовой линии)

$$l = \sqrt{(\pi d_{зм})^2 + h^2} \approx \pi d_{зм}. \quad (6.69)$$

Общая длина змеевика (м) при числе ее витков

$$L = nl = n\pi d_{зм}, \quad (6.70)$$

откуда

$$n = L / \pi d_{зм}, \quad (6.71)$$

Полученное число витков округляют до целого числа. Общая высота змеевика, (м) с учетом конструктивной добавки

$$H = nh + h_k. \quad (6.72)$$

Поскольку теплообменники представляют собой аппараты, находящиеся под внутренним избыточным давлением, их основные элементы (корпусов, патрубков, фланцев, днищ, крышек и др.) рассчитывают по формулам, приведенным в главе 4 и специальной литературе.

Общее количество пластин в пластинчатом теплообменнике определяют по формуле (6.59), в которой вместо  $\pi d_n^2/4$  подставляют значение сечения канала, по которому движется продукт, а под  $n$  понимают число каналов.

Особенностью расчета пластинчатых теплообменников является определение усилия сжатия пластин. Напор жидкости, обеспечиваемый насосом, умноженный на площадь пластины, представляет собой суммарную силу, воспринимаемую поверхностью пластины. Эта сила достигает  $(10 \dots 15) \cdot 10^4$  Н.

Усилие (Н), воспринимаемое опорными направляющими стержнями станины,

$$P = Fp' + lp'', \quad (6.73)$$

где  $F$  – площадь пластины,  $m^2$ ;  $p'$  – максимальное давление жидкости в агрегате, Па;  $l$  – длина резиновой прокладки на пластине, м;  $p''$  – удельное давление на резину в рабочем состоянии агрегата, равное  $5 \cdot 10$  кН/м.

Задача энергетического расчета – определение энергии, затрачиваемой на перемещение рабочей среды (продукта, теплоносителя) через аппарат, для чего необходимо знать гидравлическое сопротивление ап-

парата. Расчет гидравлических сопротивлений производится по методике, приведенной в главе 8.

Особенно важен гидравлический расчет пластинчатых аппаратов, гидравлические потери в которых весьма значительны. При этом необходимо учитывать соединение пластин в пакеты, т. е. параллельное течение жидкости по пластинам и последовательный переход ее из пакета в пакет. Требуемый напор для секции представляет собой сумму сопротивлений во всех пакетах. В результате суммирования гидравлических сопротивлений в секциях получается общий необходимый напор для всего агрегата. По величине потери напора подбирают насос.

Расчет термозащиты аппаратов и трубопроводов ведется в принципе по общей методике тепловых расчетов.

Для аппаратов с плоскими стенками и цилиндрических аппаратов диаметром 2 мм и более поверхностные удельные потери теплоты  $q_s$  (Вт/м<sup>2</sup>) составят

$$q_s = (t_{CT} - t_{H3}) / (\delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2), \quad (6.74)$$

где  $t_{CT}$  и  $t_{H3}$  — соответственно температуры стенки аппарата и наружной поверхности изоляции;  $\delta_1$  и  $\delta_2$  — толщины слоев изоляции, м;  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  — коэффициенты теплопроводности слоев изоляции, Вт/(м·К).

При расчете потерь через однослойную изоляцию следует принять в формуле (6.74)  $\delta_2 = 0$ .

Для цилиндрических аппаратов диаметром менее 2 м и трубопроводов линейные удельные потери теплоты (Вт/м)

$$q_l = (t_{CT} - t_{H3}) / \left( \frac{1}{2\pi\lambda_1} \ln \frac{d_1}{d_{CT}} + \frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{d_2}{d_1} \right), \quad (6.75)$$

где  $d_1$  и  $d_2$  — наружные диаметры слоев изоляции;  $d_{CT}$  — наружный диаметр цилиндрической стенки.

Толщина однослойной изоляции  $\delta_{H3}$  (м):

для плоских стенок и цилиндрических поверхностей диаметром 2 м и более

$$\delta_{H3} = \lambda \left[ \frac{t_{Ж} - t_{В}}{q_s} - \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \right]; \quad (6.76)$$

для цилиндрических поверхностей диаметром менее 2 м

$$\ln \frac{d_{H3}}{d_{CT}} = 2\pi\lambda \left[ \frac{t_{Ж} - t_{В}}{q_l} - \left( \frac{1}{\pi d_{H3} \alpha_1} + \frac{1}{\pi d_{H3} \alpha_2} \right) \right], \quad (6.77)$$

где  $\lambda$  – теплопроводность слоя изоляции, Вт/(м·К);  $t_{ж}$  и  $t_{в}$  – соответственно температуры жидкости в аппарате и окружающего воздуха;  $K$ ;  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – соответственно коэффициенты теплопередачи жидкости стенке и от наружной поверхности изоляции воздуху, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $d_{вн}$  – внутренний диаметр изолируемого аппарата, м;  $d_{из}$  – наружный диаметр изоляции, м.

Толщины  $\delta_1$  и  $\delta_2$  (м) двух слоев изоляции:

для плоских стенок и цилиндрических поверхностей диаметром более 2 м

$$\delta_1 = \left( \frac{t_{ж} - t_{1,2}}{Q_s} - \frac{1}{\alpha_1} \right); \quad (6.78)$$

$$\delta_2 = \left( \frac{t_{1,2} - t_{в}}{Q_s} - \frac{1}{\alpha_2} \right); \quad (6.79)$$

для цилиндрических поверхностей диаметром менее 2 м

$$\ln \frac{d_1}{d_{сг}} = 2\pi\lambda_1 \left( \frac{t_{ж} - t_{1,2}}{Q_1} - \frac{1}{\pi d_{вн}\alpha_1} \right); \quad \delta_1 = \frac{d_{сг}}{2} \left( \frac{d_1}{d_{сг}} - 1 \right), \quad (6.80)$$

$$\ln \frac{d_2}{d_1} = 2\pi\lambda_2 \left( \frac{t_{1,2} - t_{в}}{Q_2} - \frac{1}{\pi d_2\alpha_2} \right); \quad \delta_2 = \frac{d_1}{2} \left( \frac{d_2}{d_1} - 1 \right), \quad (6.81)$$

где  $t_{1,2}$  – температура изоляции на границе между двумя слоями, К.

При расчете теплоизоляции часто возникает необходимость определения температуры наружных слоев стенок, изоляции. Их можно определить по формулам (6.57) и (6.58).

При наличии двух слоев изоляции из различного материала толщину одного слоя изоляции выбирают заранее, а второго определяют расчетным путем. Соответственно поступают при наличии трех и более слоев изоляции.

В нормативных материалах приводятся следующие требования к изоляции.

Предельная толщина изоляции зависит от диаметра аппарата или трубопровода и должна быть не больше следующих значений:

Диаметр, мм	57	108	159	216	267	325	376	427	529
Предельная толщина, мм	65	110	120	125	130	135	140	145	150

Для криволинейных и плоских поверхностей толщина изоляции должна быть не более 150 мм.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БУТЫЛОК, ФАСОВАНИЯ ВИН И ОФОРМЛЕНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Подготовка бутылок, фасование в них вин и укупоривание, инспекция, пастеризация вин в бутылках, товарное оформление бутылок осуществляются на поточных линиях упаковывания вина.

Состав современных поточных линий упаковывания вин определяется перечнем технологических операций, выполняемых на этих линиях. Так, в зависимости от вида упаковываемой продукции ГОСТ 24740-90 определяет типы, основные параметры линий и перечень выполняемых операций.

К винодельческому производству относятся линии следующих типов:

3 – для упаковывания тихих вин, коньяков;

4 – для упаковывания игристых вин, шампанского, вин, насыщенных диоксидом углерода.

Стандарт предусматривает выполнение на линиях следующих операций:

- мойка бутылок;
- фасование продукции;
- укупоривание бутылок;
- межоперационное транспортирование бутылок.

Кроме того, в зависимости от упаковываемой продукции, производительности и требований заказчика на линиях упаковывания напитков могут выполняться и другие необходимые операции<sup>1</sup>:

- распаketирование и расштабелирование ящиков с пустыми бутылками;
- расштабелирование и штабелирование поддонов;

---

<sup>1</sup> В соответствии с действующими стандартами применявшийся ранее термин «линии розлива» заменен на «линии упаковывания», вместо термина «розлив» (как название операции наполнения бутылки) используется термин «фасование». Кроме того, ряд видов оборудования этих линий назван «машинами» (вместо принятого ранее термина «автомат»), например: бутылкомоечная, фасовочная, фасовочно-укупорочная машина и т. д.

Названия операций приводятся в формулировках стандарта.

- извлечение бутылок из ящиков, корзин или тары-оборудования (контейнеров);
- мойка ящиков, корзин или тары-оборудования (контейнеров);
- контроль остаточного содержания щелочи в вымытых бутылках с их отбраковкой;
- сушка бутылок;
- стерилизация вымытых бутылок;
- контроль вымытых бутылок;
- насыщение напитков двуокисью углерода (для напитков соответствующего типа);
- подача укупорочных средств к укупорочным машинам;
- контроль наполненных и укупоренных бутылок;
- пастеризация (или стерилизация) продукции в бутылках;
- обсушка наружной поверхности бутылок;
- мюзлевание (для бутылок с шампанским и игристыми винами);
- этикетирование;
- межоперационное транспортирование ящиков, корзин, поддонов, или тары-оборудования (контейнеров);
- счет бутылок, ящиков, тары-оборудования (контейнеров);
- накопление бутылок, ящиков, поддонов;
- закрывание бутылок в бумагу;
- укладывание бутылок в ящики-корзины, картонные короба, тару-оборудование (контейнеры);
- контроль заполнения ящиков;
- штабелирование и пакетирование ящиков с наполненными бутылками, пакетирование картонных коробов с бутылками;
- обандероливание и оформление коробов;
- скрепление пакетов, ящиков, коробов на поддонах.

Производительность линий, по ГОСТ, должна выбираться из следующего параметрического ряда: 1500, 3000, 4500, 6000, 9000, 12000, 15000, 18000, 21000, 24000, 30000, 36000, 48000 и 60000 бут./ч (при определении производительности линии вместимость бутылки принята 500 см<sup>3</sup>).

Стандарт не распространяется на линии производительностью менее 1500 бутылок в час, линии упаковывания сувенирной, эксклюзивной и коллекционной продукции, а также, естественно, на импортные линии.

Оснащенность линий тем или иным оборудованием во многом определяется ее производительностью. Так, машины для штабелирования

(пакетирования) или расштабелирования (распакетирования) ящиков, картонных коробов устанавливаются в линиях только большой производительности (выше 12000 бутылок в час). Более того, такие линии (например, 12 и 18 тыс. бут./ч) включают в свой состав, кроме перечисленного, специальное оборудование для формирования коробов, их склеивания снизу, обандероливания – маркировки, а также обвивки стрейч-пленкой сформированного на поддоне пакета и др.

Следует отметить, что изменившиеся требования промышленности значительно выходят за рамки предусмотренные ГОСТом. Это относится к производительности линий и их составу. В частности, разработка и выпуск линий (и оборудования к ним) производительностью 4500, 9000 и 15000 бут./ч вообще не производится. Кроме того, отрасль требует линии малой производительности 500, 1000 и 2000 бут./ч. Потребность в линиях большой производительности значительно снизилась.

Что касается состава линий, то в связи все с более широким использованием новой (необоротной), в том числе нестандартной и эксклюзивной тары, линии могут оснащаться специальными машинами для ополаскивания бутылок (возможна и продувка их стерильным воздухом)<sup>1</sup>.

В линиях последних лет выпусков (отечественных и зарубежных) фасовочные и укупорочные машины чаще всего объединены в единые агрегаты. В состав современных линий может вводиться и оборудование для надевания и усадки термоусадочного колпачка, нанесения штрих-кода, наклеивания акцизной марки, группирования бутылок и их упаковывания в термоусадочную пленку в виде пакета на подложке и др. Имеют место и другие тенденции развития линий и входящего в них оборудования. Так, перспективными направлениями в проектировании оборудования линий упаковывания вин можно считать создание модульных машин (см., например, раздел 7.2), а также унификацию отдельных механизмов машин (например, механизмов загрузки и выгрузки бутылок, подъемных столиков, блокирующих устройств и др.), что не только позволит усовершенствовать операционные машины, но и создаст предпосылки для их серийного изготовления, улучшит условия эксплуатации и ремонта.

---

<sup>1</sup> Говорить о применении в винодельческой промышленности ПЭТ-бутылок (бутылок из полиэтилентерефталата) в настоящее время не приходится, несмотря на большие технические возможности изготовления бутылок различной формы. Вместе с тем для фасования соков и т. п. напитков ПЭТ-тара, как известно, находит широкое применение. В этом случае линии упаковывания оснащаются оборудованием для выдувания бутылок из преформ, а также их группирования и упаковывания в термоусадочную пленку [16].

Приведенные факторы обуславливают большое разнообразие линий упаковывания, используемых в промышленности, как по производительности, так и по составу. При этом надо иметь еще в виду и конкретные условия отдельных производств, влияющие не только на состав, но и компоновку оборудования.

### 7.1. Общие принципы расчета оборудования линий упаковывания вин

Расчет основного оборудования линий упаковывания вин дозируется на теории машин, автоматов и автоматических линий, широко освещаемой в специальных курсах и научно-технической литературе.

Основное оборудование линий упаковывания вин относится к машинам циклического действия, поэтому расчет их производительности можно производить по общей формуле

$$P = 1/\tau_p, \quad (7.1)$$

где  $\tau_p$  — длительность рабочего цикла (см. ниже);  $P$ , как правило, измеряется в штучных единицах, например бутылках.

В многопоточных машинах автоматического действия одна и та же операция выполняется одновременно во всех потоках, поэтому

$$P = m/\tau_p, \quad (7.2)$$

где  $m$  — количество потоков.

Вообще необходимо различать три следующих цикла движения:

1 — кинематический, где  $\tau_k$  — наименьший интервал времени, в начале и в конце которого все точки механизмов машины имеют те же положения и направления движения;

2 — технологический, где  $\tau_t$  — период времени, в течение которого выполняются все несовмещенные во времени основные и вспомогательные технологические процессы;

3 — рабочий, где  $\tau_r$  — промежуток времени между двумя последовательными выпусками изделий.

По коренным различиям в требованиях, предъявляемых к синхронизации движения исполнительных органов, выполняющих основные операции, существует несколько родов технологических машин. В большинстве их для осуществления требуемого процесса надо воспроизвести заданные скорости исполнительных органов как по величине, так и по направлению и заданную последовательность их перемещений.

По различиям в характере перемещений обрабатываемых изделий технологические машины линий упаковывания вин можно разделить на три класса (табл. 7.1).

Таблица 7.1. Формулы для определения длительности цикла машин различных классов

Класс*	Описание работы	Формулы для определения $t_p$	Условные обозначения, входящие в формулы
1	Операции выполняются последовательно ( $t_p = \sum t_i$ )	$t_p = t_{y_1} + t_1 + t_2 + \dots + t_n + t_{y_2}$ (7.3) $+ t_{max} - \sum t_i = t_j$	$t_{y_1}$ — время, затрачиваемое на установку и съем изделия; $t_i$ , $t_2, \dots, t_n$ — время, затрачиваемое на производство отдельных операций технологического процесса (за исключением наиболее длительной операции); $t_{max}$ — время, затрачиваемое на выполнение самой длительной из операций; $\sum t_i$ — суммарное время перекрытия (совмещения) операций внутри кинематического цикла (при наличии интервалов времени между выполнением отдельных операций $\sum t_i$ расценивается как отрицательное время перекрытия)
2	Операции выполняются параллельно ( $t_p = t_j$ )	$t_p = t_{y_1} + t_{max} = t_j$ (7.4)	$t_j$ — длительность технологического цикла
	Изделия перемещаются специальным устройством ( $t_p < t_j$ )	$t_p = t_0 + t_{j0}$ (7.5) $t_j = (q \cdot n + 1) t_p$ (7.6)	$t_0$ — время останова изделия в каждой позиции; $t_j$ — время перемещения изделий из одной позиции в другую; $q$ — общее число позиций, занимаемых изделием внутри автомата; $n$ — число положений, занимаемых изделием в одном и том же интервале останова
	Изделия перемещаются самими рабочими или дополнительными органами ( $t_p < t_j$ )	$t_p = t_{окн} + t_{окн}^2 + t_{окн}^3 + \dots + t_{окн}^n$ (7.7) $t_j = q t_p = -q(t_{окн} + t_{окн}^2) (7.8)$	$t_{окн}$ — время, затрачиваемое на выполнение основной операции; $t_{окн}^2$ и $t_{окн}^3$ — время, затрачиваемое на выполнение соответственно рабочих и холостых ходов
3	Рабочие органы вместе с изделиями не перемещаются ( $t_p < t_j$ ) Рабочие органы перемещаются вместе с изделиями ( $t_p < t_j$ )	$t_p = \frac{\alpha}{\omega_p} = \frac{2\pi}{z\omega_p}$ (7.9) $t_p = \frac{2\pi}{z\omega_p} = \frac{t_{max}}{z - k}$ (7.10)	$\alpha$ — угол между осевыми линиями двух соседних гнезд карусели или ротора; $\omega_p$ — угловая скорость карусели или ротора; $z$ — число гнезд карусели или ротора $k$ — число гнезд, отводимых для съема готового изделия и установки нового

\* 1 — изделие не перемещается; 2 — изделие перемещается периодически; 3 — изделие перемещается непрерывно



Что касается расчетов отдельных рабочих органов машин, то для этого могут быть использованы формулы общего характера, приведенные в табл. 7.2.

Изложенное относится ко всем видам рабочих органов, в том числе и к перемешающим, и к выполняющим операции зажима, съема и т. д. Под обработкой здесь имеется в виду перемещение, зажим и т. д.

Таблица 7.2. Формулы для расчета рабочих органов

Объект обработки	Рабочий орган (по структуре рабочего цикла)	Формулы для расчета производительности	
Штучные объекты	Периодического действия	$P = m / \tau_T$ (7.11)	
	Непрерывного действия	линейный	$P = m v / a$ (7.12)
		карусельный	$P = z n m$ (7.13)
		роторный	$P = z n m$ (7.14)
	Периодически-непрерывного действия	$P = m / \tau_K$ (7.15)	
Сплошной поток продукта	Периодического действия	$P = q_{спл} / \tau_T$ (7.16)	
	Непрерывного действия	непрерывно-поточный	$P = q_{спл} v$ (7.17)
		порционно-поточный	по массе: $P = m q_{шт} v a$ (7.18)
	Периодически-непрерывного действия		по количеству: $P = m v a$ (7.19)
		$P = m q_{спл} / \tau_K$ (7.20)	

Примечания:

- 1 Периодически действующий рабочий орган обрабатывает продукт или штучный объект, предварительно зафиксированный в заданном положении в пространстве или помещенный в емкость, в которой протекает технологический процесс, причем следующую порцию продукта или следующий штучный объект он сможет обработать только после удаления предыдущей порции или предыдущего объекта и когда оператор снова включит или приведет рабочий орган в действие; непрерывнодействующий рабочий орган обрабатывает продукт или объекты, подаваемые и удаляемые после обработки непрерывно, при обработке продукта, идущего сплошным потоком, непрерывнодействующие рабочие органы подразделяются на непрерывно-поточные (когда во время обработки поток продукта не делится на порции) и порционно-поточные (когда во время обработки поток продукта делится на порции, которые затем могут снова объединяться в сплошной поток); периодически-непрерывнодействующий рабочий орган обрабатывает периодически поступающие продукты или штучные объекты при условии, что следующий объект или порцию продукта можно будет обработать только при удалении предыдущих без участия оператора.
- 2 Входящие в формулы величины обозначают следующее:  $m$  – число потоков или одновременно обрабатываемых объектов;  $\tau_T$  и  $\tau_K$  – длительность соответственно технологического и кинематического циклов;  $v$  – скорость рабочего органа (или объекта);  $a$  – расстояние между центрами объектов;  $z$  – число гнезд карусели или ротора;  $n$  – частота вращения карусели или ротора;  $q_{спл}$  – массовое количество продукта на единице длины рабочего органа;  $q_{шт}$  – масса одного штучного объекта или порции продукта.

Во всех приведенных формулах и расшифровке обозначений, входящих в их состав, не приведены единицы измерения. Они зависят как от конкретного рассчитываемого оборудования, так и от выбранной системы единиц.

## 7.2. Буылкомоечные и ополаскивающие машины

### 7.2.1. Общие сведения

Стекланные бутылки, используемые на винодельческих предприятиях, являются в основном многооборотными, лишь для фасования шампанского используются только новые бутылки. Бывшие в употреблении бутылки подвергают мойке, в процессе которой достигается их физическая и бактериологическая чистота.

Принцип действия машин для мойки бутылочек основан на обработке последних нагретыми растворами, содержащими специальные моющие средства. Наиболее распространенный технологический процесс мойки бутылочек, как правило, складывается из следующих операций: удаление легкосмываемых загрязнений; предварительная отмочка загрязнений в воде или моющем растворе; отмочка в горячем растворе; смыв этикеток; внутреннее шприцевание и ополаскивание бутылочек последовательно моющим раствором, горячей, теплой и холодной водой. Отмочка производится в один или несколько этапов; шприцевание чаще всего производится многократно (при горячем фасовании шприцевание теплой и холодной водой не применяется – во всех позициях используется только горячая вода).

Мойка представляет собой комплекс сложных физико-химических и физико-механических процессов, основными из которых являются *отмочка и шприцевание*. *Отмочка разделяется на три этапа: смачивание поверхности и отмыв загрязнений, диспергирование частиц загрязнений и стабилизация их в моющем растворе*. При отмочке имеют место пептизация белков под влиянием щелочей, превращение их в гидрогели и растворение, разложение жиров, их омыление и растворение.

Шприцевание бутылочек производится для смыва отмокших загрязнений и охлаждения бутылочек. Шприцевание может быть с вводом шприца в горлышко бутылочки или без ввода. В первом случае процесс эффективнее, но это связано с усложнением конструкции шприцевальных устройств. Шприцевание можно рассматривать в основном как гидродинамический процесс (правда, гидродинамическому воздействию подвергается в основном донная часть бутылочки).

Смыв этикеток может быть осуществлен после отмочки в моющем растворе или горячей воде (часто под действием струи жидкости, направляемой в гнездо бутылконосителя), а их удаление – при пропускании через этикеткоотборник. Надо при этом иметь в виду, что длительное пребывание этикеток в жидкости приводит к разложению их на волокна и последующему засорению фильтров, шприцевальных устройств, сопл.

Решающими факторами, обуславливающими хорошее качество мойки бутылок, являются: температура моющих растворов и воды, концентрация их и продолжительность мойки; воздействие струй моющего раствора и воды при внутреннем шприцевании и наружном обмыве бутылок; механическое воздействие на внутреннюю и наружную поверхность бутылок (ершами, щетками, если таковые применяются) и др.

Эффективность действия моющих растворов при мойке бутылок пропорциональна их температуре, концентрации и продолжительности воздействия на бутылку. Эти факторы взаимосвязаны. Однако применение моющих растворов и воды высокой температуры допустимо только при условии обеспечения необходимых (с точки зрения термостойкости бутылок) температурных перепадов.

Эффективность мойки струей зависит от диаметра сопла и количества моющей жидкости, поступающей в бутылку за единицу времени (секундный расход жидкости); напора, под которым струя выходит из сопла; расстояния от сопла до отмываемой поверхности; формы сопла. Для успешной мойки отмываемая поверхность должна находиться в пределах сплошного участка струи.

Механическое воздействие на внутреннюю и наружную поверхности бутылок достигается применением ершей и щеток из волоса и капрона. В современных машинах их применение затруднительно, поэтому большинство их относится к типу отмочно-шприцевальных (см. ниже).

Продолжительность мойки бутылок в машинах обычно колеблется в пределах 6–20 мин, при этом на долю обработки моющим раствором приходится 50–60% времени нахождения бутылок в машине, в том числе на отмочку – 45–63%, шприцевание – 3–15%, обработку водой – 6–33%.

Моющие средства и растворы, используемые в бутылкомоечных машинах, должны обладать быстрой и полной растворимостью, хорошими смачивающими, растворяющими, эмульгирующими и ополаскивающими свойствами, бактерицидностью, инертностью по отношению к стеклу. Они не должны вызывать коррозии деталей, отложения нерас-

творимых солей, а также пено- и накипеобразования. Моющие средства не должны иметь резкого запаха и токсичности.

В настоящее время в качестве моющих средств применяются неорганические (едкие и углекислые щелочи, фосфаты, силикаты и т. д.) и органические (анионоактивные и катионоактивные детергенты – первичные, вторичные, алкилсульфаты и алкилсульфонаты) соединения.

По своему составу моющие средства являются как индивидуальными веществами, так и композициями, т. е. смесями различной сложности в сочетании с нейтральными наполнителями (сульфонат натрия).

К индивидуальным веществам относятся едкие щелочи (гидроксид натрия, гидроксид калия), кальцинированная сода, фосфаты (тринатрийфосфат, триполифосфат, гексаметафосфат натрия и др.), силикаты (метасиликат натрия, жидкое стекло и др.), кислоты (азотная, сульфаминовая, серная, соляная, фосфорная).

Органические моющие средства представляют собой в основном натриевые и калиевые соли высших жирных кислот или мыла.

Кроме того, к моющим средствам относится большая группа органических поверхностно-активных веществ (ПАВ). Композиции, содержащие в своем составе ПАВ, щелочные компоненты и нейтральные наполнители, называют также синтетическими моющими средствами (СМС).

Кислоты для мойки бутылок применяют реже, чем щелочи. Используются они в основном для мойки особо загрязненных бутылок (в том числе с загрязнениями щелочного характера).

В принципе применение в качестве моющих средств композиций предпочтительнее, ибо каждый компонент может сообщать моющему раствору те свойства, которых недостает у индивидуального средства (вещества), благодаря чему достигается высокое качество моющего раствора и хорошая мойка бутылок.

### **7.2.2. Бутылкомоечные машины**

Бутылкомоечные машины, используемые в винодельческой промышленности, достаточно разнообразны по конструкции. Классифицировать их можно по многим признакам: по принципу обработки бутылок (щеточные, шприцевальные, отмочно-шприцевальные), количеству отмочных ванн (одно- и многованнные), по типу и конструкции тягового органа для перемещения бутылконосителей (цепные, бесцепные, барабанные, карусельные), по характеру движения транспортирующего блока (с непрерывным и прерывистым движением), степени механизации загрузки и выгрузки бутылок, вместимости обрабатываемых бутылок, производительности (условно) и др.

Основные параметры бутылкомоечных машин стандартизованы. Так, для винодельческой промышленности предусмотрены машины номинальной производительностью 1500, 3000, 6000, 12000 и 18000 бутылок в час (машины на 3000 и 6000 бутылок в час должны также обеспечивать подготовку бутылок к горячему фасованию вина). Стандартом предусмотрены также и основные технические и эксплуатационные требования к бутылкомоечным машинам. В частности, теоретическая производительность машин без бутылок должна быть не ниже 1,2, с бутылками – не ниже 1,13 нормы, приведенной выше. Техническая производительность должна быть не ниже 1,1 указанной нормы. Суммарная длительность отмочки и шприцевания бутылок должна быть не менее 7,5 мин, при этом длительность шприцевания – не менее 1,67 мин. Концентрацию моющего раствора следует принимать в пределах 0,7–2,5%, а температуру в наиболее горячей ванне  $75 \pm 5^\circ \text{C}$ . В среднем расход водопроводной воды на одну бутылку должен составлять не более 1 л, расход теплоты – не более 167 Дж, а расход моющего раствора в сухом веществе (для 1,2 %-ного раствора каустической соды без повторного использования) – не более 1,3 г. Ресурс работы бутылкомоечной машины до первого капитального ремонта – не менее 8000 ч, а всего 25000 ч при наработке за срок не более 8 лет.

В винодельческой промышленности используют бутылкомоечные машины следующих серий: АМЕ (АМЕ-6, АМ2Е-3М), АММ (АММ-6, АММ-12; эти машины применяют при обработке бутылок вместимостью 0,5 л); ВМЖ (ВМЖ-1,5, ВМЖ-6). Кроме того, на ряде заводов используют машины МБА-1,5; ВМД-6, ВМГ-3 (при обработке бутылок вместимостью 0,5 л); ВМ; ВММ. Разработаны также машины ВФП/3 и ВФП/4 (при обработке бутылок вместимостью 0,05; 0,1 л и 0,38; 0,25; 0,2 л типа «фляга»). На предприятиях отрасли используют и импортное оборудование.

На рис. 7.1, а показан разрез общего вида цепной отмочно-шприцевальной машины АМЕ-6. Корпус машины представляет собой сварную коробчатую конструкцию из листовой стали, перегородки которой образуют ванны для моющих растворов и воды.

Все операции мойки бутылок осуществляются в 124 бутылконосителях, представляющих сварную конструкцию из 16 гнезд-кассет, закрепленных концами к уголкам, и двух замкнутых втулочно-роликовых цепей основного конвейера 5. Трасса основного конвейера снабжена цепными колесами, установленными на пяти сквозных поперечных валах машины с подшипниками в боковых стенках корпуса. Передний верхний вал является приводным. Привод машины смонтирован на левой боковой стенке корпуса.

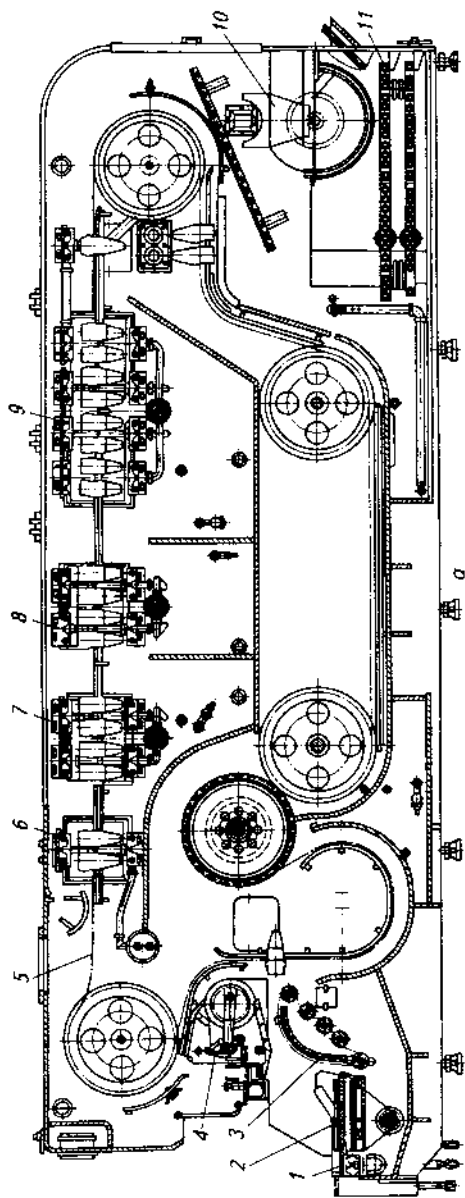


Рис. 7.1. Бутылкомерная машина АМЕ-6:

а — разрез общего вида (1 — конвейер загрузки бутылок; 2 — аккумулятор бутылок; 3 — механизм загрузки бутылок; 4 — механизм выгрузки бутылок; 5 — основной конвейер; 6, 7, 8, 9 — шпирцы для обмыва бутылок соответственно холодной, теплой и горячей водой и мощным раствором; 10 — механизм удаления этикеток; 11 — трубчатый подогреватель);

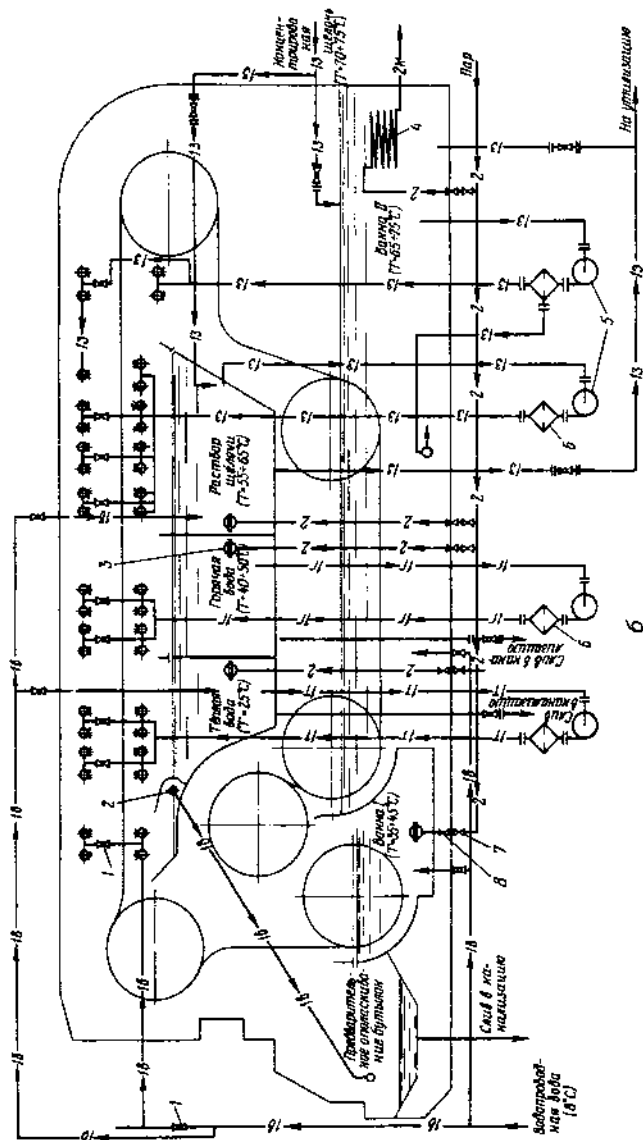


Рис. 7.1 (продолжение). Бутылкомоечная машина АМЕ-6:

б — технологическая схема (1 — кран проходной прямой; 2 — коллектор мойки; 3 — барботер; 4 — подогреватель; 5 — насосы центробежные; 6 — фильтры; 7 — вентиль запорный прямой; 8 — клапан обратный прямой (обратный); — 1а — трубопровод водопроводной воды; — 1б — трубопровод горячей воды; — 1в — трубопровод холодной воды; — 1г — трубопровод щелочного раствора; — 2к — трубопровод конденсата);

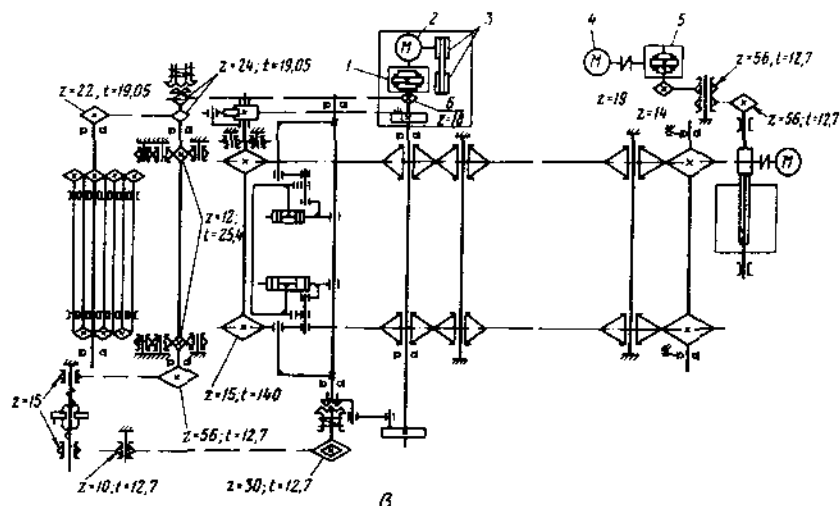


Рис. 7.1 (продолжение). Бутылкомоечная машина АМЕ-6:

*в* - кинематическая схема (1 - червячный редуктор; 2 - электродвигатель; 3 - шкивы; 4 - электродвигатель; 5 - редуктор этикеттоотборника)

Конвейер загрузки 1 пластинчатого типа с приводной станцией служит для подвода бутылок к машине. Подвод бутылок может осуществляться как с правой, так и с левой стороны машины. На конвейере загрузки может быть установлено устройство туннельного типа для предварительного обмыва бутылок, удаления легко смываемых загрязнений и подогрева бутылок перед загрузкой в машину.

Механизм загрузки бутылок 3 состоит из загрузочного стола, звездочек и двух цепей с двумя планками. Для подачи бутылок в носители имеются две непрерывно движущиеся планки, закрепленные на двух цепях, привод которых осуществляется через предохранительную кулачковую муфту.

Загрузочный стол выполнен из изогнутого листа, к которому приварены трубчатые направляющие для бутылок. Аккумулятор 2 представляет собой стол, выполненный в виде вращающихся в одном направлении валиков. Над валиками расположен двигатель, который делит движущиеся на валиках бутылки на ручки с шагом, равным расстоянию между гнездами в носителях.

Механизм выгрузки 4 рычажного типа служит для выгрузки вымытых бутылок. Выгрузочный конвейер отводит бутылки из машины.



Система шприцевания моющим раствором 9, горячей 8, теплой 7 и холодной водой 6 состоит из насосной установки, фильтра тонкой очистки и шприцевых рамок.

В ваннах и отсеках поддерживается постоянная температура при помощи регуляторов температуры прямого действия РТ-25. Температура жидкости во всех ваннах и отсеках контролируется дистанционными термометрами.

Для подогрева моющего раствора во второй отмочной ванне установлен трубчатый подогреватель 11, а для быстрого нагрева раствора в начале смены имеется дополнительный барботер, который перекрывается по достижении в ванне необходимой температуры. В остальных ваннах в отсеках моющий раствор и вода подогреваются барботажем пара непосредственно в жидкость.

Для подачи водопроводной воды с целью окончательного обмыва бутылок имеется магистраль.

Механизм удаления этикеток 10 представляет собой вращающийся сетчатый барабан, в котором размещен лоток сбора этикеток.

Машина работает следующим образом. Бутылки загрузочным конвейером, на котором они ополаскиваются водой и освобождаются от легко смываемых загрязнений, подаются на накопитель. Один ряд бутылок (16 шт.) подхватывается планкой загрузочного механизма, заталкивается в гнезда бутылконосителей основного конвейера и подается в первую отмочную ванну с моющим раствором температурой 35–45° С. При дальнейшем движении бутылки погружаются во вторую отмочную ванну с моющим раствором температурой 65–75° С, затем по наклонной ветви основного конвейера поступают на горизонтальный участок под струю коллектора, где происходит смыв этикеток. На верхней горизонтальной ветви основного конвейера бутылки подвергаются наружному ополаскиванию и шприцеванию внутренней поверхности. Процесс мойки осуществляется в такой последовательности:

- в восьми позициях моющим раствором температурой 55–65° С;
- в четырех позициях горячей водой 40–50° С;
- в четырех позициях теплой водой 25–30° С;
- в двух позициях водопроводной водой.

При дальнейшем движении конвейера с бутылконосителями вода стекает с поверхности бутылок. Вымытые бутылки при помощи выгрузочного механизма устанавливаются на выгрузочный конвейер, который выносит их из машины.

Технологическая схема бутылкомоечной машины АМЕ-6 представлена на рис. 7.1, б, а кинематическая – на рис. 7.1, в.

От электродвигателя 2 через клиноременную передачу вращение передается червячному редуктору 1, затем через открытую пару цилиндрических шестерен – валу с кривошипом, а через цепную передачу – механизму загрузки и накопителю. Кривошип через тягу и храповое зацепление периодически проворачивает приводной вал, который за каждый оборот кривошипного вала протягивает цепи с бутылконосителями.

На валу электродвигателя установлены реле контроля скорости РКС-М для мгновенного останова машины и раздвижные диски вариатора скорости, позволяющего плавно регулировать производительность машины.

Привод вала барабана этикеттоотборника осуществляется от электродвигателя 4 через редуктор 5 и цепную передачу.

Производительность (номинальная) машины АМЕ-6 – 6000 бут./ч, длительность кинематического цикла – 9,6 с, длительность пребывания бутылок в машине – 18,8 мин, суммарная мощность установленных двигателей – 30 кВт, расход воды – 6 м<sup>3</sup>/ч, расход пара – 450 кг/ч. Машина АМЕ-6 выпускается в двух вариантах: моделей 01 и 02 соответственно для бутылок вместимостью 0,7 л (винных) и 0,75–0,8 л (шампанских).

Устройство и принцип действия цепных отмочно-шприцевальных машин одинаков. Различаются они лишь конструкцией отдельных механизмов (см. ниже), их компоновкой; соотношением длин ванн и т.п.

На рис. 7.2 показана машина АМ2Е-3М номинальной производительностью 3000 бут./ч.

На рис. 7.3 показана весьма распространенная унифицированная машина АММ-6 номинальной производительностью 6000 бут./ч. Машина такого же типа выпускается марки АММ-12 производительностью 12000 бут./ч.

Машина другой серии ВМЖ-1,5 показана на рис. 7.4. Ее производительность (номинальная) – 1500 бут./ч. Производительность машины ВМЖ-6, построенной по той же схеме, – 6000 бут./ч.

Отечественные бутылкомоечные машины автоматического действия других упомянутых марок описаны в литературе [2, 10, 16].

На ряде предприятий используют и неавтоматические бутылкомоечные машины, например БМ и ВММ.

На рис. 7.5, а показана щеточная бутылкомоечная машина БМ, состоящая из следующих основных частей: станины 9, барабана 1, шприцевальной карусели (шприц-стола) 3.

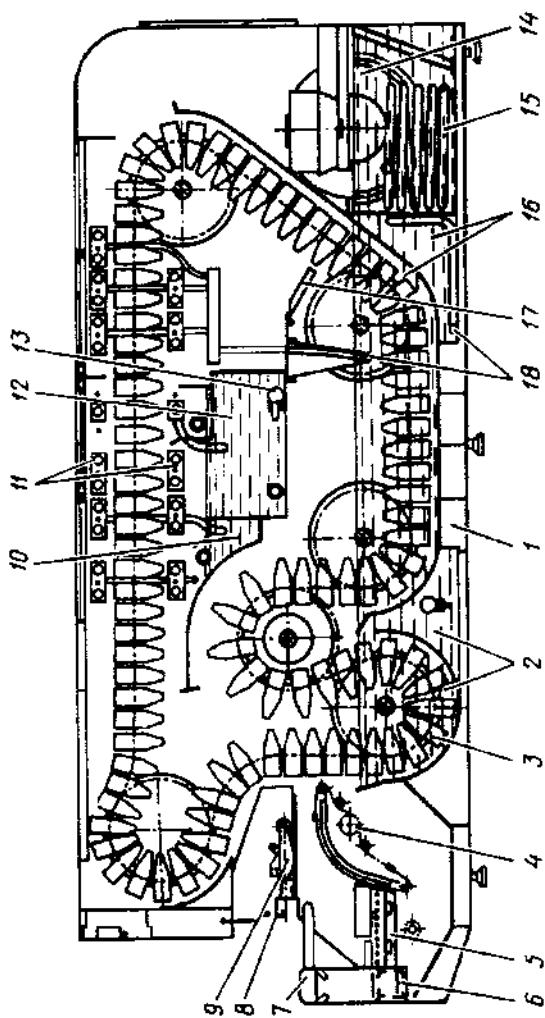


Рис. 7.2. Бутылкомоечная машина АМ2Е-3М (общий вид, разрез):

- 1 корпус; 2 — отмочная ванна; 3 — транспортер бутылконосителей; 4 — устройство для загрузки бутылок; 5 — накопитель; 6 — подающий транспортер; 7 — устройство для предварительного обмыва бутылок; 8 — отводящий транспортер; 9 — устройство для выгрузки бутылок; 10 — отсек теплой воды; 11 — устройство для мойки водой и щелочью; 12 — отсек горячей воды; 13 — барботер; 14 — этакетостаторчик; 15 — подогреватель; 16 — отмочная ванна; 17 — поддон; 18 — труба

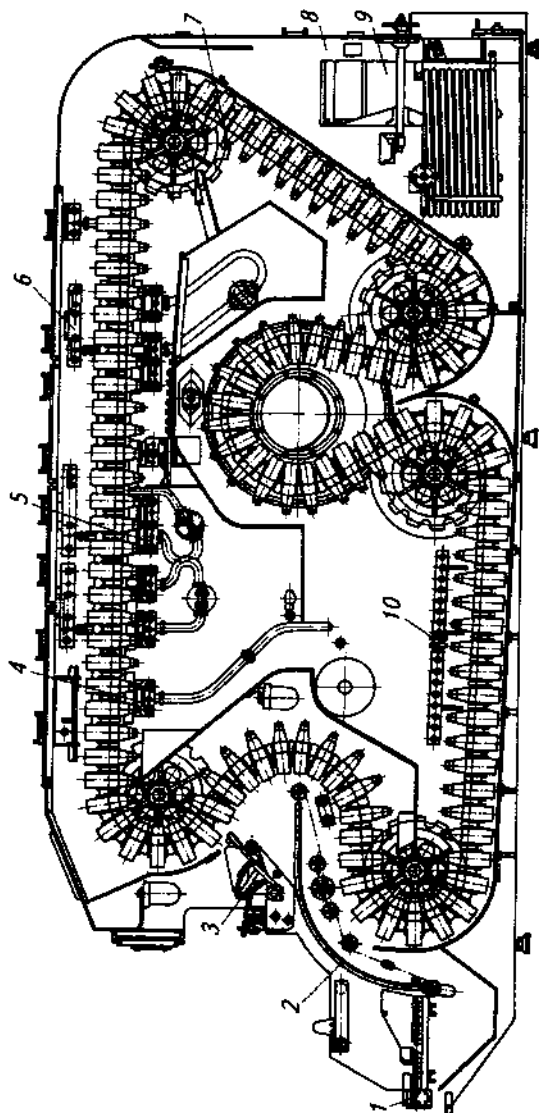


Рис. 7.3. Бутылкомоечная машина АММ-6 (разрез общего вида):

1 — конвейер загрузки бутылок; 2 — механизмы загрузки бутылок; 3 — механизм выгрузки бутылок; 4 — илрицевальные трубки; 5 — коллекторы; 6 — форсунки для наружного обмыва бутылок; 7 — щель с бутылкоконсителями; 8 — корпус; 9 — этикеттоотборник; 10 — трубчатый подогреватель

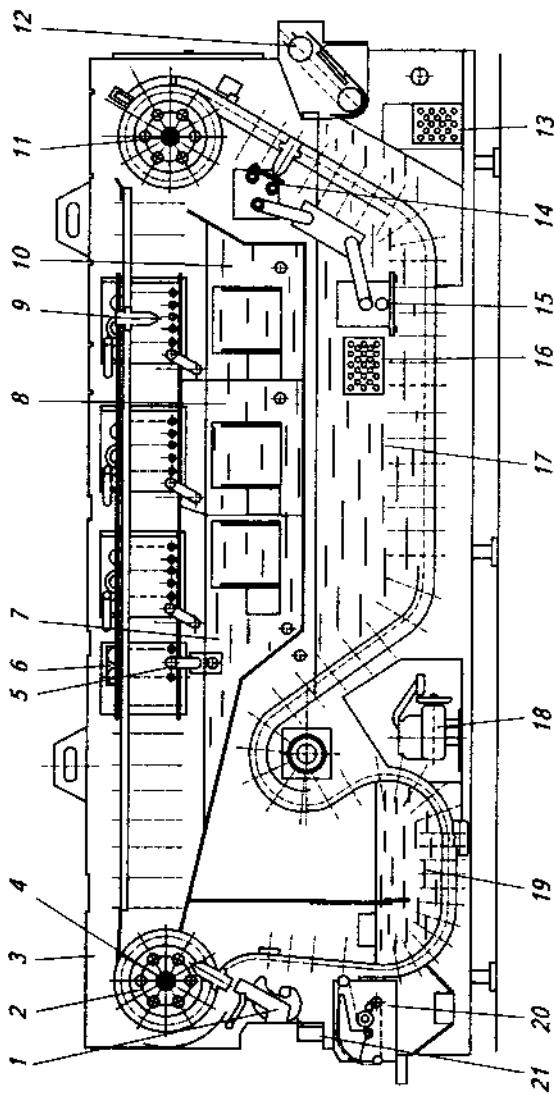


Рис. 7.4. Бутылкомоечная машина ВМЖ-1,5;

а - общий вид, разрез (1 - механизм выгрузки; 2 - цель; 3 - каретка; 4 - приводной вентиль; 5 - коллектор водного шприцевания; 6 - охладитель; 7, 8, 10 - отсеки для воды (сборники); 9 - бутылконаливщик; 11 - натяжной вал; 12 - этикеттоотборник; 13, 16 - подогреватели; 14, 15 - коллекторы для сброса этикеток; 17 - целочная ванна; 18 - привод; 19 - водная ванна; 20 - механизм загрузки; 21 - отвесный транспортер);

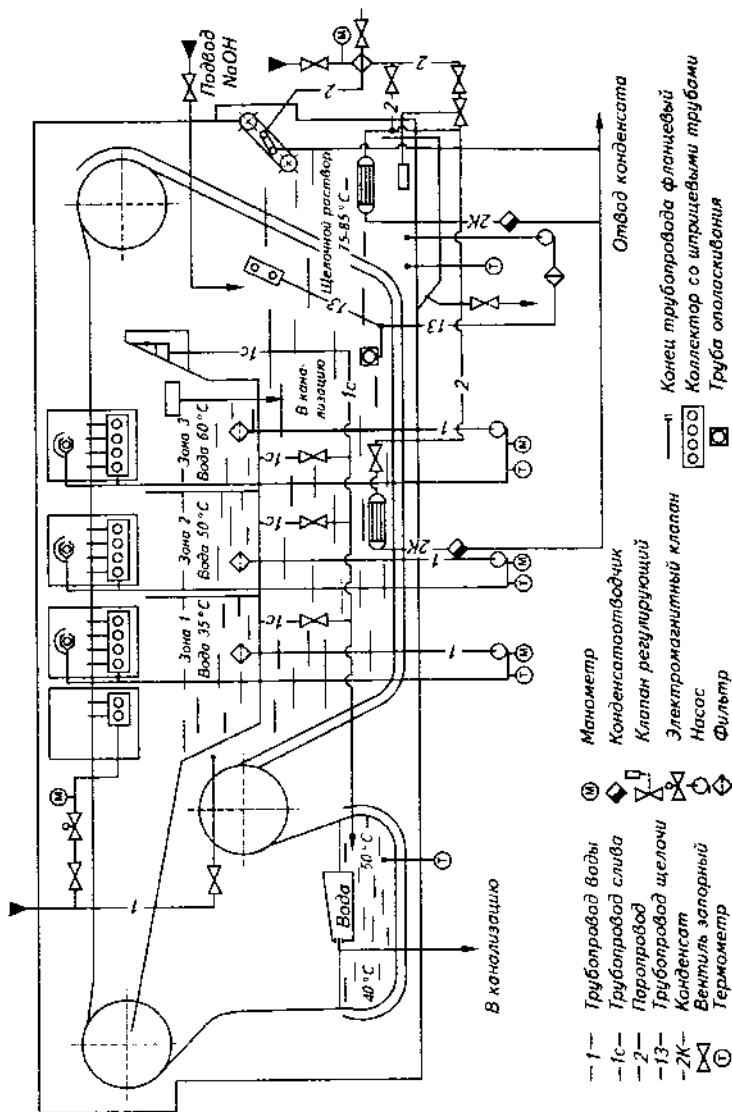
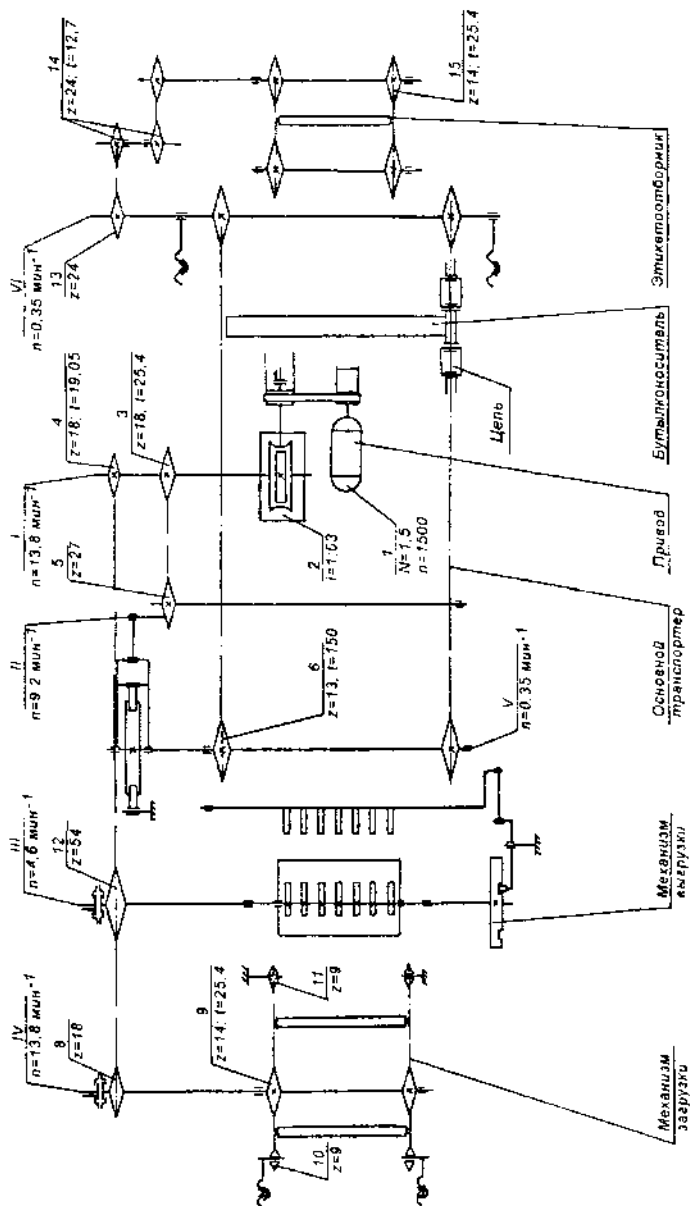


Рис. 7.4 (продолжение). Бутылкомоечная машина ВМЖ-1,5.

б — техническая схема.



в

Рис. 7.4 (продолжение). Бутылкоомоечная машина ВМЖ-1,5;

6 - кинематическая схема (1-15 - звездочки; I-VI - валы)

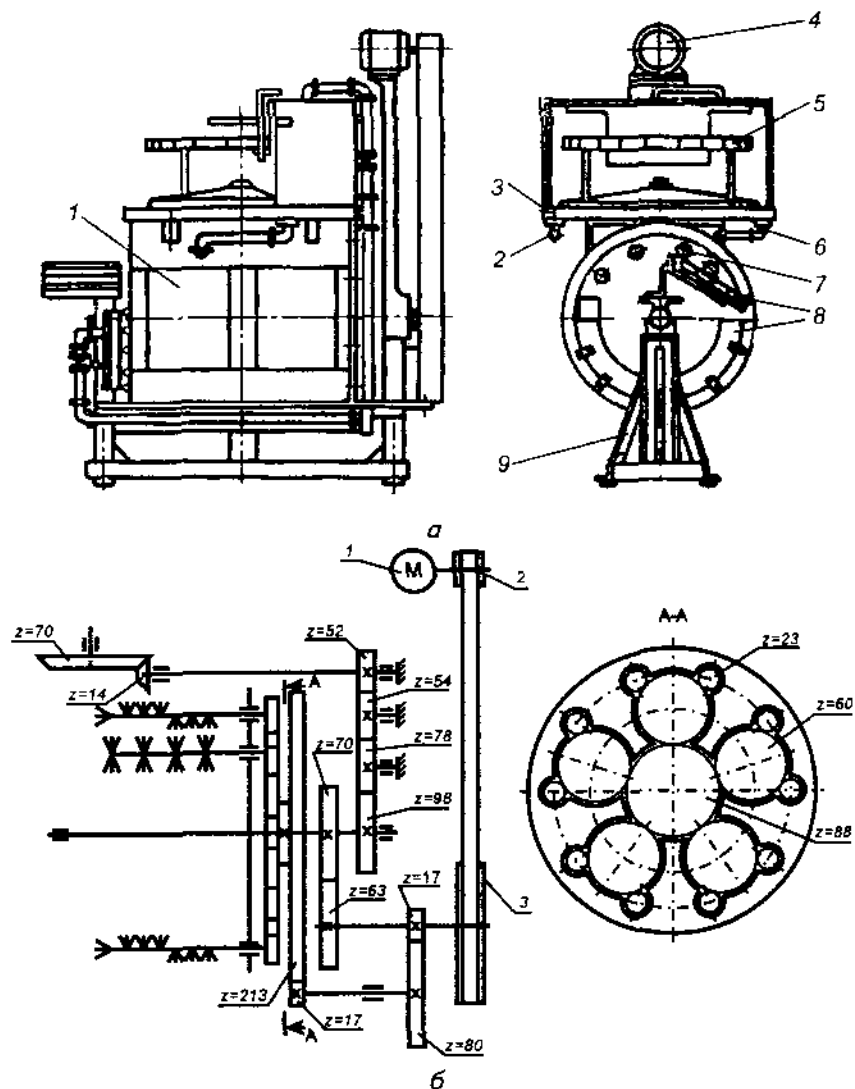


Рис. 7.5. Бутылкомоечная машина БМ:

*a* – общий вид; *б* – кинематическая схема (1 – электродвигатель; 2 – шкив диаметром 70) мм; 3 – шкив диаметром 500 мм)



Вал барабана расположен горизонтально и опирается своими концами на скользящие опоры. Внутри барабана на равных расстояниях по окружности расположены 10 щеток 7, предназначенных для чистки внутренней поверхности бутылок. Расположенные концентрично им 5 цилиндрических щеток предназначены для чистки наружных поверхностей бутылок. В торцевой части барабана имеются щетки 8 для чистки донышек бутылок.

В верхней части щеточной машины установлен шприц-стол 3 с 27 радиально расположенными гнездами 5 для внутреннего шприцевания бутылок и устройством для наружного шприцевания.

Барабан, щетки и шприц-стол получают вращательное движение от электродвигателя 4. Направление вращения барабана – против часовой стрелки (при наблюдении с рабочей стороны).

Машина работает в блоке с отмочной ванной (на рис. не показана), предназначенной для отмачивания бутылок перед загрузкой в щеточную машину. На корпусе ванны установлен вал с сегментами, на которые вручную горлышками к оси вала укладывают бутылки. Бутылки укладывают с одной стороны и вынимают с противоположной, причем перемещение бутылок с сегментами происходит под действием их собственных сил тяжести.

После отмочки бутылки, освобожденные от этикеток, вкладывают в гнезда вращающегося барабана щеточной машины, внутри которого они омываются водой и протираются щетками, а затем выталкиваются на полку 8 специальным устройством. После обработки в барабане бутылки устанавливают горлышком вниз в гнезде 5 шприц-стола, при вращении которого бутылки промываются внутри и снаружи. Вода, стекающая из бутылок, по трубам 2 и 6 направляется в отмочную ванну и в барабан к карусельным щеткам.

Кинематическая схема машины БМ показана на рис. 7.5, б.

Более совершенный вариант этой машины известен под маркой ВММ. Она также включает отмочную ванну. Сама машина (рис. 7.6, а) состоит: из станины 1, барабана 3, механизма выталкивания бутылок 7, электродвигателя 11, кожуха, транспортера ополаскивания бутылок 21, шприцевального устройства.

Барабан и вращающиеся щетки приводятся в движение от электродвигателя через ременную передачу 25, червячный редуктор 12 и фрикционную передачу. Для остановки барабана при авариях предусмотрена предохранительная муфта, которая срабатывает автоматически.

Перпендикулярно оси вращения барабана расположен цепной транспортер 21, на котором происходит ополаскивание бутылок посредством шприцевального устройства 22, расположенного внутри транспортера.

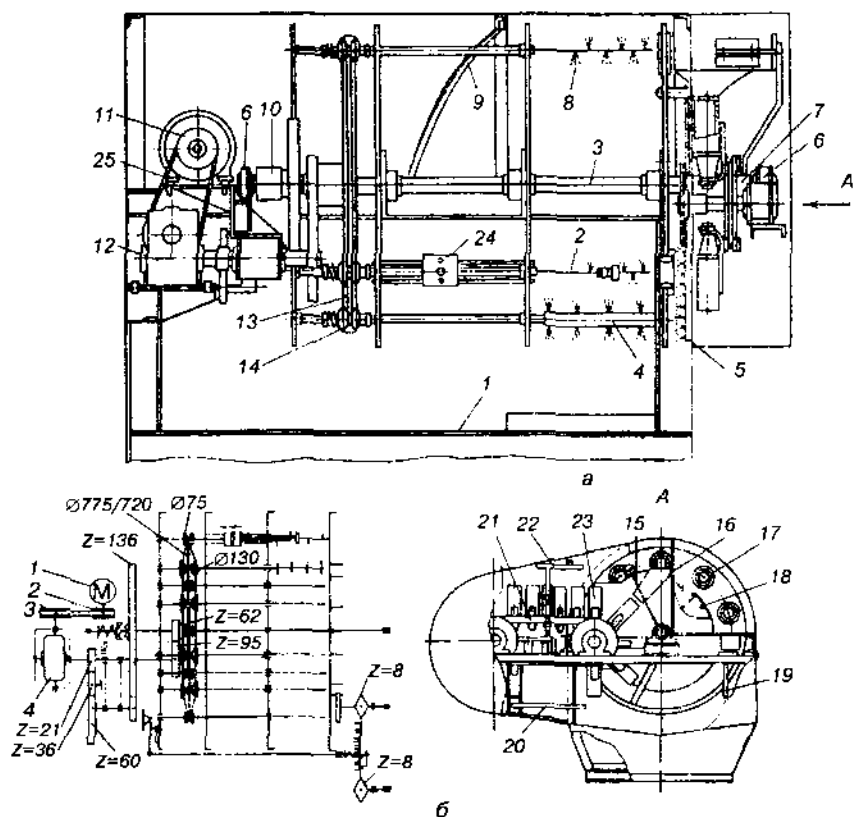


Рис. 7.6. Бутылкомоечная машина Пб-ВММ:

*а* - разрез общего вида (1 - станина; 2 - стержень щетки; 3 - барабан; 4 - щетка наружная; 5 - щетка нижняя; 6 - корпус подшипника; 7 - механизм выгрузки бутылок; 8 - щетка внутренняя; 9 - копир; 10 - предохранительная муфта; 11 - электродвигатель; 12 - редуктор; 13 и 14 - диски; 15 - рычаг; 16 - лоток; 17 - щетка круглая; 18 - палец; 19 - трубопровод; 20 - толкатель; 21 - транспортер; 22 - шлицевальное устройство; 23 - кассета; 24 - салазки; 25 - ремень); *б* - кинематическая схема (1 - электродвигатель; 2 - шкив диаметром 125 мм; 3 - шкив диаметром 188 мм; 4 - редуктор)

На станине на двух подшипниковых опорах установлен барабан, состоящий из трех дисков, соединенных между собой распорками и направляющими. На направляющих установлено десять салазок 24 с за-

крепленными на них выталкивателями бутылок. На переднем диске барабана (см. вид А) имеется десять круглых гнезд, куда вталкиваются бутылки. Против каждого отверстия располагается внутренняя вращающаяся щетка 8 для ершевания. Для наружной обработки бутылок имеется пять щеток 4, расположенных между внутренними щетками, а для обработки доньшек — нижняя щетка 5.

Бутылки вкладываются в круглые щетки 17 вращающегося барабана 3 щеточной машины и оmyваются водой из специального устройства. При выходе из барабана бутылки с помощью рычага 15 попадают по лотку 16 в кассеты 23. После ополаскивания бутылки выталкиваются из кассет толкателем 20.

Кинематическая схема бутылкомоечной машины Пб-ВММ приведена на рис. 7.6, б.

Производительность номинальная машин БМ и ВММ соответственно 2000 и 1500 бут./ч.

Упомянутая выше машина ВФП/3 предназначена для мойки новых бутылок вместимостью 50 и 100 мл. Машина однованная, с двумя отсеками оборотной воды, укомплектована тремя электронасосными агрегатами.

В машине предусмотрена отмочка бутылок в щелочном растворе при температуре 60–65° С, струйная мойка щелочным раствором при той же температуре, а также обработка горячей, теплой и водопроводной водой. Особенностью машины являются конструкция подающего конвейера и устройства для загрузки бутылок рычажно-кулачкового типа.

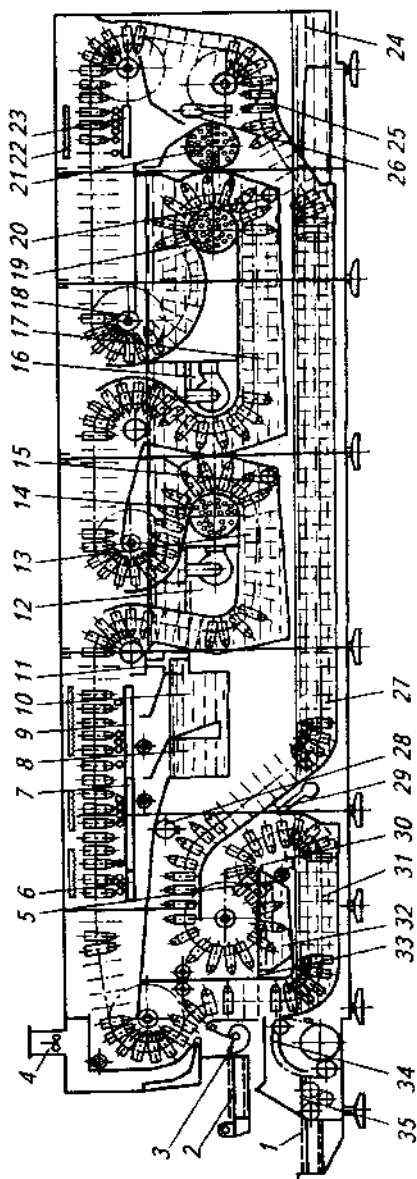
Машина ВФП/4 предназначена для мойки бутылок типа «фляга» вместимостью 250 и 380 мл. Машина отличается формой гнезда бутылконосителя и устройств для загрузки и выгрузки бутылок, что связано с формой бутылок. Загрузка фляг осуществляется автоматически. В устройстве для загрузки предусмотрены съемные направляющие, используемые при мойке фляг разной вместимости.

Машину применяют для мойки новых бутылок. Установленный в машине этикетootборник предназначен для очистки щелочного раствора от упаковочных материалов (стружки, бумаги и т. п.), попадающих в машину вместе с новыми бутылками.

Производительность (номинальная) машин ВФП/3 и ВФП/4 6000 бут./ч.

На предприятиях отрасли достаточно широко используют бутылкомоечные машины зарубежного производства, схемы и отдельные механизмы которых представляют определенный интерес.

Машина Fontana (рис. 7.7), выпускаемая фирмой «Seitz» («SEN») (ФРГ), имеет две водяные и три щелочные ванны.



**Рис. 7.7.** Бутылкомоечная машина Fontana (разрез общего вида):

1 — подающий конвейер; 2 — отводящий конвейер; 3 — устройство для загрузки бутылок; 4 — вытяжной вентилятор; 5, 20, 28 — трубы; 6 — устройство для мойки водопроводной водой; 7 — устройство для мойки теплой водой; 8 — отсек теплой воды; 9 — устройство для мойки горячей водой; 10 — отсек горячей воды; 11, 30 — поддоны; 12, 16, 24 — этикетострижницы; 13, 17, 27 — щелочные ванны; 14, 19, 21 — подогреватели; 15 — труба; 18 — приводной вал; 22 — отражатель; 23 — устройство для мойки щелочью; 25 — воронитель бутылок; 26 — устройство для смыва этикеток; 29, 33 — желоба; 31, 32 — водяные ванны; 34 — устройство для загрузки бутылок; 35 — аккумулялятор бутылок

Каждая из щелочных ванн снабжена этикетотборником. На выходе из этих ванн установлены трубы для смыва этикеток с бутылок и бутылконосителей. В машине осуществляется шприцевание бутылок щелочным раствором, горячей, теплой и водопроводной водой.

В головной части машины предусмотрено устройство для дезинфекции труднодоступных мест машины. Устройство выполнено в виде труб с отверстиями. Дезинфицирующий раствор подают в эти трубы насосом.

В машине вместо форсунок для наружного обмыва бутылок установлены специальные отражатели, а в этикетотборниках использована бесконечная непрерывно движущаяся лента, выполненная из тканей металлической сетки. Удачна конструкция поворотного устройства для выгрузки бутылок и др.

Производительность машины 7–20 тыс. бутылок в час в зависимости от модели.

На рис. 7.8 показана машина S2 фирмы «Baele-Gangloff» (Франция), некоторые конструктивные особенности которой также представляют интерес, например, механизм выгрузки бутылок, устройство для подсвечивания бутылок, конфигурация первой ванны, шприцевальные устройства и др.

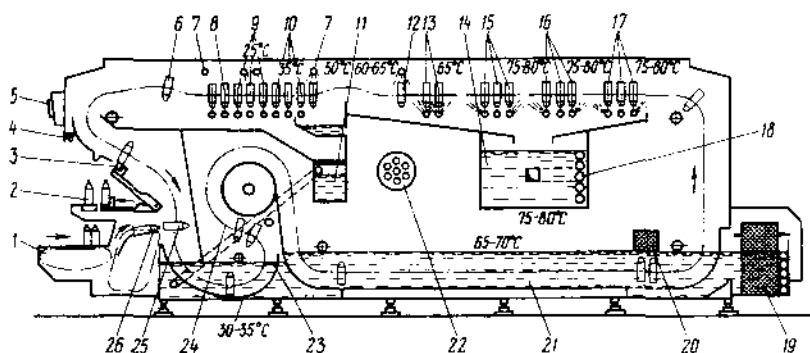


Рис. 7.8. Бутылкомоечная машина S2 (принципиальная схема):

1 - стол загрузки; 2 - отводящий конвейер; 3 - механизм выгрузки; 4 - устройство для подсвечивания бутылок; 5 - щит с приборами контроля процесса; 6 - кассета; 7, 12 - форсунки для обмыва водой и щелочью; 8, 9, 10 - шприцы для обработки водой; 11, 14 - резервуары; 13, 15, 16, 17 - шприцы для обработки щелочью; 18, 22 - подогреватели; 19 - электроотборник; 20 - насос; 21, 23 - ванны; 24 - цепь; 25 - бутылконоситель; 26 - механизм загрузки

Анализируя схемы зарубежных бутылкомоечных машин, следует отметить выпуск машин других типов, например с загрузкой и выгрузкой бутылок с разных сторон или с размещением этих механизмов на разных этажах. Некоторые преимуществ таких схем (лучшее санитарное состояние цехов, более удобная компоновка) не компенсируются низким КПД машин по используемым бутылконосителям, потребностью в обслуживании двумя операторами и т. д.

Относительно мойки бутылок для шампанского следует заметить, что применение для этих целей машин со сложной схемой не всегда рационально, так как в основном используются новые бутылки без стойких загрязнений. Более целесообразно применять малогабаритные машины шприцевального типа: Rinset фирмы «Seitz» (ФРГ), M50 фирмы «Petrier» (Франция) и др. [31].

**Механизмы бутылкомоечных машин.** К основным механизмам бутылкомоечных машин относят механизмы загрузки и выгрузки бутылок, бутылконосители, этикетотборники, шприцевальные устройства, приводные механизмы, подводящие и отводящие конвейеры, аккумуляторы бутылок, фильтры для моющих растворов.

*Механизмы загрузки и выгрузки бутылок бывают цепными, рычажными и кулачковыми.*

В цепных механизмах заталкивание ряда бутылок в носитель или опускание его из носителя на разгрузочную площадку производится устройствами, состоящими из смонтированных на звездочках по краям механизма двух бесконечных втулочно-роликовых цепей с планками между ними для подачи или приема бутылок. Цепи непрерывно движутся, и механизм работает синхронно с перемещением носителя. Это наиболее распространенный тип механизма загрузки, используемый в отечественных машинах (см. рис. 7.1, 7.2, 7.3). Такие механизмы могут быть оснащены дополнительными устройствами, например, для заталкивания бутылок в кассеты и др.

Рычажные механизмы загрузки имеют возвратно-поступательное движение; в современных машинах они встречаются редко. Рычажные механизмы выгрузки бутылок чаще всего выполняются в виде поворотных рамок, осуществляя сразу две функции: прием бутылок и выставление их на конвейер. Ими оснащены машины АММ (см. рис. 7.3), а также первые выпуски машины АМЕ. Сейчас они заменяются на рычажные механизмы с толкателями, аналогичные применяемым в машине S2. Они показаны на рис. 7.9, а (принцип действия ясен из рисунка).

На рис. 7.9, б показана схема кулачкового механизма выгрузки бутылок. Устройство представляет собой систему вращающихся кулачков,

позволяющих бутылкам плавно, без удара и шума, опускаться на разгрузочный стол (площадку) и так же плавно перемещаться на разгрузочный конвейер. Конструктивно эти механизмы могут быть устроены по-разному, в том числе для последовательной загрузки или выгрузки двух бутылок за один оборот кулачка.

Некоторому снижению шума и повышению плавности выгрузки бутылок способствует применение в зарубежных машинах вращающегося валика непосредственно под направляющей в месте выпадения бутылки (рис. 7.9, в), как это сделано в машине BLE-2В (см. поз. 2 на рис. 7.7).

В принципе кулачковые устройства могут применяться и в механизмах загрузки бутылок.

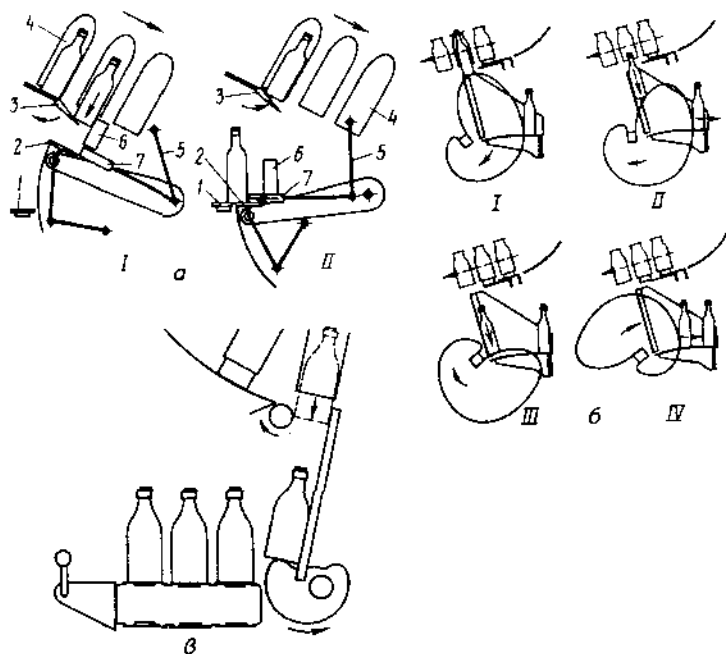


Рис. 7.9. Механизмы выгрузки бутылок:

*а* – рычажного типа для выгрузки бутылок (1 – конвейер; 2 – площадка; 3 – откидная планка; 4 – бутылконоситель; 5 – система рычагов; 6 – направляющая; 7 – ползун); *б* – кулачкового типа для выгрузки бутылок; *в* – кулачкового типа с валиком для выгрузки бутылок; I, II, III, IV – положения механизмов

Эффективность мойки бутылок во многом зависит от конструкции кассет, объединенных в бутылконосители. Конструкция носителей должна обеспечивать минимальный шаг гнезд для бутылок (способствует увеличению производительности машины), быть максимально жесткой и максимально открытой с надежной ориентацией горлышка бутылки (это улучшает мойку и способствует удалению этикеток), иметь небольшую массу кассеты и всего носителя, сохраняя необходимую прочность. Конструкции носителей и кассет весьма разнообразны (рис. 7.10): они могут быть в виде цилиндроконических стаканов (рис. 7.10, а) или иметь в сечении прямоугольную форму (рис. 7.10, б), могут быть выполнены из металла или полностью или частично из полимерных материалов (рис. 7.10, в).

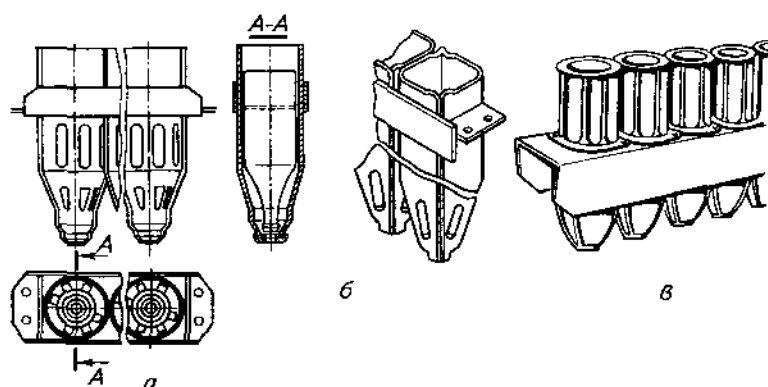


Рис. 7.10. Бутылконосители:

а — цилиндроконической формы; б — прямоугольного сечения; в — сборный

Для удаления этикеток из машины в конце зоны отмочки и сбива этикеток устанавливают этикетотоотборники. Применяются этикетотоотборники с периодической и непрерывной очисткой фильтрующей поверхности. К первым относят различного рода сетки и цилиндрические фильтры, установленные на всасывающих и нагнетательных патрубках насосов, перекачивающих моющую жидкость.

Этикетотоотборники непрерывного действия бывают барабанными и ленточными с пневматическим или механическим удалением этикеток. Их схемы весьма разнообразны (рис. 7.11). Этикетотоотборники, показанные на рис. 7.11, а, д, применены в машинах BLE-2В и др.

Шприцевальные устройства также бывают весьма разнообразными по конструкции: подвижными или неподвижными, с вводом шприца



или без ввода, с центрированием шприцевальных трубок или без него, с обеспечением так называемого «следающего» шприцевания и т. д.

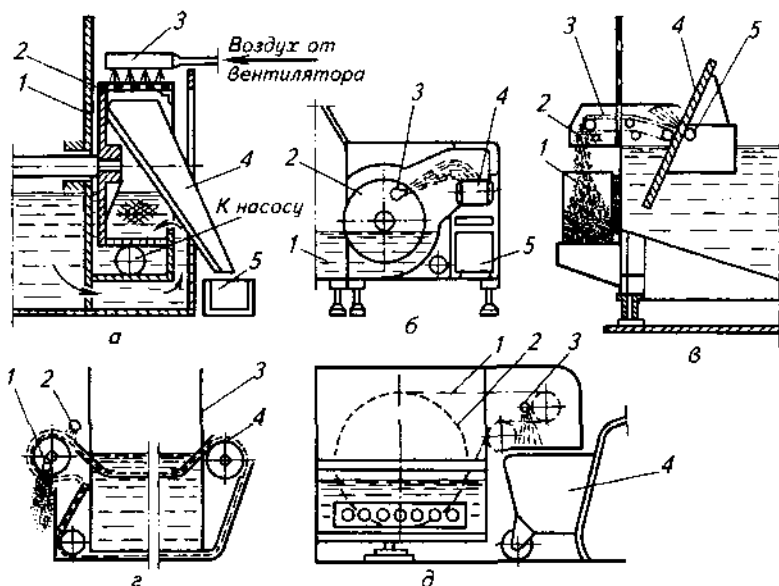
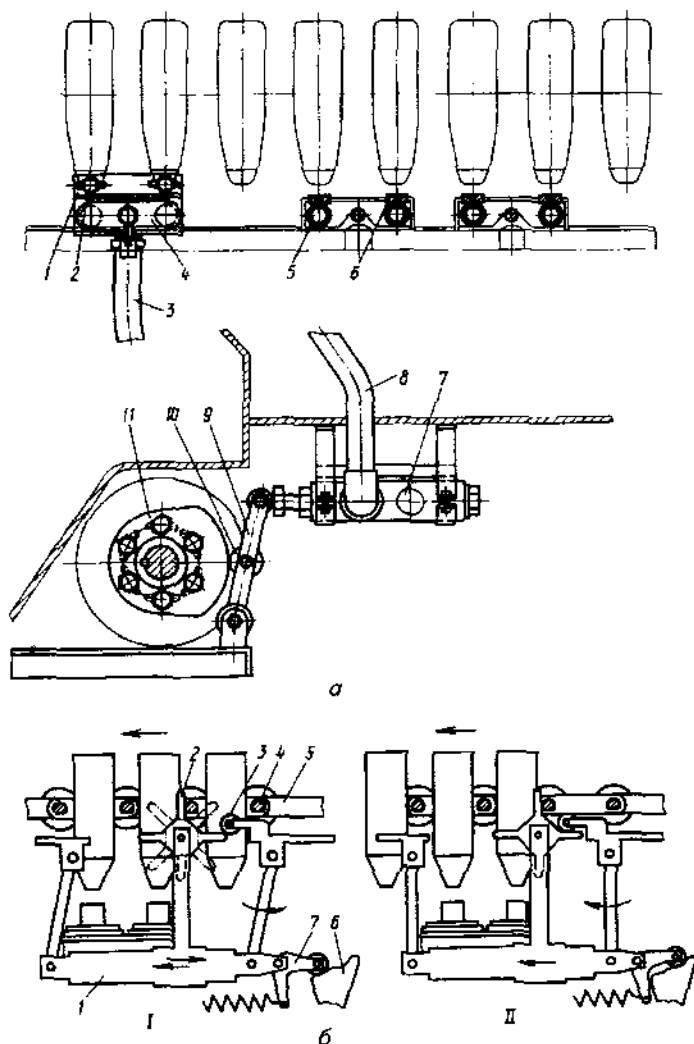


Рис. 7.11. Этикеттоотборники:

а – барабанного типа (1 – корпус; 2 – барабан; 3 – воздухопровод; 4 – лоток; 5 – сборник); б – барабанного типа (1 – ванна; 2 – барабан; 3 – форсунка; 4 – сетчатый конвейер для удаления этикеток; 5 – сборник); в – дискового типа (1 – сборник; 2 – щетка; 3 – конвейер; 4 – диск; 5 – форсунка); г – ленточного типа (1, 2 – форсунки; 3 – ванна; 4 – сетка); д – ленточного типа (1 – конвейер; 2 – барабан; 3 – форсунка; 4 – сборник)

На рис. 7.12, а показано устройство для шприцевания бутылок из неподвижных коллекторов, применяемое в машинах АММ, АМЕ. Каждый коллектор состоит из двух трубок, в которые ввинчены сопла с отверстиями диаметром 3 мм.

Вода к коллектору подается по трубопроводу и шлангу от клапана. Клапан открывается после нажатия кулачка на ролик, укрепленный на рычаге 9 и упирающийся свободным концом в шток клапана. Начало открытия клапана можно регулировать, изменяя положение кулачка, вращающегося в заданном цикле работы машины.



**Рис. 7.12.** Устройство для шприцевания бутылок:

*а* – из неподвижных коллекторов (1 – болт; 2 – рамка; 3 – шланг; 4 – коллектор; 5 – трубка; 6 – сопло; 7 – клапан; 8 – трубопровод, 9 – рычаг; 10 – ролик; 11 – кулачок); *б* – с центрированием шприцевальных трубок (1 – рамка; 2 – центрирующая звездочка; 3 – упорный ролик; 4 – ось; 5 – цепь; 6 – кулачок; 7 – рычаг)

Центрирование коллектора шприцевания относительно кассет с бутылконосителями и демонтаж его производится путем ослабления болтового соединения, крепящего рамку к корпусу машины.

В некоторых бутылкомоечных машинах применяются подвижные устройства шприцевания струей с центрированием шприцевальных трубок-коллекторов относительно кассет. На рис. 7.12, б приведена схема таких устройств (показаны два промежуточных положения *I* и *II*).

Шприцевальная рамка подвешена и имеет ограниченное продольное перемещение, вполне достаточное для того, чтобы, прижимаясь к цепи с бутылконосителями, при помощи упоров перемещаться вместе с ней и обеспечивать точную ориентацию шприцевальных трубок. С помощью центрирующей звездочки во время шприцевания создается механически жесткое соединение между шприцевальной рамкой и цепью.

Положение *I* – это положение центрирующего устройства незадолго до освобождения звездочки. Когда шприцевальная рамка при помощи цепи перемещается дальше, неподвижный упорный ролик *3* освобождает звездочку и шприцевальная рамка от действия кулачка на ролик рычага *7* описывает траекторию в форме параллелограмма и возвращается в исходную позицию. Звездочка захватывается следующей осью цепи и прижимается к упорному ролику. В этот момент шприцевальная рамка снова центрируется под отверстиями в бутылконосителях (положение *II*). Продолжительность центрирования соответствует длительности воздействия струи и должна быть такой, чтобы после шприцевания оставалось достаточно времени для опорожнения бутылок.

Помимо обычного воздействия струи на загрязнения (рис. 7.13, положение *I*) в некоторых машинах используют принцип пульсирующего воздействия (шприцевания) (положение *II*), позволяющего за короткое время ввести в бутылку под большим давлением такое количество моющей жидкости, что возникающий импульс почти достигает величины силы тяжести бутылки.

При этом максимально захватывается не только дно бутылки, но и вся бутылка за очень короткий промежуток времени заполняется большим количеством аэрированной жидкости. Здесь через жидкость проходит сконцентрированная плотная струя и вызывает очень сильную турбулилизацию, благодаря чему происходит эффективный смыв загрязнений со всех внутренних стенок бутылок.

Важнейшим условием процесса пульсирующего шприцевания является очень быстрое нарастание давления, которое должно происходить за доли секунды. Только в этом случае струя жидкости может обеспечить полный эффект очистки внутренней поверхности бутылки.

Быстрое управление потоком жидкости обеспечивается улучшением дросселирующих клапанов [14, 19].

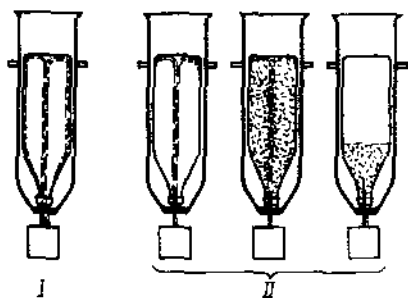


Рис. 7.13. Схемы потокообразования при пульсирующем шприцевании

Шприцевальные устройства, обеспечивающие так называемое «следающее» шприцевание, при котором шприцы перемещаются вместе с бутылками, применены в машине S2.

Как правило, устройства для наружного обмыва бутылок представляют собой систему форсунок, расположенных над шприцевальными трубками, из которых моющий раствор или вода подаются одновременно на бутылки и в шприцы. В ряде зарубежных машин вместо форсунок установлены отражатели, направляющие струю жидкости на дно бутылки (рис. 7.14).

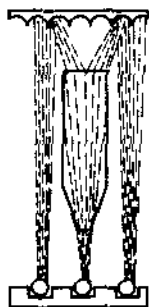


Рис. 7.14. Схема установки отражателей струй жидкости

Конструктивное исполнение приводов бутылкомоечных машин не отличается большим разнообразием. Привод, как правило, осуществляется от электродвигателя через редуктор и ременную передачу. Шкив передачи включает шариковую предохранительную муфту. В машинах средней производительности привод выполняется с вариаторами.

Прерывистое движение цепей с бутылконосителями осуществляется при помощи храповых механизмов, устанавливаемых на валах со звездочками, приводящими в движение эти цепи. Число храповиков может быть от одного до двух в зависимости от нагрузки (в последнем случае, правда, трудно добиться равномерного распределения нагрузки на оба храповика).

Подводящий и отводящий конвейеры могут быть одно- и много-ручьевыми. Они, как правило, представляют собой пластинчатые конвейеры (см. главу 8.1), на которых непосредственно перед входом в машину устанавливаются делительные механизмы в виде звездочек. Делительные механизмы заблокированы с приводом машины.

Подающие конвейеры выполняют с возможностью сборки их для подачи бутылок с правой либо с левой стороны. То же относится и к отводящим конвейерам, позволяющим отводить бутылки вправо или влево.

Аккумуляторы (накопители) бутылок выполняют в виде рольгангов (например, см. рис. 7.2, 7.3) или пластинчатых конвейеров. На них с целью равномерного распределения бутылок и равномерной подачи их к загрузочному механизму устанавливаются разделители в виде пластин, веерообразно расходящихся направляющих и др. Иногда над аккумуляторами устанавливают ворошители, совершающие колебательные движения навстречу бутылкам, движущимся между разделителями.

Крупные винодельческие предприятия оснащены установками для централизованного приготовления моющих растворов, а также их регенерации.

Более подробно эти установки, как и основные механизмы бутылкомоечных машин, описаны в литературе [2, 14, 39].

Вопросы эксплуатации бутылкомоечных машин освещены в литературе [2]. Особое внимание при их эксплуатации следует уделять соблюдению режима процесса мойки и его регулирования, снижению жесткости воды, организации подачи моющих растворов и их регенерации, вопросам снижения боя бутылок, уменьшения шума при работе машины и др.

**Исследования бутылкомоечных машин и направления их совершенствования.** Исследования бутылкомоечных машин проводились в области изучения процесса мойки и его интенсификации [13]. Результаты этих исследований положены в основу и конструкций и расчета современных бутылкомоечных машин.

Для повышения надежности работы бутылкомоечной машины и установленной за ней фасовочной машины большое значение имеет режим работы подводящего и отводящего конвейеров, приводы которых рекомендуется выполнять регулируемые (см. главу 7.10).

Несмотря на достигнутую автоматизацию процесса мойки бутылок, обслуживание машины требует больших затрат ручного труда. Это относится к мойке самой машины, ее дезинфекции, удалению стеклобоя и этикеток, очистке сопел и фильтров и т. п. Механизация этих операций – важное направление совершенствования бутылкомоечных машин.

Следующим направлением можно считать снижение капитальных затрат и эксплуатационных расходов: уменьшение металлоемкости, снижение энергозатрат, расхода воды, теплоты, моющих средств, боя бутылок и др. Первое достигается применением современных материалов, совершенствованием методов, расчета. В этом плане представляет интерес работа Н. М. Астанина в области рациональных методов проектирования бутылкомоечных машин и их отдельных элементов [2].

Снижение энергозатрат на привод механизмов машины (они составляют 20–25% общих затрат энергии) возможно за счет применения непрерывного движения тяговых органов и других механизмов вместо прерывистого. Снижение расхода воды и теплоты достигается применением рациональных схем их повторного использования.

Снижение механического боя бутылок достигается применением более совершенных конструкций рабочих органов машины и полимерных материалов для их изготовления, а термического боя – за счет увеличения количества температурных перепадов и снижения их величины.

В принципе, ряд элементов и механизмов бутылкомоечных машин может быть унифицированным, в частности механизмы загрузки и выгрузки бутылок, бутылконосители, шприцевальные устройства, цепи основного конвейера, насосные установки, система автоматического регулирования температуры моющих растворов и др.

Весьма перспективным следует считать создание модульных (секционных) машин, позволяющих компоновать их в зависимости от конкретных условий производства. На рис. 7.15 показаны варианты, в которых может быть собрана описанная выше машина BLE-2B фирмы «SEN». Аналогичные системы выпускают и другие фирмы «Holstein und Kappert» (ФРГ), «A. Vandergeeten» (Бельгии), «Barry-Wehmiller» (Великобритании) и др. При компоновке машин возможны любые варианты.

Определенный интерес представляет и агрегатирование бутылкомоечных машин с другими, например с машиной для извлечения бутылок из ящиков. В этом случае захватная головка располагается над аккумуляторным столом бутылкомоечной машины. Эта схема позволяет сократить операции по перемещению отдельных бутылок; она рациональна для линий большой производительности.

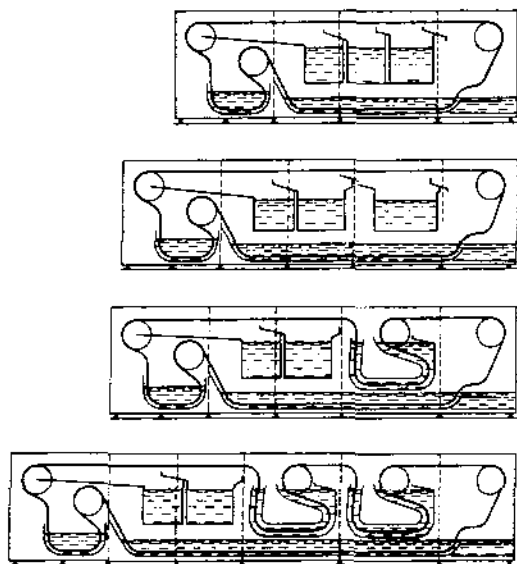


Рис. 7.15. Варианты сборки модулей бутылкомоечной машины

**Расчет бутылкомоечных машин.** Производительность бутылкомоечных машин с циклическим движением рабочего органа, к которым относятся большинство современных машин *отмочно-шприцевального* типа, зависит от длительности кинематического цикла, по истечении которого происходит выгрузка бутылок из очередного носителя, и числа потоков (иначе количества бутылок в носителе  $m$ ).

Если принять за основной цикловой механизм цепь (цикл работы которой совпадает с циклом машины), то кинематический цикл  $T_k$  будет состоять из двух составляющих: движения  $t_{дв}$  и остановки (выстоя)  $t_{ост}$  (с). В данном случае длительность кинематического цикла равна длительности рабочего цикла  $T_k(с)$ . Поэтому производительность машин (бут./с)

$$P = m/T_p = m/(t_{дв} + t_{ост}). \quad (7.21)$$

Продолжительность мойки  $\tau_M(с)$  складывается из времени, затрачиваемого на отмочку и шприцевание,

$$\tau_M = \tau_O + \tau_{ш}. \quad (7.22)$$

Продолжительность отмочки (с)

$$\tau_o = T_k p_o = p_o m / \Pi, \quad (7.23)$$

где  $p_o$  – количество бутылконосителей, одновременно находящихся в мойчей жидкости.

Так как шприцевание в машинах с циклическим движением бутылконосителей производится в момент выстоя рабочих органов, то продолжительность шприцевания (с)

$$\tau_{ш} = t_{шт} p_{ш} = \alpha p_{ш} m / \Pi, \quad (7.24)$$

где  $\alpha$  – часть цикла, затрачиваемого на выстой;  $p_{ш}$  – количество шприцеваний каждой бутылки.

Таким образом,

$$\tau_M = \frac{m}{\Pi} (\alpha p_{ш} + p_o), \quad (7.25)$$

Другим важным показателем в характеристике бутылкомоечной машины является технологический цикл, т. е. полное время, в течение которого бутылки находятся в машине с момента загрузки до момента выгрузки из нее.

Продолжительность технологического цикла (с)

$$T_T = n T_k = n m / \Pi, \quad (7.26)$$

где  $n$  – количество носителей, загруженных бутылками.

Теоретическое количество бутылок, одновременно находящихся в машине,

$$M = \Pi T_T. \quad (7.27)$$

Эффективность бутылкомоечной машины характеризуется коэффициентом полезного действия

$$\eta = \tau_M / T_T, \quad (7.28)$$

или, что то же, коэффициентом использования по носителям

$$\eta = n_1 / n_2, \quad (7.29)$$

где  $n_1$  – количество носителей бутылок, находящихся в отмочных ваннах и под шприцеванием при установившемся режиме работы машины;  $n_2$  – общее количество носителей с бутылками в машине.

Оба отношения показывают, какая часть общего времени пребывания бутылок в машине используется для мойки.

Коэффициент использования самих носителей бутылок

$$\eta_{и} = n / B, \quad (7.30)$$

где  $B$  – общее количество носителей в бутылкомоечной машине.



Тепловой расчет бутылкомоечных машин чаще всего проводят методом замкнутого контура. Он заключается в составлении внешнего теплового баланса, т. е. определении потоков теплоты, вводимых и выводимых из контура машины при стационарной работе в течение 1 с. Сложные теплообменные процессы, происходящие внутри самой машины, в расчет не принимают.

Составление баланса затрудняется также и тем, что в бутылкомоечных машинах воду с целью экономии используют рационально (после шприцевания направляют в ванны и т. д.).

При составлении баланса учитывают следующее.

В машину вносится теплота поступающих бутылок  $Q_1$ , а также теплота, вносимая водопроводной водой  $Q_2$  и паром  $Q_3$ . Из машины теплота уносится с вымытыми бутылками  $Q_4$  и водой, удаляемой в канализацию,  $Q_5$ , а также теплота, уходящая с конденсатом,  $Q_6$ , если последний не используется в машине.

Для дальнейшего изложения примем следующие обозначения:

$P$  – производительность машины, бут/с;  $m_B$  – масса одной бутылки, кг;  $c_B$  – удельная теплоемкость стекла, Дж/(кг·К);  $c_B=670$  Дж/(кг·К);  $t_{НАЧ}$  – начальная температура бутылок, К;  $t_{КОН}$  – конечная температура бутылок, К;  $W$  – расход свежей холодной воды, кг/с;  $c_B$  – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К);  $c_B=4186,8$  Дж/(кг·К);  $t_{ХВ}$  – температура холодной воды, К;  $D$  – расход пара, кг/с;  $i$  – удельная энтальпия пара, Дж/кг;  $t_{КАН}$  – температура воды, удаляемой в канализацию, К;  $t_K$  – температура конденсата, К (теплоемкость конденсата можно принять равной теплоемкости воды).

Тогда (Вт):

$$Q_1 = P m_B c_B t_{НАЧ} \quad (7.31)$$

$$Q_2 = W c_B t_{ХВ} \quad (7.32)$$

$$Q_3 = D i \quad (7.33)$$

$$Q_4 = P m_B c_B t_{КОН} \quad (7.34)$$

$$Q_5 = W c_B t_{КАН} \quad (7.35)$$

$$Q_6 = D c_B t_K \quad (7.36)$$

Строго говоря, в качестве статьи расхода теплоты надо учесть потери ее в окружающую среду, однако на практике принимают 10–15% количества теплоты, необходимой для мойки бутылок.

Тепловой баланс машины (без учета потерь теплоты) можно представить следующим образом:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_6, \quad (7.37)$$

а после перегруппировки

$$Q_3 - Q_6 = Q_4 - Q_1 + Q_5 - Q_2. \quad (7.38)$$

После подстановки соответствующих значений из формул (7.31)–(7.36) формула (7.37) примет вид

$$D_i - D_{св} t_k = \Pi m_b c_b t_{\text{кон}} - \Pi m_b c_b t_{\text{нач}} + W c_b t_{\text{кон}} - W c_b t_{\text{х.в.}}, \quad (7.39)$$

откуда

$$D = \frac{\Pi m_b c_b (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}) + W c_b (t_{\text{кон}} - t_{\text{х.в.}})}{i - c_k t_k}, \quad (7.40)$$

а с учетом фактически принимаемых потерь

$$D_{\text{факт}} = 1,15D. \quad (7.41)$$

В соответствии с другой методикой расчета общее количество теплоты, необходимое для работы машины,

$$Q = 1,15 W c_b (t_{\text{кон}} - t_{\text{х.в.}}). \quad (7.42)$$

По значению  $Q$  определяют расход теплоносителя. По уравнениям теплопередачи (см. главу 6) находят необходимые площади поверхности нагрева в ваннах и размеры нагревательных элементов. С этой целью для каждой ванны составляют тепловой баланс при установившемся режиме:

$$Q_b^i = Q_b^j + Q_m^j + Q_p^j + Q_n^j = D_b^j (i - t_k c_k), \quad (7.43)$$

где  $Q_b^i$  – количество теплоты, необходимое для поддержания заданного температурного режима в ванне и получаемое от нагревательного элемента, Вт;  $Q_b^j$  – расход теплоты на нагрев бутылок, Вт;  $Q_m^j$  – расход теплоты на нагрев металла цепи носителей бутылок, Вт;  $Q_p^j$  – расход теплоты на нагрев моющего раствора в ванне, Вт;  $Q_n^j$  – потери теплоты через стенки ванны в окружающую среду, Вт.

Расходы теплоты  $Q_b^j$ ,  $Q_m^j$  и  $Q_p^j$  определяют по общепринятой методике, потери также принимают равными 10–15%.

Расход водопроводной воды при работе бутылкомоечных машин складывается из расхода раствора на первоначальную загрузку ванн и фильтров и расхода на окончательное ополаскивание и ополаскивание вымытых бутылок.

Действительное количество жидкости  $M$  (м<sup>3</sup>/с), поступающей в бутылку через одно сопло, определяют по известной из гидравлики формуле

$$M = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2 \frac{\Delta p}{\rho}}, \quad (7.44)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода (ориентировочно 0,65);  $d$  – диаметр сопла, м;  $\Delta p$  – давление жидкости в шприцевой трубке, Па,  $\Delta p = (2 \dots 3) 10^5$  Па;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

Общее количество жидкости, поступающей в бутылку, зависит от числа отверстий и сопел  $n$ , что учитывают подстановкой для его определения в формулу (7.44) множителя  $n$ . Кроме того, надо учесть длительность шприцевания.

Расход воды при работе бутылкомоечной машины зависит от вместимости бутылок. Удельный расход холодной воды ориентировочно принимают несколько меньшим, чем вместимость бутылки.

Энергия в бутылкомоечных машинах расходуется в основном на подачу жидкостей к шприцам, т. е. на работу насосов (см. главу 8) и непосредственно на привод механизмов машины. Общая мощность (кВт), необходимая для привода бутылкомоечной машины,

$$N_{\text{общ}} = \frac{N_{\text{ц}}}{\eta_1 \eta_2 \dots \eta_n} + N_{\text{ак}}, \quad (7.45)$$

где  $N_{\text{ц}}$  – мощность, необходимая для привода двухцепного конвейера с бутылконосителями, кВт;  $N_{\text{ак}}$  – мощность, необходимая для привода аккумулятора загрузки, кВт;  $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$  – КПД передачи;

$$N_{\text{ц}} = \frac{2W_{\text{полн}}v}{1000\eta}, \quad (7.46)$$

где  $W_{\text{полн}}$  – полное тяговое усилие, Н;  $v$  – скорость цепи, м/с;  $\eta$  – КПД промежуточных передач от электродвигателя до ведущей звездочки цепного конвейера с бутылконосителями.

Полное тяговое усилие определяют методом расчета «по контуру» аналогично расчету цепного конвейера. Для одной цепи

$$W = (S_{\text{наб}} - S_{\text{сб}})H + W_{\text{пр}}, \quad (7.47)$$

где  $S_{\text{наб}}$  и  $S_{\text{сб}}$  – соответственно наибольшее (в набегающей) и наименьшее (в сбегаяющей) натяжения в ветвях цепи, Н;  $W_{\text{пр}}$  – сопротивление при огибании приводной звездочки, Н;

$$S_{\text{сб}} = q_{\text{ср}} + (300 \dots 500)H, \quad (7.48)$$

где  $q_{\text{ср}}$  – средняя нагрузка на 1 м длины конвейера, Н;

$$q_{\text{ср}} = \frac{q_0 + q_{\text{гр}}}{2}, \quad (7.49)$$

здесь  $q_n$  и  $q_{np}$  - соответственно сила тяжести ненагруженной и нагруженной частей конвейера длиной в 1 м, Н;

$$q_0 = q_{II} + \frac{m_b g b}{2a}; \quad (7.50)$$

$$q_{np} = q_0 + \frac{p g b}{2a}. \quad (7.51)$$

где  $q_{II}$  - сила тяжести участка цепи длиной 1 м, Н;  $m_b$  - масса бутылки, кг;  $a$  - шаг между кассетами, м;  $g$  - ускорение свободного падения,  $m/s^2$ ;  $p$  - масса жидкости в бутылке, кг;  $b$  - число бутылок в носителе.

#### Наибольшее натяжение в ветвях цепи (Н)

$$S_{нат} = S_{полн} + W_{II}, \quad (7.51)$$

где  $S_{полн}$  - полное натяжение тягового органа на производной звездочке (рассчитывается путем последовательного определения натяжений во всех точках контура), Н;  $W_{II}$  - сопротивление движению цепи от сил инерции, Н;

$$W_{II} = \frac{q_{cp} L_{II}}{g} n_0^2 t, \quad (7.53)$$

где  $L_{II}$  - общая длина цепи, м;  $n_0$  - частота вращения ведущей звездочки,  $s^{-1}$ ;  $t$  - шаг цепи, м;

$$n_0 = v / (z t), \quad (7.54)$$

где  $v$  - скорость цепи, м/с [ $v = a t_{цик} / t_{цв}$  - часть кинематического цикла, необходимого для перемещения цепи. см. формулу (7.21)];  $z$  - число зубьев звездочки.

#### Сопротивление при огибании приводной звездочки (Н)

$$W_{пр} = (S_{нат} - S_{св}) K_f \left( \mu \frac{d}{D} \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_1 \frac{\delta}{D} \right), \quad (7.53)$$

где  $K_f$  - коэффициент, учитывающий количество звеньев, которые одновременно охватывают звездочку (при числе звеньев, равном или больше 7,  $K_f = 2,1$ );  $\mu$  и  $\mu_1$  - соответственно коэффициенты трения в цапфах валов и шарнирах цепи ( $\mu = 0,1 \dots 0,25$  и  $\mu_1 = 0,2 \dots 0,4$ );  $d$  и  $D$  - соответственно диаметры вала звездочки и звездочки, м;  $\alpha$  - угол охвата звездочки цепью, град.

Необходимо иметь в виду, что, поскольку конвейер в периоды между остановками движется неравномерно, для ориентировочных расчетов в формулу (7.46) можно подставить значение средней скорости, увеличенное на 20–25%.

Мощность  $N_{II}$  зависит от производительности машины и равна, как правило, 0,6–4,0 кВт.

Мощность, необходимая для привода аккумулятора загрузки,

$$N_{AK} = \frac{M_{TP} n z}{1000 \eta}, \quad (7.56)$$

где  $M_{TP}$  – момент трения в подшипниках качения, Н·м;  $n$  – частота вращения валikov аккумулятора, с<sup>-1</sup>;  $z$  – количество валиков, шт.;  $\eta$  – КПД передачи ( $\eta=0,8$ );

$$M_{TP} = P_{TP} \frac{d_B}{2}, \quad (7.57)$$

здесь  $P_{TP}=Nf$  – сила трения в подшипниках, Н;  $d_B$  – диаметр валика, м;  $N$  – сила давления на опоры, Н;  $f=0,1$  – коэффициент трения подшипников скольжения;  $m_B$  – масса одной бутылки, кг;  $Z_1$  – количество бутылок, приходящееся на один валик.

Составляющая  $N_{AK}$  сравнительно невелика.

В практике эксплуатации бутылкомоечных машин приходится определять количество концентрированного моющего раствора  $P$  (м<sup>3</sup>), которое надо добавлять в машину из-за уменьшения концентрации рабочего раствора

$$P = \frac{a-b}{c-b} V, \quad (7.58)$$

где  $a$  – необходимая концентрация раствора, %;  $b$  – концентрация разбавленного раствора, %;  $c$  – концентрация свежего более концентрированного раствора, %;  $V$  – вместимость ванны, м<sup>3</sup>.

Концентрация добавляемого раствора (при известном количестве его)

$$c = \frac{V(a-b)+b}{P}. \quad (7.59)$$

### 7.2.3. Ополаскивающие машины

Ополаскивающие и другие машины, предназначенные для внутренней и наружной обработки новых бутылок, могут быть классифицированы по числу ступеней обработки (одноступенчатые, двухступенчатые и т. д.), принципу обработки (с продувкой сжатым и стерильным воздухом или стерилизирующим газом, паром; ополаскиванием холодной или горячей водой, фасуемой продукцией – с последующим возвратом ее после фильтрования; последовательной обработкой моющим раствором и водой, водой и диоксидом серы, водой и озонированием, моющим раствором, горячей водой и паром и т. д. в различных сочетаниях), по числу ополаскивающих и продувочных устройств (с 10, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 44, 60, 80, 100 и 120 устройствами), по степени механизации процесса, производительности и др.

Ополаскивающие машины выпускаются в различном исполнении (рис. 7.16): *а* – индивидуальные; *б* – в блоке с фасовочной и укупорочной машинами; *в* – в виде моноблока, включающего перечисленные машины.

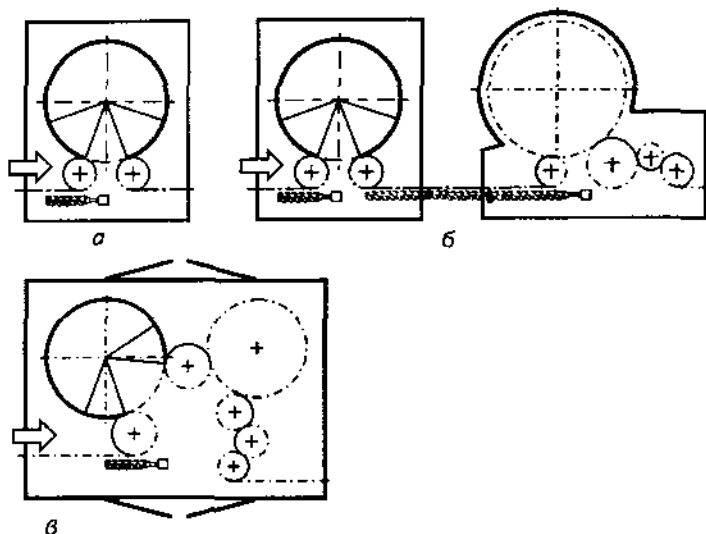


Рис. 7.16. Компонвочные решения ополаскивающих машин

Примером индивидуальной ополаскивающей машины карусельного типа может служить машина ЛПМ-1.

Ополаскиватель ЛПМ-1 (рис. 7.17, *а*) состоит из станины 1 с приводом, транспортера 8, нижней 5 и верхней 3 каруселей с 16 носителями (зажимными устройствами), шнека 6, загрузочной 10 и разгрузочной 9 звездочек, направляющих поворотного устройства 7, трубопровода 4 для подачи ополаскивающих жидкостей, пульта управления 2.

Машина работает следующим образом. Бутылки по транспортеру поступают к шнеку-делителю 6, расставляются с постоянным шагом и загрузочной звездочкой 10 подводятся к захватывающему зажиму, который надежно и быстро фиксирует бутылку за горлышко. При дальнейшем вращении карусели происходит переворачивание бутылки на  $180^\circ$  при помощи захвата, скользящего по криволинейной направляющей 7. Далее следует промывка (продувка сжатым воздухом или стерилизация моющим раствором, ополаскивание водопроводной водой, стекание жидкости) (см. циклограмму работы машины на рис. 7.17, *б*).

После окончания фазы очистки, бутылки снова переворачиваются на  $180^\circ$  и при помощи разгрузочной звездочки выводятся на транспортную линию 8 и направляются к фасовочно-укупорочной машине.

Исполнение машины с 24 носителями (зажимами) обеспечивает производительность от 2 до 10 тыс. бут./ч.

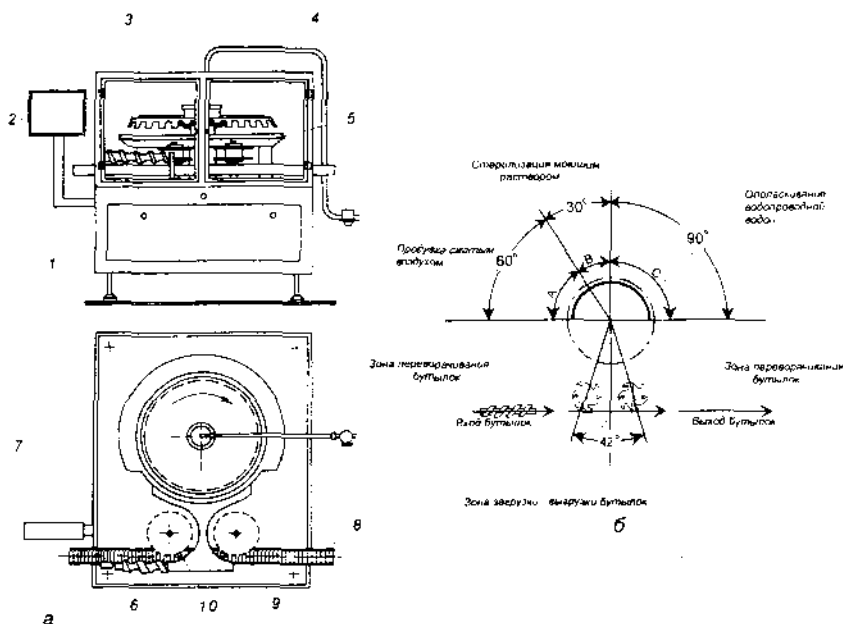


Рис. 7.17. Ополаскиватель ЛПМ-1:

*а* – общий вид; *б* – циклограмма

Оригинальным ополаскивателем линейного типа является машина Steril фирмы «Simonazzi» (Италия) (рис. 7.18). Машина состоит из подающего 1 и отводящего 3 транспортеров. Конструкция пластинчатых цепей позволяет сделать трассы обоих конвейеров непрямыми (см. рисунок); над конвейерами располагается особый цепной конвейер 6, приводимый в движение ведущей звездочкой 4 (звездочка 7 – ведомая). Одна часть конвейера 6 расположена над транспортером 1, другая – над транспортером 3. Каждый элемент цепного конвейера 6 представляет собой захватное устройство, удерживающее бутылку. Движущийся конвейер 6 обеспечивает захват бутылки с транспортера 1, огибание звез-

дочек 4, 7 и опускание бутылок над транспортером 3 (захватное устройство в этот момент освобождает бутылку).

При огибании звездочек 4 и 7 в удерживаемую захватным устройством бутылку вводятся шприцы, через которые сначала (при огибании звездочки 4) подается ополаскивающая жидкость (доза до  $100 \text{ см}^3$ ) а затем (при огибании звездочки 7) газ для продувки ( $\text{N}_2$  или  $\text{CO}_2$ ). Бутылка, таким образом, проходит последовательно зоны шприцевания I, слива ополаскивающей жидкости II и продувки III.

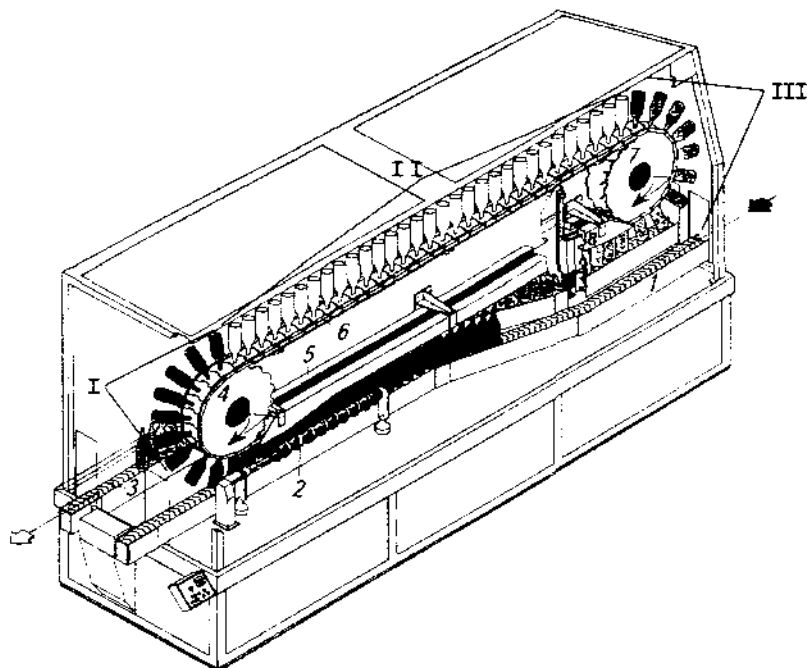


Рис. 7.18. Ополаскиватель Steril

На участке между звездочками 4 и 7 ополаскивающая жидкость сливается в специальную емкость (зона II).

На нижнем участке элементы цепи 6 проходят по направляющим 5 специального профиля.

Расстановка бутылок на транспортере 3 с определенным шагом (и совпадение с захватными устройствами) обеспечивается шнеком-делителем 2.



Машина Steril может быть использована в качестве ополаскивателя и в качестве стерилизатора. Производительность машины, в зависимости от ее типоразмера, колеблется в пределах 5–30 тыс. бут./ч.

Из отечественных линейный ополаскивающих машин можно назвать ВБО производительностью 1500–6000 бут./ч.

Ополаскивающие машины других конструкций описаны в литературе [16].

## **7.3. Фасовочные машины**

### **7.3.1. Общие сведения**

Для фасования вин используются машины, принципы действия которых основаны на разных способах наполнения бутылок. В зависимости от заданных технико-технологических условий проведения процесса фасовочные машины можно разделить на три группы: барометрические, сверхбарометрические и вакуумные.

В первом случае истечение вина из фасовочного устройства или расходного резервуара происходит только в поле действия сил тяжести (самотеком) при нормальном давлении. При таких условиях фасуют тихие вина, не содержащие легколетучих компонентов. С учетом того, что давление в расходном резервуаре и в бутылке одинаковое и равно атмосферному, такое фасование иногда называют изобарометрическим.

Фасование под вакуумом допускает использование двух вариантов: если разрежение (вакуум) создается только в таре, то истечение продукта происходит под действием разности давлений в расходном резервуаре (атмосферное) и в таре (разрежение); если разрежение создается и в таре, и в расходном резервуаре, то истечение происходит в поле действия сил тяжести (самотеком). В последнем случае по аналогии с вышеприведенным вариантом фасование называют изовакуумным.

Сверхбарометрическое фасование также характеризуется истечением жидкости из фасовочного устройства или расходного резервуара в поле действия сил тяжести, но при избыточном давлении в фасовочном устройстве или расходном резервуаре и в наполняемой таре. Так фасуют вина, насыщенные диоксидом углерода. Фасование при таких условиях иногда называют также изосверхбарометрическим.

Независимо от условий фасования бутылки можно наполнять по объему или по уровню. Тихие вина фасуют в основном по объему, игристые – только по уровню. При фасовании по объему применяют специальные дозирующие устройства – мерники определенного объема.

Предельные отклонения (в миллилитрах) от номинальной вместимости при фасовании по объему, а также расстояние (в миллиметрах) от верхней плоскости торца венчика горла бутылки до уровня вина при температуре  $20 \pm 0,5^\circ \text{C}$  должны соответствовать приведенным в табл. 7.3. Кроме того, при фасовании по уровню предельные отклонения для отдельной бутылки не должны превышать допускаемых отклонений от полной вместимости по стандарту или другой нормативно-технической документации на бутылки.

Таблица 7.3. Допускаемые отклонения при фасовании вин и коньяков

Вместимость бутылки, мм	Допускаемые отклонения при фасовании			
	тихих вин		коньяка	
	по объему, мл	по уровню, мм	по объему, мл	по уровню, мм
1750	—	—	—	—
1000	—	—	—	—
800	$\pm 6,0$	$80 \pm 5$	—	—
750	$\pm 5,0$	$49 \pm 5$	$\pm 5,0$	$49 \pm 5$
700	$\pm 5,0$	$70 \pm 5$	$\pm 5,0$	$71 \pm 5$
500	$\pm 4,0$	$60 \pm 5$	$\pm 4,0$	$94 \pm 5; 74 \pm 5^*$
400	—	—	—	—
380	—	—	$\pm 3,0$	$34 \pm 4^{**}$
250	—	—	$\pm 3,0$	$64 \pm 4; 33 \pm 4^{**}$
200	$\pm 2,0$	$50 \pm 4$	—	—
100	$\pm 1,5$	$50 \pm 3$	$\pm 1,5$	$50 \pm 3$
50	$\pm 1,0$	$39 \pm 3$	$\pm 1,0$	$39 \pm 3$

\* Для бутылок из бесцветного и темно-зеленого стекла

\*\* Для бутылок типа «фляга»

Фасование шампанского осуществляется только по уровню, при этом расстояние от верхнего края венчика горла бутылки до уровня вина должно составлять 6–9 см для экспортной продукции и  $8 \pm 1$  см – для внутреннего рынка.

При проверке на предприятии-изготовителе полноты налива вина при фасовании по объему или уровню среднее отклонение для 25 бутылок от номинальной вместимости при температуре  $20 \pm 0,5^\circ \text{C}$  не должно превышать определенных значений – меньших, чем для одной бутылки.

В основу классификационной схемы фасовочных машин может быть положено приведенное выше деление по принципам и условиям фасования пищевых жидкостей.

Машины могут быть предназначены для фасования по объему, по уровню и одновременно по объему и уровню. В первом случае фасовочное устройство оснащено мерным стаканом. Устройства для фасования по уровню состоят из одной, двух или трех камер; они могут быть выполнены и в виде сифона. В однокамерных устройствах давление в наджидкостном пространстве в расходном резервуаре и в бутылке перед фасованием одинаково, в двух- и трехкамерных имеет место перепад давлений.

По технологическим условиям процесса устройства с мерным стаканом или сифонные обеспечивают барометрическое фасование или фасование с низким вакуумом, однокамерные устройства могут, кроме того, применяться для сверхбарометрического фасования. Двух- и трехкамерные устройства предназначены для вакуумного (с низким или высоким вакуумом) или сверхбарометрического фасования.

Тип фасовочного устройства принципиально определяет его конструкцию, гидравлическую схему наполнения бутылки, вид запорного устройства и др. [8].

Запорные устройства могут быть выполнены в виде пробки (крана), клапана или золотника. Они срабатывают либо под воздействием самой бутылки при подъеме ее к фасовочному устройству (или опускании фасовочного устройства на бутылку), либо при помощи специальных приспособлений, действующих от неподвижных упоров, расположенных по ходу вращения карусели.

Наполнение бутылок с точки зрения гидравлики (анализ схем проведен В. Г. Студилиным [34]) можно осуществить по-разному: равномерной пленкой-шатром, симметрично направленной струей, односторонней или прямой струей, равномерной струей-зонтиком, утопленной струей (в последнем случае истечение происходит из удлиненной трубки, доходящей почти до дна бутылки; иногда такой способ фасования называют фасованием «под уровень»). Эти варианты иллюстрируются схемами, показанными на рис. 7.19.

Наполнение бутылок равномерной пленкой-шатром обеспечивает работу фасовочных машин с наиболее выгодными характеристиками: наибольшим расходом жидкости (т. е. наибольшей производительностью) при наименьшей ее турбулизации и скорости потока.

Схема наполнения бутылок «под уровень» (см. рис. 7.19, д), хотя и не дает выигрыша по производительности (ибо достигаемое при этом уменьшение времени налива жидкости сопровождается дополнительной затратой его на опускание трубки в бутылку), имеет некоторые техноло-

гические преимущества. Так, контактная поверхность – поверхность бутылки, соприкасающаяся с вином в процессе фасования – при этом минимальна и не меняется. Отсюда – стабильность качества фасования и минимальный контакт с кислородом воздуха. Например, общая контактная поверхность при фасовании вина в бутылку вместимостью 0,8 л шатром или зонтиком – 513 см<sup>2</sup> (при фасовании она уменьшается), а при наличии трубки и фасовании «под уровень» она составляет всего 45 см<sup>2</sup> и практически постоянна.

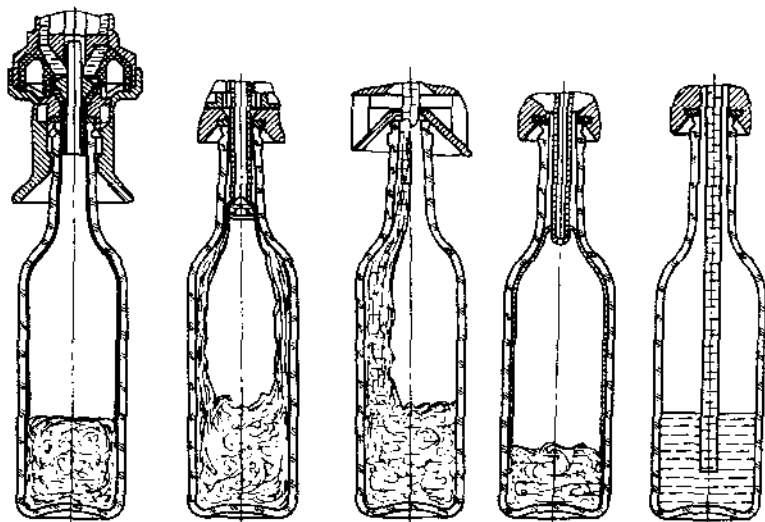


Рис. 7.19. Схемы наполнения бутылок:

*а – равномерной пленкой (шатер); б – симметрично направленной струей; в – односторонней (или прямой) струей; г – равномерной струей (зонтик); д – утолненной струей*

Фасовочные машины различают также по способу регулирования уровня жидкости в резервуаре (с поплавковыми, золотниковыми, пневматическими или электрическими устройствами), по способу взаимодействия фасовочного устройства и бутылки (как упоминалось, с подъемом бутылки под фасовочное устройство или опусканием последнего на бутылку).

С конструктивной точки зрения видов фасовочных машин (принципиальных схем) сравнительно немного. Современные фасовочные

машины являются в основном устройствами карусельного типа и состоят из следующих частей: неподвижной станины с расположенными на ней механизмами машины; вращающегося расходного резервуара для приема жидкости с фасовочными устройствами и поплавковой системой, поддерживающей при фасовании постоянный уровень продукта в нем; механизмов загрузки и выгрузки бутылок, обеспечивающих равномерную и синхронную подачу последних под фасовочные устройства и удаление их после наполнения; вращающейся карусели с подъемными столиками. Карусель находится на общем валу с расходным резервуаром, подъемные столики расположены на одной оси с фасовочными устройствами и служат для подъема и опускания бутылок при фасовании (в машинах с перемещающимися фасовочными устройствами подъемные столики отсутствуют). Кроме того, машины имеют привод и механизмы для передачи движения всем элементам машины.

Модуль всех карусельных фасовочных машин (отношение диаметра карусели к числу фасовочных устройств) равен 35 мм. Число фасовочных устройств в машинах принимают 16, 18, 20, 24 и далее с интервалом 4.

Фасовочные машины малой производительности (в основном до 1000 бут./ч) могут быть линейными многопозиционными (при наличии нескольких фасовочных устройств) или однопозиционными. Бутылки под фасовочные устройства в этих машинах устанавливаются вручную, снимают также вручную.

Карусельные машины, как правило, автоматического действия, а линейные и однопозиционные неавтоматического.

В настоящее время, однако, разработаны и распространены линейные машины более высокой производительности с механизированной подачей и отводом бутылок.

В развитии конструкций фасовочных машин можно выделить тенденцию создания фасовочно-укупорочных агрегатов (моноблоков и синхроблоков).

На рис. 7.20 показаны варианты компоновочных решений карусельной фасовочной машины (а), фасовочно-укупорочного моноблока (б) и фасовочно-укупорочного синхроблока (в). Последний отличается от моноблока тем, что у фасовочной и укупорочной машин не единый привод, а два отдельных привода, работа которых синхронизирована.

Кроме того, компоновочное решение синхроблока позволяет иметь небольшой соединяющий транспортер, выполняющий функции накопителя, способствующего некоторой стабилизации работы машин, входящих в линию упаковывания.

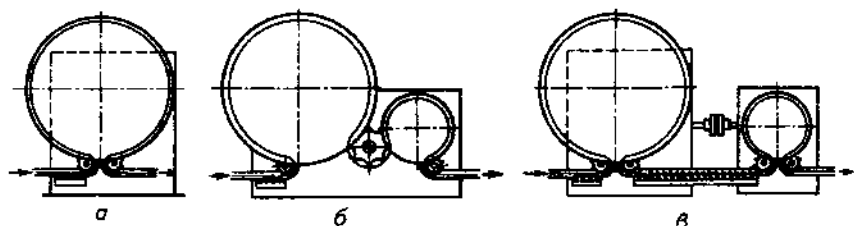


Рис. 7.20. Компонентные решения фасовочных машин

Основные технические требования, предъявляемые к фасовочным машинам, сводятся к следующим:

1. Бесступенчатое регулирование скорости привода машин, особенно большой производительности.
2. Изготовление деталей фасовочных машин, соприкасающихся с продукцией, из материалов, не оказывающих влияния на качество продукта и стойких к воздействию средств, применяемых для мойки и дезинфекции машины.
3. Покрытие наружных поверхностей машин. Допускаются поверхности из коррозионноустойчивых материалов без лакокрасочных покрытий.
4. Обеспечение плотности соединений магистрали сжатого воздуха в машинах, в которых он используется. Коммуникации при этом рассчитывают на давление 0,6–0,8 МПа.
5. Снабжение резервуаров машин, наполняющих бутылки вином или другими напитками под давлением, предохранительным регулятором уровня.
6. Исключение возможности попадания смазочных материалов в продукцию.

Кроме того, в фасовочных машинах должно быть предусмотрено следующее:

- фасование продукта производится только при наличии бутылки под фасовочным устройством;
- привод машины отключается при переполнении отводящего участка конвейера или при заклинивании бутылки на выходе ее из машины;
- предотвращение поступления упавших бутылок в загрузочную звездочку.

Как правило, фасовочные машины настраивают на один тип бутылок, а установленный ресурс их работы до капитального ремонта должен составлять не менее 6000 ч.

### 7.3.2. Фасовочные машины

**Барометрические и вакуумные фасовочные машины.** Наиболее известны машины следующих марок: ВАР-3 и ВАР-6 (устаревшие конструкции), ВРА-6А и ее модернизированный вариант ВР-2А-6, ВРЦ и ее модернизированный вариант ВР-2Ц, выпускаемый для фасования вин в горячем состоянии по уровню под вакуумом, ВРМ-6 и ВР2М-6 и выпускаемая на их базе ВРЕ-6, а также ВРА (не путать с ВРА-6А и ВР-2А-6) и др. Для фасования вина в сувенирную тару разработаны машины ВФП/1, ВФП/2. Применяются для этих целей и зарубежные машины фирм «Girondine» (Франция), «Prot» (Италия) и др. Все эти машины автоматического действия карусельного типа, в основном фасующие вино по объему (кроме машины ВРЦ и ВР-2Ц), номинальной производительностью 6000 бут./ч [8, 10, 16, 17]. Общее устройство и принцип действия карусельных машины описаны в 7.3.1. Аналогичные машины для линий производительностью 3000 бут./ч выпускаются под марками ВР3Ц и ВР4Ц, а также ГРВ (полуавтомат).

Ниже приводится описание основных наиболее распространенных из перечисленных фасовочных машин.

На рис. 7.21, а показан общий вид машины ВРА-6А. Она оснащена 28-ю фасовочными устройствами клапанного типа с шатровым методом наполнения бутылок по объему. Постоянный уровень жидкости в резервуаре поддерживается поплавком.

Наполнение мерного стакана фасовочного устройства происходит при открывании наполнительного клапана с помощью неподвижного верхнего копира в передней части машины.

Пустые бутылки подводятся к фасовочной машине пластинчатым конвейером и загрузочной звездочкой 4 подаются на подъемные столики. Перед загрузочной звездочкой устанавливается дистанционный механизм (отсекатель) в виде звездочки. Возможна установка дистанционного механизма шнекового типа, как на рис. 7.21, б. Подъемные столики поднимают бутылки к фасовочным устройствам 1. Бутылки при этом центрируются колокольчиками. По окончании фасования столик опускается по копиру. Бутылки снимаются со столика при помощи разгрузочной звездочки 5 и выносятся на конвейер.

На выходе установлена блокировка, отключающая привод при падении бутылки или перегрузке укупорочной машины.

Кинематическая схема этой машины показана на рис. 7.21, в.

На рис. 7.21, г показано фасовочное устройство машины ВРА-6А. Вытеснитель 7, расположенный в мерном стакане, регулирует объем дозы. Прижатие седла 14 к клапану регулируется вращением трубки 6 и

устанавливается фиксатором 8. Вино поступает из резервуара в мерный стакан 9 фасовочного устройства через кольцевой коллектор (на рисунке не показан) после открывания неподвижным копиром наполнительного клапана 12, контактирующего с роликом 13.

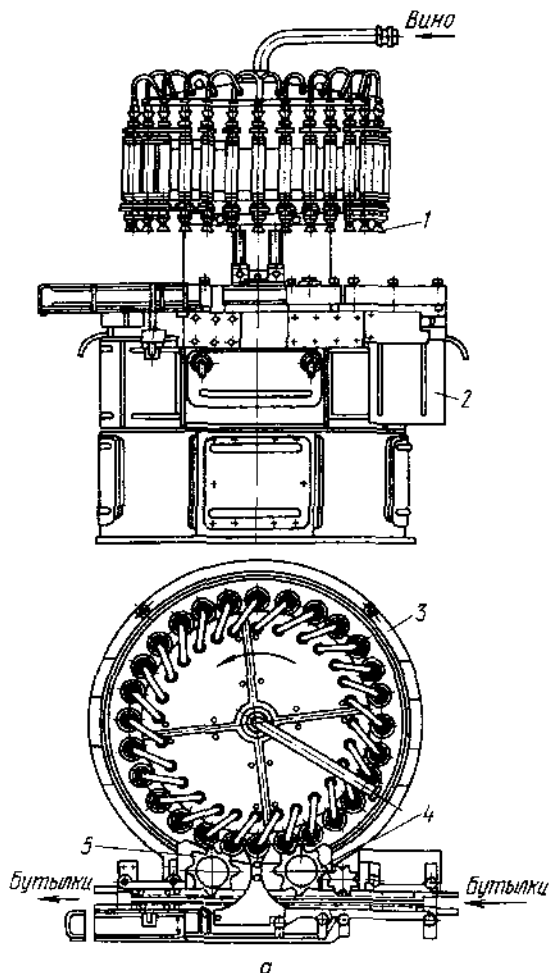
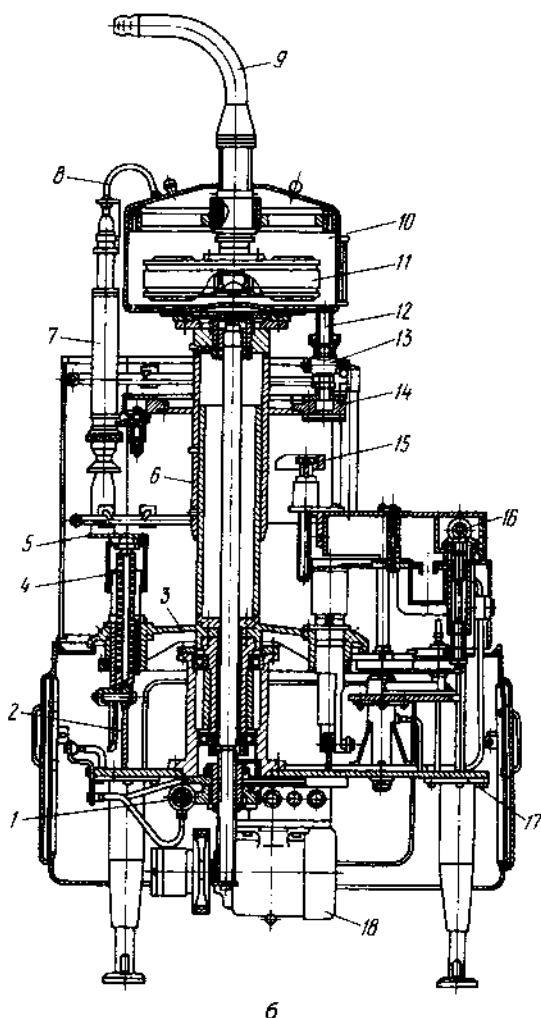


Рис. 7.21. Фасовочная машина ВРА-6А:

а — общий вид (1 — фасовочные устройства; 2 — станция; 3 — карусель; 4 и 5 — загрузочная и выгрузочная звездочки);





6

**Рис. 7.21 (продолжение).** Фасовочная машина ВРА-6А:

б - разрез общего вида (1 - редуктор; 2 - копир; 3 - вращающийся стол; 4 - подъемный столик; 5 - столик; 6 - стойка; 7 - фасовочное устройство; 8 - трубка; 9 - труба; 10 - расходный резервуар; 11 - поплавок; 12 - патрубок; 13 - кран; 14 - коллектор; 15 - копир; 16 - шнек; 17 - станина; 18 - электродвигатель);

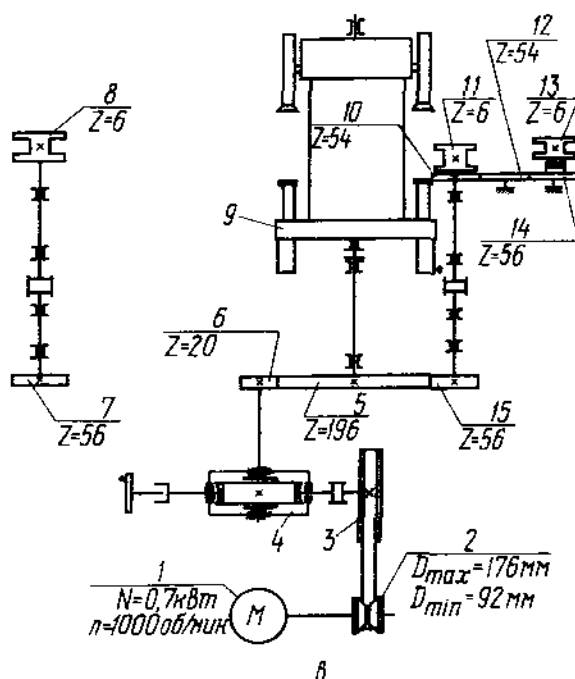


Рис. 7.21 (продолжение). Фасовочная машина ВРА-5А:

*а* – кинематическая схема (1 – электродвигатель; 2, 3 – шкивы; 4 – редуктор; 5, 6, 7, 10, 12, 14, 15 – шестерни; 8, 11 – звездочки; 9 – карусель; 13 – диафрагменная звездочка-отсекатель);

Вино из мерного стакана сливается после того, как бутылка, подвешенная на столике, прижимается к герметизирующей прокладке и нажимает на сливной конус 3, приподнимающий резиновый клапан 4. Через образовавшийся кольцевой зазор между седлом клапана 14 и резиновым клапаном (диафрагмой) 4 вино шатром стекает в бутылку. Воздух, вытесняемый из бутылки через наконечник 5 и центральную трубку, возвращается в расходный резервуар. После наполнения бутылки подъемный столик с бутылкой опускается, и резиновый клапан 4 занимает исходное положение, прижимаясь к наконечнику. После наполнения бутылки подъемный столик с бутылкой опускается и резиновый клапан занимает исходное положение, прижимаясь к наконечнику.

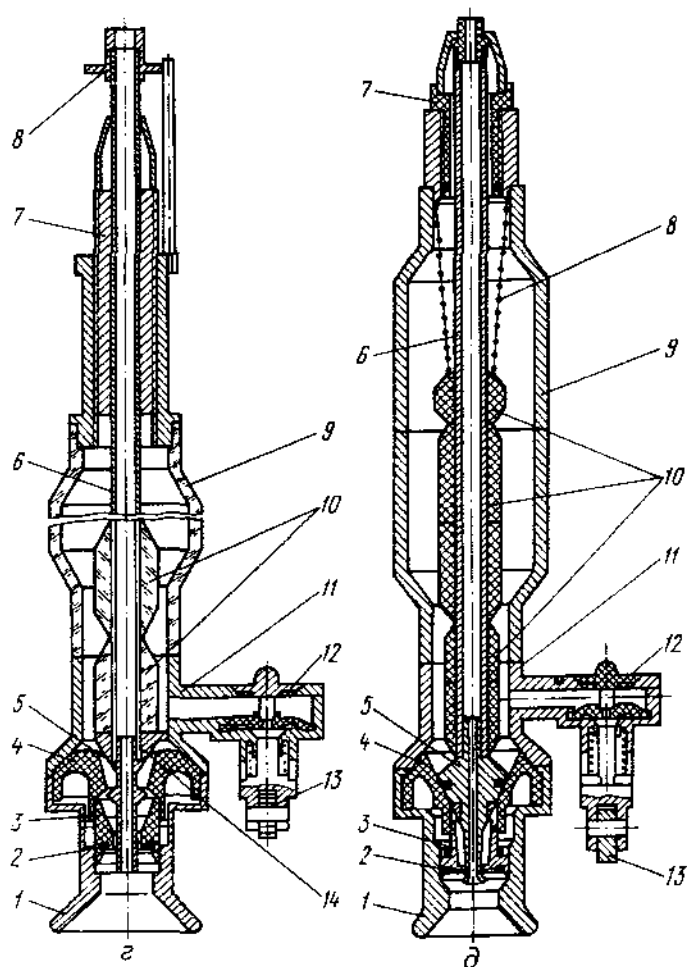


Рис. 7.21 (продолжение). Фасовочная машина ВРА-6А:

а - фасовочное устройство (11 - центрирующий колокольчик; 2 - герметизирующая прокладка; 3 - сливной конус; 4 - резиновый клапан; 5 - наконечник; 6 - воздухоотводящая трубка; 7 - вытеснитель; 8 - фиксатор; 9 - мерный стакан; 10 - направляющая втулка; 11 - корпус; 12 - наполнительный клапан; 13 - ролик; 14 - седло клапана); б - фасовочное устройство машины ВР2А-6 (8 - пружина, остальные позиции те же, что на рис. 7.21, а)

На рис. 7.21, *д* показана модернизированная конструкция этого фасовочного устройства, примененная в машине ВР2А-6.

Машина ВРА-6А является базовой моделью для разработанных машин более высокой производительности [17].

Современная модель машины выпускается в следующих исполнениях: ВР-2А-6 – для бутылок вместимостью 700 см<sup>3</sup>, ВР-2А-6-01 – 500 см<sup>3</sup>, ВР-2А-6-02 – 750 см<sup>3</sup>. Их отличие – в сменных деталях турникета и фасовочного устройства.

Фасовочная машина ВР-2Ц (рис. 7.22, *а*) сходна по устройству с машиной ВР-2А-6, в них много общих механизмов и деталей.

Машина ВР-2Ц предназначена для фасования вин и соков в горячем состоянии по уровню под вакуумом. Машина выпускается в исполнениях ВР-2Ц (для бутылок вместимостью 0,7 л) и ВР-2Ц-01 (для бутылок вместимостью 0,5 л).

Машина состоит из станины с размещенным в ней приводом, вакуум-насоса, конвейера для бутылок, карусели с фасовочными устройствами, трубопровода подачи продукта, трубки для отвода воздуха, делительной, загрузочной и разгрузочной звездочек, шкафа управления.

Продукт поступает в резервуар 7 машины по верхней трубе 6 через клапан поплавкового устройства, которое при повышении уровня жидкости по сравнению с номинальным закрывает поступление ее из трубопровода, а при понижении открывает его. Разрежение в резервуаре создается через верхний патрубок 5, присоединенный к вакуумной магистрали 4, обеспечивается вакуум-насосом ВВН-1,51м 2 при номинальной производительности 1,5 м<sup>3</sup>/ч. Пустые бутылки подводятся к машине пластинчатым конвейером 3 и с помощью делительной и загрузочной звездочек подаются на подъемные столики (последние – механические с подъемом и опусканием от копира с амортизационной пружиной). Столик поднимает бутылку, она центрируется колокольчиком фасовочного устройства 4 и наполняется до заданного уровня.

Заканчивая один оборот вращения карусели, подъемный столик с бутылкой по копиру опускается в исходное положение. Наполненные бутылки выводятся звездочкой на транспортер. При негерметичности из-за нарушения уплотнения с конусом или повреждения стенок в бутылке в ней не создается вакуум и она не наполняется до заданного уровня.

Кинематическая схема машины ВР-2Ц показана на рис. 7.22, *б*.

Фасовочное устройство машины ВР-2Ц (рис. 7.22, *в*) несколько сложнее, что вызвано его универсальностью, хотя в принципе оно работает так же, как и другие. На рис. 7.22, *в* показан вариант устройства при фасовании по уровню (исходное положение – бутылка отсутствует), на рис. 7.22, *г* – то же в момент наполнения бутылки.

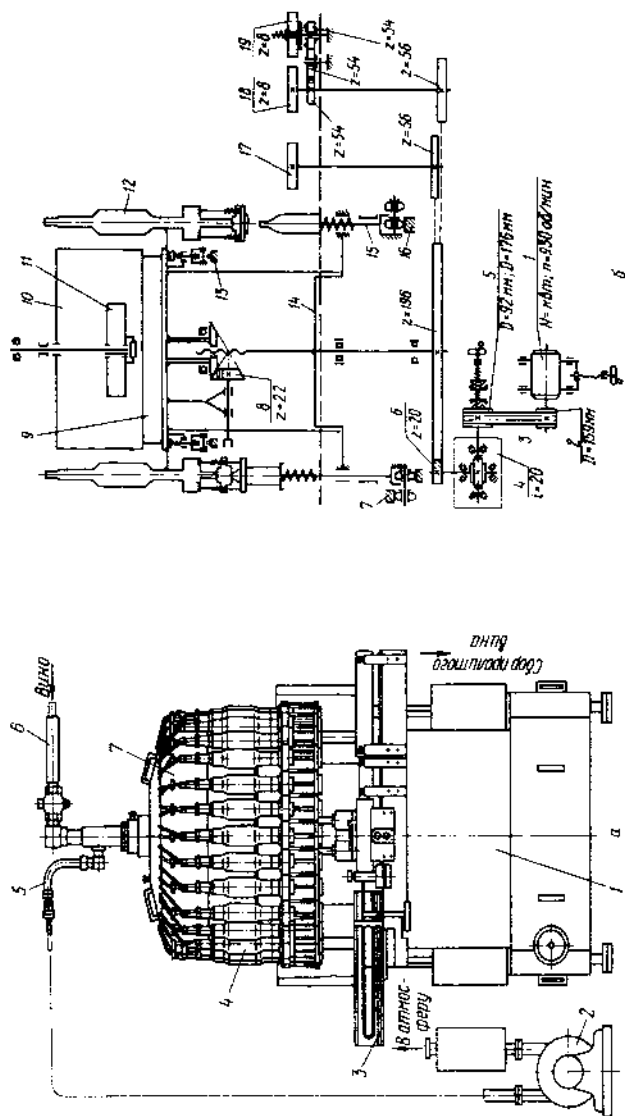


Рис. 7.22. Фасовочная машина ВР-2Ц:

а - общий вид (1 - станина; 2 - вакуум-насос; 3 - конвейер для бутылки; 4 - фасовочное устройство; 5 - воздушная трубка; 6 - труба для подачи вина; 7 - расходный резервуар); б - кинематическая схема (1 - электродвигатель; 2, 5 - шкивы; 3 - клиноремennая передача; 4 - редуктор; 6 - конвейер; 7 - обратный конвейер; 8 - механизм подъема расходаемого резервуара; 9 - колпак; 10 - расходный резервуар; 11 - поплавок; 12 - фасовочное устройство; 13 - верхний конвейер; 14 - карусель; 15 - подъемный столик; 16 - нижний конвейер; 17 - выгрузочная звездочка; 18 - загрузочная звездочка; 19 - шагомер);

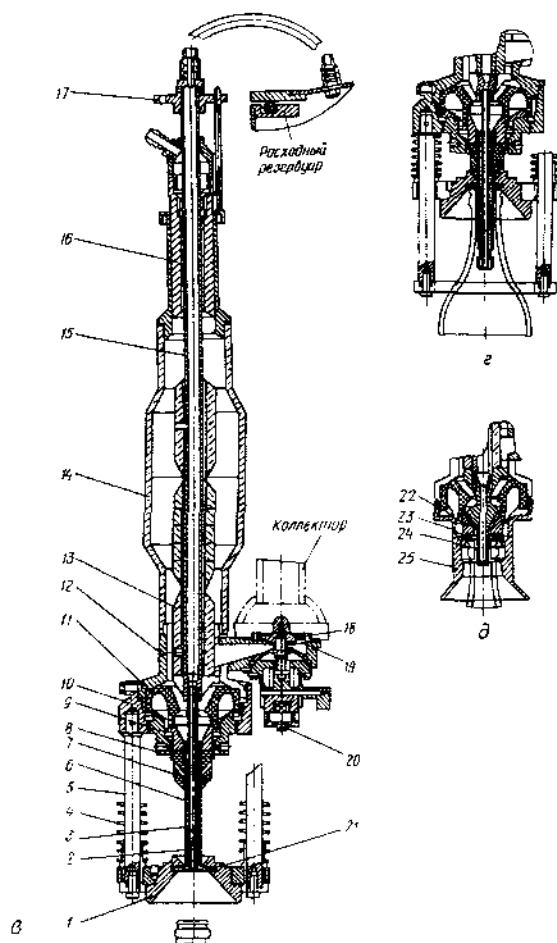


Рис. 7.22 (продолжение). Фасовочная машина ВР-2Ц:

в. б - фасовочные устройства в варианте для фасования по уровню; д - то же в варианте для фасования по объему (1, 25 - колокольчики, 2 - наконечник; 3, 15, 24 - воздухоотводящие трубки; 4 - пружины; 5 - штанга; 6 - центральная трубка; 7 - уплотнительный конус; 8 - втулка; 9, 22 - сливные конусы; 10 - гайка накидная; 11 - клапан (диафрагма); 12 - корпус клапана; 13 - втулка; 14 - мерный стакан; 16 - вытеснитель; 17 - фиксатор; 18 - клапан; 19, 21, 23 - прокладки; 20 - ролик)

Сливной клапан выполнен на конце наконечника. Открытие его осуществляется при поднятии колокольчика 1 по штангам 5 от бутылки, а закрытие – за счет эластичности резинового клапана (диафрагмы) 11. Вино, попавшее в наконечник 2, отсасывается по центральной трубке 6 в резервуар.

При фасовании вина по объему детали колокольчика 1, сливного конуса 9 и наконечника 2 заменяются. Бутылка при этом наполняется через сливной клапан между диафрагмой 11 и седлом клапана наконечника и далее через сливной конус 22 шатровым методом по стенкам бутылки. Это показано на рис. 7.22, д. Открытие наполнительного клапана осуществляется от верхнего копира в передней зоне машины. Как и в машине ВРА-6А, мерный стакан 14 при этом наполняется вином.

Конструкция ВФП/1 базируется на конструкции машины ВРМ-6 [17]. Количество фасовочных устройств в ней – 18. Поскольку машина ВФП/1 предназначена для фасования продукции в стеклянные бутылки типа «охотничья» или «фляга» вместимостью 380 мл, в нее по сравнению с машиной ВРМ-6 и другими описанными выше машинами внесен ряд изменений: вместо шагомерной звездочки-делителя установлен подающий шнек, изменены профили загрузочной и выгрузочной звездочек, введена центральная звездочка для фиксации положения бутылки.

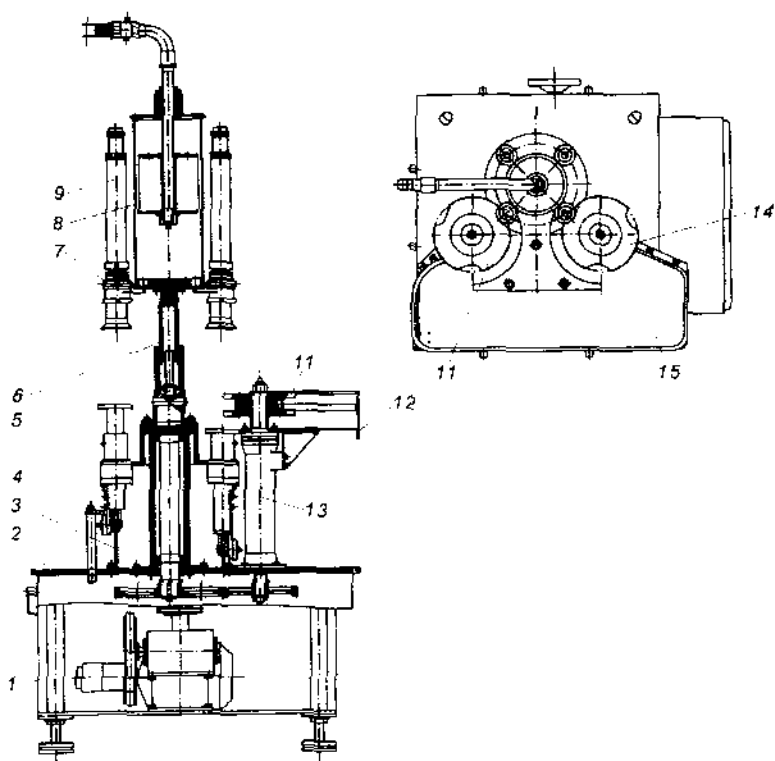
Машина ВФП/2 предназначена для наполнения бутылок вместимостью 50 и 100 мл.

Машины ВРЗЦ и ВР4Ц представляют собой разновидности известной фасовочной машины ВР1Ц (см. выше). Отличие состоит в том, что ВРЗЦ осуществляет фасование под вакуумом по уровню (с точностью дозирования  $\pm 4 \text{ см}^3$  и глубиной вакуума 0,02–0,04 МПа), а ВР4Ц – по объему (с точностью  $\pm 5 \text{ см}^3$ ). Количество фасовочных устройств в этих машинах – 12. Оригинальная полуавтоматическая машина для фасования жидкостей в стеклянные бутылки разработана под маркой ГРВ. Общий вид машины показан на рис. 7.23. Она работает так же, как и все карусельные машины, только устанавливаются бутылки на стол машины и снимаются с него вручную оператором. Количество фасовочных устройств в этих машинах – 4.

Современные фасовочные машины для тихих вин представлены следующими марками: ВДР-3, ВР-1, ЭЛ-3, ЛПМЗ-0511, «Дозатор» производительностью соответственно 500, 500, 350–500, 500 и 800 бут./ч.

Машина ВДР-3 (рис. 7.24) состоит из нижней площадки (рабочего стола) 1 и связанной с ней стойкой 2 верхней площадки. На последней установлены расходный резервуар 3 и два фасовочных устройства 6 с

мерными стаканами 5. Под фасовочными устройствами расположены подъемные столики 8, приводимые в движение педалями 9.



**Рис. 7.23.** Фасовочная машина А1-ГРВ (общий вид, разрез):

1 — станция с приводом; 2 — плита; 3 — кофир; 4 — обратный кофир; 5 — подъемный столик; 6 — телескопическая стойка; 7 — фасовочное устройство; 8 — расходный резервуар; 9 — мерный стакан; 10 — поплавок; 11 — загрузочная звездочка; 12 — ограждения; 13 — стойка; 14 — разгрузочная звездочка; 15 — стол

Машина работает следующим образом. В резервуар 3 по трубе 4 поступает вино. Уровень его поддерживается поплавком. Бутылки устанавливаются оператором на столик 8 до упора 7. Предварительно оператор нажатием на педаль 9 опускает столик, а затем плавно отпускает педаль. Столик с помощью пружины поднимается к фасовочному устройству 6, бутылка центрируется в колокольчике, герметизируется, от-



крывается клапан и происходит слив дозы вина из мерного стакана. Оператор нажатием на педаль опускает столик, снимает наполненную бутылку и отпускает педаль.

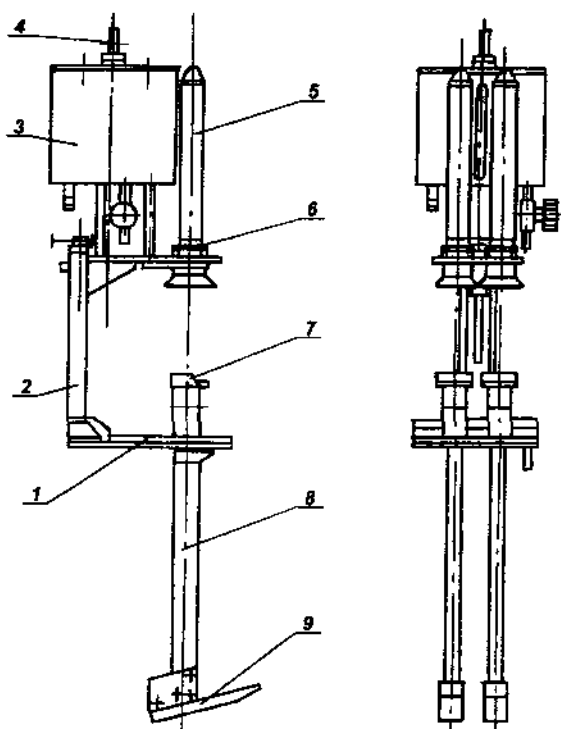


Рис. 7.24. Фасовочная машина ВДР-3 (общий вид)

Во время отсутствия бутылки под фасовочным устройством происходит заполнение жидкостью мерного стакана. После чего цикл работы повторяется.

Совершенно аналогична по устройству и машины ВР-1, в которой могут быть использованы 1, 2, 3 или 4 фасовочных устройства.

Машины ЭЛ.3 и ЛПМЗ-0511 отличаются механизированным приводом (но бутылки устанавливают и снимают вручную), а машины ЛПМЗ-0511 еще и наличием фасовочного устройства золотникового типа, поскольку она предназначена для фасования не только жидких продуктов, но и слабовязких (например, неосветленных соков).

Все эти машины могут быть использованы и при фасовании вин в оригинальную тару, что особенно важно для линий малой производительности.

Для сувенирных бутылок вместимостью 0,05 и 0,1 л выпускается и более простая (настольная) машина «Дозатор», разработанная в МТИПП (МГУПП) производительностью 1200 бут./ч. с двумя фасовочными устройствами.

Оригинальна линейная машины AP производительностью до 3000 бут./ч, выпускаемая для стеклянных бутылок в варианте AP.02 (рис. 7.25).

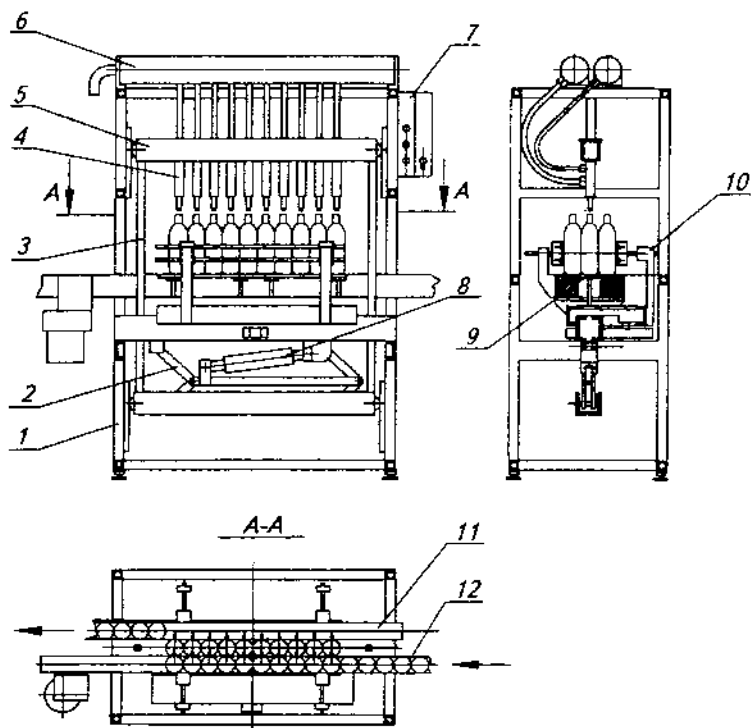


Рис. 7.25. Фасовочная машина AP.02 (общий вид):

1 – станина; 2 – рычажный механизм; 3 – шток; 4 – фасовочное устройство; 5 – траверса; 6 – коллектор; 7 – пульт управления; 8 – пневмопривод; 9 – платформа; 10 – толкатель; 11 – отводящий конвейер; 12 – подводящий конвейер

Определенное количество бутылок, пропущенное специальным механизмом, поступает в машину по конвейеру 12 и сталкивается толкателем 10 на платформу 9. На этот ряд бутылок опускается траверса 5 с фасовочными устройствами 4, наконечники которых входят в горла бутылок, герметизируя их, конвейер 12 останавливается. Фасовочные устройства в этой машине – клапанного типа. Наполнение бутылок производится по уровню.

Во время наполнения бутылок толкатель 10 возвращается в исходное положение, включается конвейер 12, и очередная группа бутылок входит в машину. После наполнения бутылок поднимается траверса с фасовочными устройствами. Следующее движение толкателя 10 ставит новую группу бутылок под траверсу на площадку 9 и сталкивает заполненные бутылки на конвейер 11, который отводит их от машины.

Из зарубежных фасовочных машины для тихих вин наиболее известны машины фирм «SEN», «Holstein und Kappert» (ФРГ), «Girondine», «Chelle-Gerodolle» (Франция), «Cobert» (Италия) и др. Некоторые из них предлагают заполнение бутылки воздухом или азотом, диоксидом углерода и инертными газами (например, в машинах Ехаста фирмы «Cobert» или в некоторых машинах фирмы «SEN»), в конструкциях других найдены оригинальные решения ряда элементов.

**Сверхбарометрические фасовочные машины.** Из сверхбарометрических машин для винодельческих предприятий известны машины ВИР (используется только на предприятиях малой мощности в основном для фасования игристых и газированных вин), ВРМ/1 (принята в качестве типовой), Venta фирмы «Seits» («SEN») (ФРГ) (отечественный аналог – машины ВРО/1).

Технологическая схема машины Venta (рис. 7.26, а), выпускаемой в разных вариантах, предусматривает продувку бутылки диоксидом углерода, наполнение ее шампанским, подачу в наджидкостное производство бутылки  $\text{CO}_2$  и сброс давления.

После установки бутылки загрузочной звездочкой на подъемный столик бутылка подается к фасовочному устройству 1. Жидкость по трубе 12 подается в кольцевой резервуар 6 и заполняет его до определенного уровня, регулируемого поплавковыми устройствами 7 и 8, за счет давления  $\text{CO}_2$  в наджидкостном пространстве резервуара (сбрасывая давление и подавая  $\text{CO}_2$ ). Подача  $\text{CO}_2$  производится раздельно: в резервуар – по трубке 11 через вентиль 3; к клапану поплавка 7 – через вентиль 2 и в кольцевой канал 10 – через регулятор давления 4. Из кольцевого канала  $\text{CO}_2$  по трубкам 9 подается в фасовочное устройство, также работающее по принципу однокамерного.

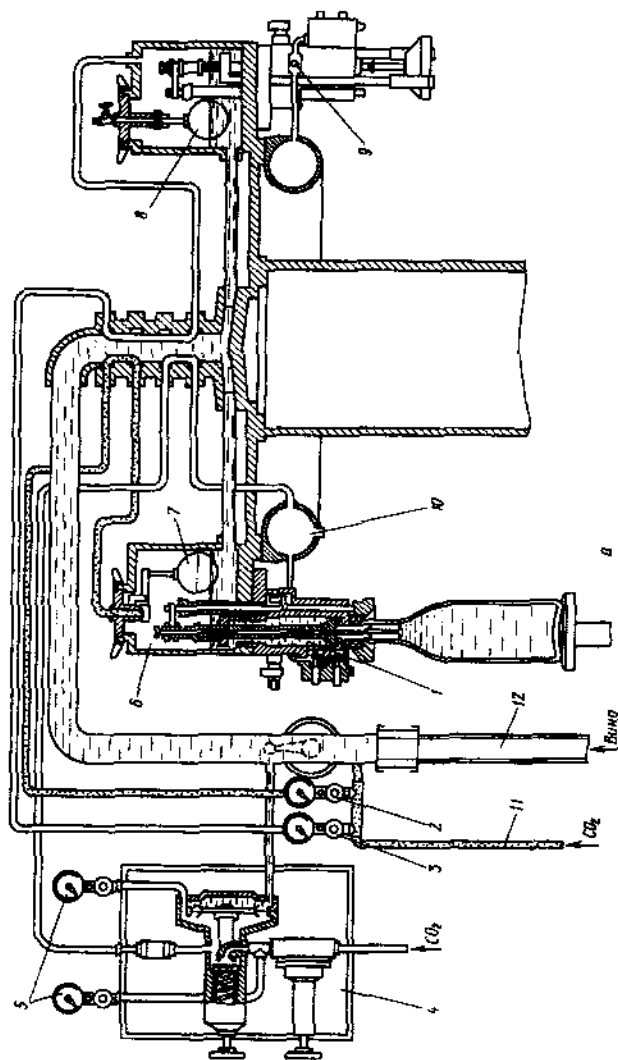
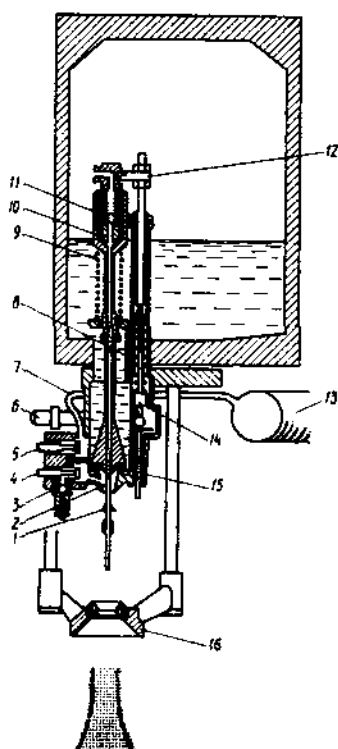


Рис. 7.26. Фасовочная машина Вента:

а — технологическая схема (1 — фасовочное устройство; 2, 3 — вентили; 4 — регулятор давления; 5 — манометры; 6 — кольцевой резервуар; 7, 8 — поплавки; 9, 11 — трубки; 10 — кольцевой канал; 12 — труба); б —



**Рис. 7.26 (продолжение). Фасовочная машина Venta:**

*б* — схема фасовочного устройства (1 — конусная насадка; 2, 7 — трубки, 3 — игольчатый клапан; 4, 5, 10, 15 — клапаны; 6, 12 — рычаги; 8, 9 — пружины; 11 — подпружиненный шарик; 13 — канал; 14 — шток; 16 — центрирующий колокольчик)

Один из вариантов фасовочного устройства машины показан на рис. 7.26, б. Когда бутылка и центрирующий колокольчик 16 находятся в нижнем исходном положении, клапаны фасовочного устройства закрыты. При подъеме бутылки и колокольчика последний перемещает шток 14, который, в свою очередь, рычагом 12 приподнимает клапан 10, и газ из резервуара по трубке 2 устремляется в бутылку и вытесняет из нее воздух, который через открытый клапан 4 выходит в атмосферу. Скорость истечения воздуха (в смеси с  $\text{CO}_2$ ) через клапан 4 регулируется игольчатым клапаном 3. После закрытия клапана 4 в бутылке образуется давление газа, равное давлению его в наджидкостном пространстве резервуара. Кулачок фасовочного устройства, проворачиваясь от неподвижного упора (на рисунке не показаны), поднимает клапан 15, при этом

пружина 9 сжимается. Жидкость из резервуара по конусной насадке стекает по стенкам бутылки, заполняя ее, а газ отводится в наджидкостное пространство в резервуаре через трубку 2 и открытый клапан 10.

Уровень жидкости, заполнившей бутылку и находящейся в воздухоотводящей трубке, выравнивается с уровнем жидкости в резервуаре. После этого кулачок проворачивает рычаг 6, и шток 14 под действием пружины 8 опускается, закрывая клапаны 10 и 15.

Специальный кулачок открывает клапан 5,  $\text{CO}_2$  из кольцевого канала 13 по трубке 7 устремляется в бутылку и выдувает из нее излишек жидкости через воздухоотводящую трубку 2 в резервуар. При этом подпружиненный шарик отводится из седла давлением газа, находящегося в канале 13. Сброс давления газа в надвинном пространстве бутылки во избежание вспенивания и выброса вина из бутылки производится прежде, чем последняя начнет опускаться. Для этого открывается клапан 4 (при закрытом клапане 5), и газ выводится в атмосферу.

При опускании бутылки колокольчик и нижняя часть штока 14 занимают нижнее исходное положение. В случае разрыва бутылки колокольчик и шток опускаются, при этом под действием давления в резервуаре закрываются клапаны 10 и 15. Поток жидкости и газа из резервуара прекращается, а в атмосферу выбрасывается газ из кольцевого канала в момент, когда должен был произойти отвод излишка жидкости из бутылки в резервуар.

Машины Venta выпускаются в различных модификациях, в том числе и с усовершенствованными фасовочными устройствами, число которых бывает от 20 до 60; производительность при этом соответственно 2000–8000 бут./ч.

Перечисленные машины, однако, относятся к морально устаревшим. Более современна машина ВРМ/1 (см. 7.3.3) и ее зарубежные аналоги.

**Механизмы фасовочных машин.** К основным механизмам фасовочных машин относят приводы, расходные резервуары, карусели, подъемные столики, фасовочные устройства, загрузочные и выгрузочные устройства.

Приводные механизмы в принципе komponуются по одной схеме. Они состоят из электродвигателя и редуктора, соединенных при помощи муфты или ременной передачи; вариатора скорости, позволяющего регулировать производительность машины в пределах  $\pm 30\%$  номинальной: предохранительной муфты. Как правило, приводные механизмы смонтированы в станине машины.

В состав привода машин малой производительности и небольших размеров может входить и механизм ручного проворачивания машины (во время работы машины этот механизм отключается).

В машинах большой производительности привод может состоять из двухскоростного электродвигателя, вариаторов, электромагнитной муфты и червячного редуктора. Элементы привода соединяются эластичными муфтами, что обеспечивает «мягкую» работу машины.

Расходные резервуары включают в себя поплавковую систему, поддерживающую постоянный уровень вина в них. Работа поплавковой системы приобретает особое значение при фасовании вина по объему, так как колебания уровня в резервуаре отражаются на точности дозирования продукта в бутылки.

Расходные резервуары устанавливаются на каруселях машин; положение резервуаров выбирается заранее при монтаже в зависимости от высоты бутылок. Достигается это при помощи специального механизма или специальных установочных устройств.

В карусели вмонтированы подъемные столики. Карусели приводятся во вращение от привода через систему зубчатых передач.

Подъемные столики подводят бутылки к фасовочному устройству, а затем плавно опускают их до уровня выгрузочного механизма. Перемещение подъемных столиков осуществляется механическим, пневматическим и пневмомеханическим способами. В первом случае столики с бутылками поднимаются под действием копиров, которые бывают кольцевыми или секторными. Ролик штока при этом постоянно контактирует с криволинейной поверхностью кольцевого копира (см. рис. 7.21, б и 7.22, д). Секторный копир только заставляет опускаться столик, при этом пружина, находящаяся внутри столика и стремящаяся вытолкнуть его вверх, сжимается. Пружина одновременно компенсирует неодинаковость высоты бутылок.

В пневматических устройствах подъем и опускание столиков осуществляются при помощи сжатого воздуха, попеременно поступающего в различные полости пневмоцилиндра, внутри которого находится поршень со штоком, связанным со столиком.

Подъем столиков в пневмомеханических устройствах производится сжатым воздухом, опускание – под действием копира.

Оригинальны подъемные столики в машинах фирмы «Girondine» или в машинах Rep типа V фирмы «Chelle-Gerodolle» (рис. 7.27). Они перемещаются вниз под действием копира 5, расположенного в верхней части машины, а вверх – под действием пружины 4. Это облегчает

обслуживание машины, ее чистку, мойку и ремонт. Следует отметить и еще одну особенность машины: наличие двух каналов, по которым вино поступает в фасовочное устройство. Такая система позволяет уменьшить скорость движения вина и, следовательно, снизить пенообразование.

Фасовочные устройства наиболее распространенных в отрасли фасовочных машин рассмотрены выше при описании машин.

Сифонные фасовочные устройства, применяемые в ряде зарубежных машины, работают по принципу сообщающихся сосудов. Сифон представляет собой изогнутую трубку, короткий конец которой погружен в расходный резервуар, а длинный – в горлышко бутылки.

Заполнение сифонов производится только в начале работы машины и при переходе с фасования одной жидкости на другую и требует всего нескольких секунд. Заполнение может быть достигнуто либо повышением уровня вина в расходном резервуаре, либо кратковременным повышением давления в нем, либо созданием вакуума в бутылке.

После заполнения сифонов при вращении карусели бутылки, поднимаясь, упираются в направляющие колокольчики и поднимают их вместе с клапанами, закрывающими отверстия наконечниками сифонов. Происходит заполнение бутылки до уровня жидкости в расходном резервуаре. Затем бутылки, опускаясь, отходят от колокольчиков, клапаны перекрывают отверстия наконечника, обеспечивая сохранность заправки сифонов.

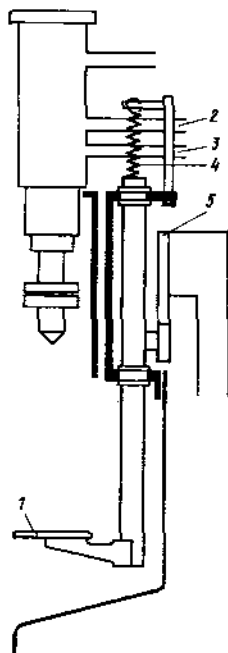


Рис. 7.27. Механизм подъема и опускания бутылок в машине Rep типа V:

1 – подъемный столик; 2, 3 – каналы подачи вина; 4 – пружина; 5 – копир



Бутылки будут наполняться тем скорее, чем длиннее конец трубки, погруженный в бутылку. Сифонными фасовочными устройствами вино фасуется в основном по уровню. Фасовочное устройство агрегата Girmini 24/6 фирмы «Girondine» (Франция) дополнительно оснащено трубкой для отвода воздуха при создании вакуума (рис. 7.28).

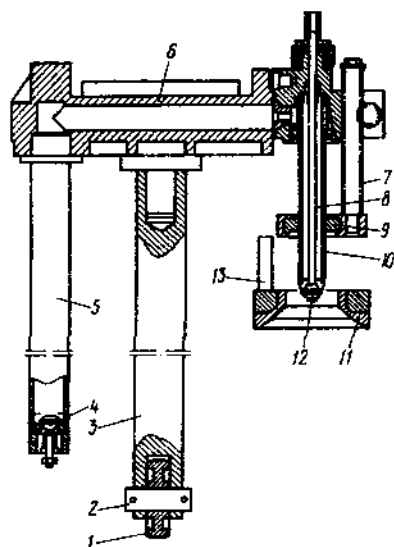


Рис. 7.28. Фасовочное устройство агрегата Girmini 24/6:

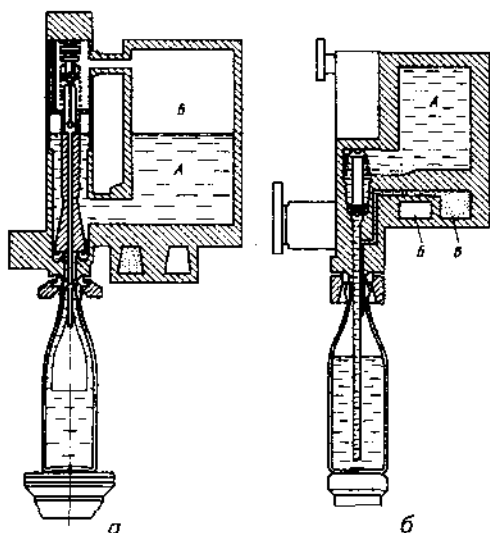
1 – ролик; 2 – ось; 3 – шток; 4 – клапан; 5 – трубка; 6 – трубка переходная; 7 – ограничитель; 8 – воздушная трубка; 9 – уплотнительное кольцо; 10 – сливная трубка; 11 – колокольчик; 12 – наконечник; 13 – штанга

Наряду с недостатками (необходимость предварительного заполнения сифонов, образование капель на наконечниках и др.) сифонные фасовочные машины небольшой производительности (до 6 тыс. бутылок в час) имеют определенные достоинства благодаря сравнительной конструктивной простоте.

Для сверхбарометрического фасования применяют в основном две системы фасовочных устройств: одно- и трехкамерную.

На рис. 7.29, а показана принципиальная схема однокамерного фасовочного устройства, когда фасуемый продукт А и газ В находятся в общей кольцевой камере. Для создания противодействия в бутылке газ подается из кольцевой камеры, а во время фасования он снова возвращается в эту камеру.

Схема трехкамерного фасовочного устройства показана на рис. 7.29, б. Камеры фасуемого продукта А, газа для противодействия В и возвратного газа В разделены так, что контакт между ними исключен.



**Рис. 7.29.** Фасовочные устройства для жидкостей, содержащих диоксид углерода (принципиальные схемы):

*а* – однокамерное; *б* – трехкамерное

На рис. 7.30, *а* показаны различные положения элементов однокамерного фасовочного устройства в процессе фасования. Положение *I* – поступление газа *Б* в бутылку; *II* – наполнение бутылки; *III* – прекращение подачи продукта; *IV* – сброс избыточного давления.

На рис. 7.30, *б* показаны различные положения элементов трехкамерного фасовочного устройства. При этом особое значение имеет сочетание этой системы с длинной фасовочной трубкой (о преимуществах наполнения бутылки «под уровень» см. выше).

В положении *I* газ из полости *Б* поступает в бутылку; в положении *II* в бутылку из полости *А* начинает поступать продукт. При этом небольшой перепад давлений обеспечивает медленный ввод продукта в бутылку. Эта доза заканчивается тогда, когда уровень жидкости на 10–20 мм выше, чем нижний конец трубки. Положение *III* – так называемая фаза быстрого фасования – начинается при подсоединении дополнительного второго канала для отвода газа. В результате этого перепад давлений повышается и тем самым достигается более высокая скорость ввода фасуемого продукта. Как только продукт достигнет отвер-



Механизмы загрузки и выгрузки бутылок выполняют различные функции. Из общего потока бутылок, поступающих по конвейеру к машине, они пропускают по одной бутылке, расставляя их на расстоянии, равном шагу непрерывно вращающейся загрузочной звездочки, перемещающей бутылки с конвейера на подъемный столик. Разгрузочная звездочка снимает бутылки со столика и возвращает их на конвейер. Эти механизмы, таким образом, включают устройство для разделения бутылок (шагомерное, делительное устройство, или отсекаТЕЛЬ), загрузочную и разгрузочную звездочки; неподвижные направляющие; блокирующее устройство, связанное, как правило, с делительным устройством.

Делительные устройства выполняют в виде звездочек (см. рис. 7.21, а и 7.22, а) или шнеков (см. рис. 7.21, б). В первом случае делительная звездочка связана с храповым колесом. Шнековые делительные устройства выполняют с постоянным или переменным шагом, а также с постоянным или увеличивающимся диаметром вала. Шнеки с переменным шагом и диаметром применяют чаще.

Привод загрузочных и разгрузочных звездочек обычно осуществляется при помощи цевочного зацепления или зубчатой передачи (см. рис. 7.21, в, 7.22, б).

Более подробно основные механизмы фасовочных машин описаны в литературе [17, 39].

Вопросы монтажа, наладки, эксплуатации фасовочных машин, а также охраны труда обслуживающего персонала изложены в технической документации и в литературе [8, 17].

**Исследования фасовочных машин и направления их совершенствования.** Исследования фасовочных машин проводились К. П. Гетмановым, И. А. Степановым, В. Г. Студилиным [34], Д. Л. Ярмолинским [39], работы которых легли в основу современных методов расчета процесса фасования и фасовочных машин. В основном исследовались процессы фасования тихих вин.

В работах К. П. Гетманова и Д. А. Ярмолинского исследованы сливные тракты фасовочных устройств с гидравлической точки зрения. В. Г. Студилин изучил влияние свойств продукта и формы бутылки на работу фасовочных устройств (в частности, на пенообразование и точность фасования), обосновав методику расчета основных параметров фасовочных машин.

Известно, что пульсации, возникающие в сливном тракте или на выходе из него, нарушают равномерное распределение слоев жидкости в пленке на криволинейной поверхности стенки бутылки. Это способствует сокращению длины начального участка от сливного отверстия до

места образования волн на поверхности пленки, усилению деформации ее поверхности. Захват воздуха жидкостью при этом увеличивается, тем сильнее, чем больше кинетическая энергия массы жидкости, протекающей в единицу времени через расчетное сечение.

В. Г. Студилиным показано, что при движении по стенкам бутылки пленка жидкости имеет наибольшую толщину в горлышке за счет его минимального смоченного периметра. Потери от гидравлического трения здесь минимальные, а скорость стекающей пленки жидкости максимальная. Чем выше горлышко, тем увеличение энергии больше. Имеет значение и диаметр цилиндрической части бутылки: чем он больше, тем больше потери на трение. Скорость пленки при этом уменьшается, и разрушение пузырьков ускоряется за счет увеличения площади свободной поверхности.

Увеличение вязкости продукта также сопровождается возрастанием потерь на гидравлическое трение, при этом замедляется вращение жидкости у стенки бутылки, уменьшается захват воздуха и увеличивается время разрушения образовавшихся пузырьков.

Для уменьшения турбулизации жидкости в сливном тракте наиболее целесообразна форма его в виде кольцевой концентрической поверхности с коническим наконечником, обеспечивающим максимальное сжатие струи в горлышке бутылки. При этом В. Г. Студилиным рекомендованы следующие параметры сливного тракта: ширина зазора между концентрическими поверхностями 1,75 мм, диаметр отверстия сливного конуса 14,0–16,5 мм, центральный угол конуса наконечника 90°. Скорость открытия клапана должна быть не более 11 мм/с.

Важным по результатам исследования является вывод, что при расчете времени, необходимого на операцию наполнения бутылки, следует учитывать время разрушения пены (см. ниже).

Характеризуя тенденции развития фасовочных машины, следует отметить необходимость разработки машин различной производительности на базе максимальной унификации деталей, механизмов и функциональных блоков.

Весьма важно создание машин для фасования вина как по объему, так и по уровню (по примеру уже имеющихся и описанных выше), так как полный переход на фасование по уровню представляется достаточно актуальным.

Фасовочные машины должны быть оснащены эффективными средствами автоматизации и регулирования режимов работы, в том числе и производительности наполнения бутылок, причем имеется в виду при-

менение новых электроприводов и современных средств управления на базе микропроцессорной техники.

**Расчет фасовочных машин.** Важнейшим параметром, определяющим основные расчетные характеристики фасовочных машин, является продолжительность наполнения бутылки продуктом, или, что теоретически то же, продолжительность опорожнения мерного стакана (при наличии последних в машинах для фасования по объему).

Продолжительность опорожнения мерного стакана  $\tau'_H$  (в с) определяется по известным из гидравлики зависимостям, характеризующим процесс истечения жидкости из сосуда. При фасовании по объему этот уровень в сосуде, естественно, переменный.

$$\tau'_H = \frac{2E}{\mu f \sqrt{2\Delta p / \rho}}, \quad (7.60, a)$$

или

$$\tau'_H = \frac{2E}{\mu f \sqrt{2gH}}. \quad (7.60, б)$$

где  $E$  – доза вина в мерном стакане,  $m^3$ ;  $\mu$  – коэффициент расхода, характеризующий сопротивление сливного тракта ( $\mu=0,5-0,65$ );  $f$  – площадь выходного отверстия наполнителя,  $m^2$ ;  $\Delta p$  – давление столба жидкости в фасовочном устройстве. Па;  $\rho$  – плотность вина,  $kg/m^3$ ;  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/s^2$ ;  $H$  – высота столба жидкости в мерном стакане,  $m$ .

Известно, что продолжительность опорожнения мерного стакана при переменном уровне (что, как отмечалось, имеет место при фасовании по объему) в 2 раза больше продолжительности истечения того же объема вина при постоянном уровне (что имеет место при фасовании по уровню), т. е. при определении времени наполнения бутылки при фасовании по уровню в формулах (7.60, а) и (7.60, б) не учитывают коэффициент 2.

Продолжительность наполнения бутылки при фасовании под вакуумом определяют так же. При этом под перепадом давления или напором понимают разницу между давлением в бутылке и противодействующим гидростатическим напором (если уровень жидкости в расходном резервуаре находится ниже уровня в фасовочном устройстве) или их сумму (если уровень жидкости в резервуаре выше).

Продолжительность наполнения бутылок через сифонное фасовочное устройство также определяется по формулам (7.60, а) и (7.60, б).

Продолжительность наполнения бутылок зависит и от гидравлического сопротивления сливного тракта; приведенные формулы этого не учитывают да и в практике расчетов им пренебрегают.

Наглядное представление о согласованной работе отдельных механизмов фасовочных машин дает циклограмма, составление и анализ которой (особенно при проектном расчете машины) представляет собой важнейший этап расчета. На рис. 7.31 показана круговая циклограмма фасовочной машины карусельного типа при фасовании по объему. Циклограмма отражает положение мерного стакана и бутылки (конкретные цифры приведены для машины ВАР-6).

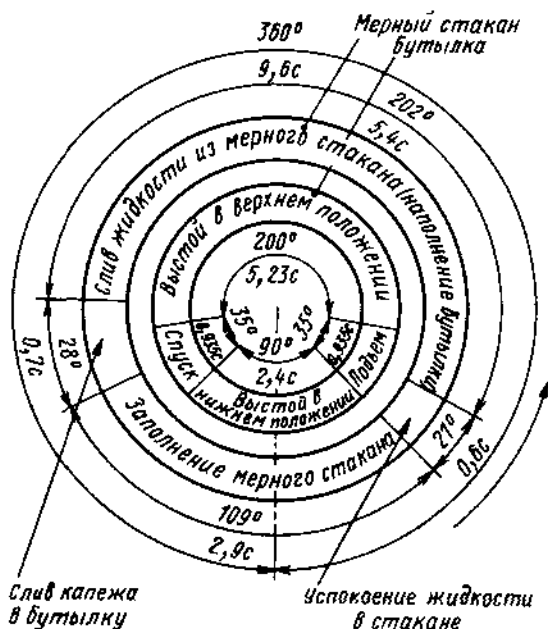


Рис. 7.31. Циклограмма работы фасовочной машины

Каждое из значений углов на циклограмме определяется соответствующим образом. Так, длительность выстоя бутылки в верхнем положении должна быть несколько больше длительности слива жидкости из мерного стакана, в свою очередь определяемой по формулам (7.60, а) или (7.60, б). Угол подъема бутылки определяется конструктивно с учетом сил взаимодействия, возникающих между роликом штока и копиром. Угол спуска обычно берется таким же. Длительности выстоя бутылки в нижнем положении (и соответствующий

угол на циклограмме) зависит от конструкции механизма загрузки бутылок, она должна соответствовать длительности заполнения мерного стакана. При этом необходимо еще учитывать продолжительность слива капежа в бутылку и успокоение жидкости в мерном стакане, а также продолжительность переключения фасовочного устройства на слив и наполнение, которое зависит от рода переключающего устройства (для крановых – до 1 с, для клапанных – около 0,8 с). Однако следует иметь в виду, что наполнение бутылки может начаться еще до полного ее подъема, а слив капежа – продолжаться при начале спуска.

В общем случае при построении циклограммы длительность каждой составляющей  $x$  определяют из соотношения

$$\frac{360 - T}{\alpha - x} \quad (7.61)$$

где  $T$  – продолжительность одного оборота карусели (в приведенной циклограмме  $T=9,6$  с);  $\alpha$  – угол, на котором происходит та или иная операция (принимается или рассчитывается), град.

Изложенное определяет расчета фасовочных машин. Теоретическую производительность  $\Pi$  фасовочной машины (бут./с), как и всякой машины карусельного типа, можно подсчитать по формулам, приведенным в начале главы. Так,

$$\Pi = m\pi = \frac{m\omega}{2\pi}, \quad (7.62)$$

где  $m$  – количество фасовочных устройств;  $n$  – частота вращения карусели,  $c^{-1}$ ;  $\omega$  – угловая скорость карусели,  $c^{-1}$ .

Из этого выражения длительность одного оборота карусели (с)

$$T = 1/n = m/\Pi. \quad (7.63)$$

В течение времени  $T$  на движущейся карусели осуществляется ряд перечисленных операций (см. циклограмму на рис. 7.31).

Поскольку наполнение бутылки, безусловно, основная операция, производительность фасовочных машин (бут./с) можно выразить в зависимости от ее продолжительности:

$$\Pi = m_H / \tau_H, \quad (7.64)$$

где  $m_H$  – количество фасовочных устройств, одновременно работающих на наполнение бутылок.

Необходимое количество приборов для участка наполнения бутылок на карусели



$$m_H = \Pi \tau_H, \quad (7.65)$$

откуда

$$\tau_H = m_H / \Pi. \quad (7.66)$$

В конечном итоге расчет производительности фасовочных машин сводится к сопоставлению результатов расчета  $\Pi$  по формулам (7.63) и (7.65),  $\tau'_H$  и  $\tau_H$  по формулам (7.60, а), (7.60, б) и (7.66).

При проверочном расчете, зная производительность машины, устанавливают частоту вращения карусели и длительность одного ее оборота по формулам (7.62) и (7.63). Затем, имея в виду циклограмму машины и пропорцию (7.61), определяют время  $\tau_H$ , отводимое на наполнение бутылки (слив вина), и сопоставляют его с тем же временем  $\tau'_H$ , которое рассчитывают, исходя из соображений гидравлики, т. е. по формуле (7.60, а) или (7.60, б). Последнее должно быть меньше минимум на 20–25%.

При проектном расчете по полученным значениям  $\tau'_H$  с учетом необходимого запаса находят  $\tau_H$ , а затем  $T$ ,  $n$  и  $\Pi$ . Далее рассчитывают некоторые геометрические и конструктивные параметры: диаметр карусели (по стандартному модулю и количеству фасовочных устройств), длину кругового пути бутылки и пр.

Для определения фактической производительности  $\Pi$  (бут./ч) фасовочных машин с учетом необходимого времени на разрушение пены продукта В. Г. Студилин предложил формулу

$$\Pi = \frac{3600m}{1,62(1,4\tau'_H + \tau_{p,п})}, \quad (7.67)$$

где  $m$  – количество фасовочных устройств, 1,62 – число, показывающее отношение общего количества фасовочных устройств к количеству устройств, одновременно работающих на наполнение бутылок; 1,4 – коэффициент запаса, учитывающий изменение величины  $\tau_H$ ;  $\tau'_H$  – продолжительность наполнения бутылки, с;  $\tau_{p,п}$  – продолжительность разрушения избыточной пены, с.

Условие неопрокидывания бутылок

$$F_{ц,б} h \leq G_B d_B / 2, \quad (7.68)$$

а несоскальзывания

$$F_{ц,б} \leq G_B f_{тр}, \quad (7.69)$$

где  $F_{ц,б}$  – центробежная сила, действующая на бутылку, Н;  $h$  – высота центра тяжести бутылки, м;  $G_B$  – сила тяжести бутылки ( $G_B = m_B g$ , Н);  $m_B$  – масса бутылки, кг;  $d_B$  – диаметр бутылки, м;  $f_{тр}$  – коэффициент трения бутылки о материал столика.

При расчете рассматривают два варианта: для порожней бутылки и для наполненной.

Энергия, расходуемая фасовочной машиной, затрачивается на вращение карусели, перекачивание роликов подъемных столиков по копиру и привод загрузочного, разгрузочного и делительного механизмов, т. е. суммарную мощность  $N$  (кВт) на главном валу машины можно определить следующим образом:

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_0}, \quad (7.70)$$

где  $N_1$ ,  $N_2$  и  $N_3$  – мощность, расходуемая соответственно на вращение карусели (без учета сопротивления роликов), перекачивание роликов подъемных столиков и привод механизмов загрузки и выгрузки бутылок и делительного механизма, кВт;  $\eta_0$  – общий КПД, учитывающий потери на трение в элементах кинематической цепи.

Составляющие  $N_1$  и  $N_2$  рассчитывают по следующим формулам:

$$N_1 = \frac{G_1 f \pi d_{\pi} \omega}{1000}, \quad (7.71)$$

где  $G_1$  – сила тяжести карусели и главного вала с прикрепленными к ним деталями, Н;  $f$  – условный, приведенный к валу коэффициент трения шарикоподшипника;  $d_{\pi}$  – диаметр окружности по центрам шариков упорного подшипника главного вала, м;  $\omega$  – угловая скорость карусели (главного вала), рад/с;

$$N_2 = P \nu / 1000, \quad (7.72)$$

где  $P$  – суммарное сопротивление движению всех роликов подъемных столиков, одновременно находящихся в контакте с копиром, Н;  $\nu$  – линейная скорость столиков при перемещении, м/с.

В свою очередь,

$$P = P_1 + P_2, \quad (7.73)$$

где  $P_1$  и  $P_2$  – сила сопротивления перекачиванию роликов подъемных столиков на участке подъема и горизонтальном, Н (сопротивлением движению роликов на участке опускания можно пренебречь).

$$P_1 = z_1 \left[ (G_2 + G_3) \sin \alpha + \cos \alpha \left( \frac{2k + f_y d_1}{d_2} \right) \right] \frac{1}{\cos \alpha}, \quad (7.74)$$

где  $z_1$  – число подъемных столиков, одновременно находящихся на участке подъема;  $G_2$  – усилие прижатия горлышка к колокольчику, Н;  $G_3$  – сила тяжести подъемного столика к порожней бутылке, Н;  $\alpha$  – угол подъема профиля конца, град;  $k$  – коэффициент трения качения шарикоподшипника ролика, м;  $f_y$  – условный коэффициент трения подшипника, приведенный к валу;  $d_1$  – диаметр окружности по центрам шариков подшипника, м;  $d_2$  – диаметр ролика, м;

$$P_2 = z_2(G_2 + G_4) \left( \frac{2k + f_y d_1}{d_2} \right), \quad (7.75)$$

где  $z_2$  – число подъемных столиков, одновременно перемещающихся по горизонтальному участку копра;  $G_4$  – сила тяжести подъемного столика с наполненной бутылкой;  $H$ ; остальные обозначения те же, что и в формуле (7.74)

Мощность  $N_3$  (кВт), необходимая для привода механизмов загрузки и выгрузки бутылок, складывается из трех составляющих: мощности на привод механизма загрузки  $N_3^I$ , механизма выгрузки  $N_3^{II}$  и делительного механизма (звездочки или шнека)  $N_3^{III}$ . Первая составляющая

$$N_3^I = \frac{G_5 k \pi d_3 \omega}{1000 \eta_1}, \quad (7.76)$$

где  $G_5$  – сила тяжести загрузочной звездочки со смонтированными на ней деталями;  $H$ ;  $d_3$  – средний диаметр подшипника звездочки;  $m$ ;  $\omega$  – угловая скорость звездочки, рад/с;  $\eta_1$  – КПД передачи от карусели механизму; остальные обозначения те же, что и в формулах (7.71) и (7.74).

Составляющие  $N_3^{II}$  и  $N_3^{III}$  в принципе определяют так же, только при использовании в конструкциях подшипников скольжения вместо  $k$  подставляют  $f_y$ .

КПД передачи в формуле (7.76) рассчитывают в зависимости от конкретной конструкции механизма. Надо, однако, иметь в виду, что  $N_3^I$  весьма невелика по сравнению с  $N_1$  и  $N_2$  и это дает возможность не учитывать ее.

Мощность электродвигателя  $N_{ЭДВ}$  (кВт) выбирают с учетом КПД всех передач  $\eta_{ПЕР}$  и коэффициента запаса на период пуска  $K$ :

$$N_{ЭДВ} = K \frac{N}{\eta_{ПЕР}}, \quad (7.77)$$

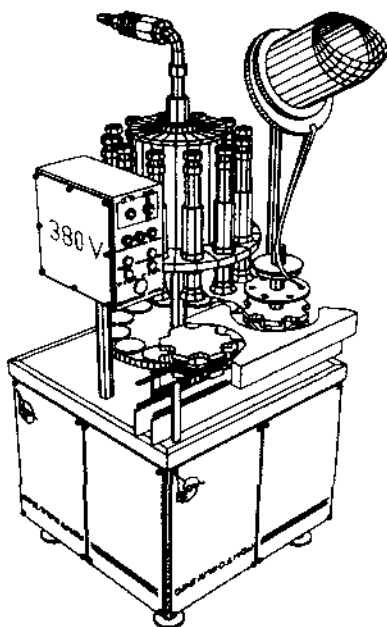
где  $K$  может быть принят равным 1,3, а  $N$  определяют по формуле (7.70).

### 7.3.3. Фасовочно-укупорочные машины

В п. 7.3.1 упоминалось о тенденции создания моно- и синхроблоков, объединяющих фасовочные и укупорочные машины. Такое объединение позволяет сэкономить производственную площадь, упростить монтаж, сократить численность обслуживающего персонала, упростить техническое обслуживание машины за счет наличия централизованной комбинированной системы смазки, мойки, замены механизмов и деталей.

Примером таких машин производительностью 1500 бут./ч могут служить моноблоки ФСА-1,5 и ОРКОН-1,5.06/1, предназначенные для фасования вин и других тихих пищевых жидкостей в стеклянные бутылки.

На рис. 7.32 показан общий вид фасовочно-укупорочной машины ОРКОН-1,5.06/1. Принцип ее действия ясен из рисунка.



**Рис. 7.32.** Фасовочно-укупорочная машина ОРКОН-1,5.06/1  
(общий вид)

Поступающие в машину бутылки наполняются при вращении на карусели фасовочной машины, а затем сразу же подводятся под укупорочное устройство, где и укупориваются пробками, поступающими из бункера.

Аналогично устроен и моноблок РУА-3 производительностью 3000 бут./ч, предназначенный для укупоривания бутылок с винтовым горлом алюминиевыми колпачками с перфорированным отрывным кольцом. Моноблок отличается наличием промежуточной звездочки и укупорочной карусели с опускающимися на бутылки укупорочными устройствами (иногда называемыми патронами).

Большая часть выпускаемых фасовочно-укупорочных машин (блоков) имеет производительность 6000 бут./ч и более, ибо в этом случае перечисленные выше их преимущества наиболее ощутимы и значимы. Наиболее известны в настоящее время фасовочно-укупорочные машины для тихих жидкостей следующих марок: ЛПМ2-010В.1 (модели ЛПМ2-310В.1 и ЛПМ2-610В.1 номинальной производительностью 3 и 6 тыс. бут./ч), ВРК/3, ВФА-6, ВМ.ПК (производительностью 6 тыс. бут./ч) и др. [16].

На машинах ЛПМ-010В.1 фасование производится под вакуумом. Машины ВРК/3 фасуют жидкости по уровню, но возможно фасование и по объему. Машины ВФА-6 и ВМ.ПК предназначены для фасования вина по объему. Машина ВМ.ПК показана на рис. 7.33.

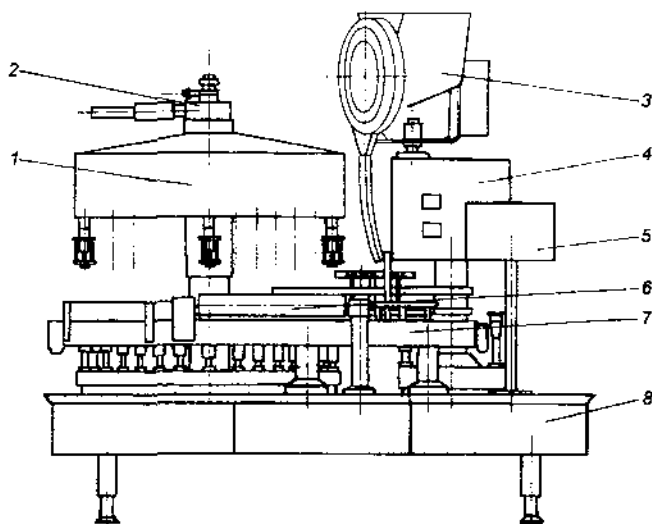


Рис. 7.33. Фасовочно-укупорочная машина ВМ.ПК (общий вид):

1 - резервуар фасовочной машины; 2 - продуктопровод; 3 - бункер; 4 - укупорочное устройство; 5 - пульт; 6 - шnek-делитель; 7 - транспортер; 8 - станина

Для фасования шампанского и игристых вин также применяются фасовочно-укупорочные машины. Из отечественного оборудования наиболее известна машина (моноблок) ВРМ/1 номинальной производительностью 6000 бут./ч (рис. 7.34, а). Фасовочная часть работает следующим образом. Бутылки шнеком 18 подаются на пневматические подъемные столики фасовочной карусели. После подъема бутылки в

крайнее верхнее положение достигается герметизация системы бутылка – центрирующее устройство – фасовочное устройство. Количество последних – 60 шт.

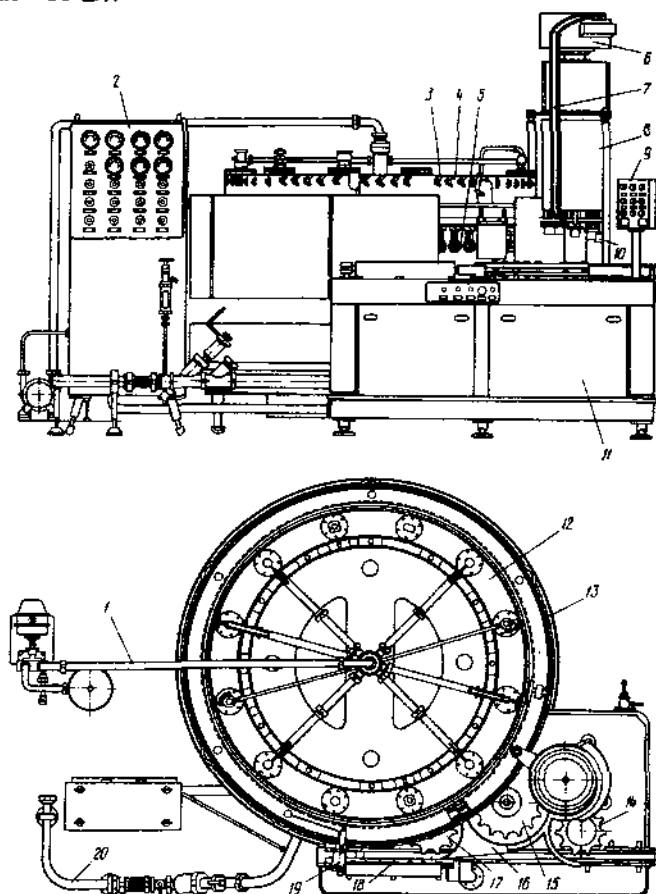


Рис. 7.34. Фасовочно-укупорочный агрегат ВРМ/1:

а общий вид (1 – система вакуумирования; 2 – шкаф; 3 – кулачок; 4 – расходный резервуар; 5 – фасовочное устройство; 6 – вибробункер; 7 – пробкопровод; 8 – укупорочная карусель; 9 – пульт управления; 10 – укупорочное устройство; 11 – станция; 12 – фасовочная карусель; 13 – ограждение; 14 – выгрузочная звездочка; 15 – промежуточная звездочка; 16 – механизм загрузки и выгрузки бутылок; 17 – загрузочная звездочка; 18 – шнек; 19 – цилиндр; 20 – трубопровод);

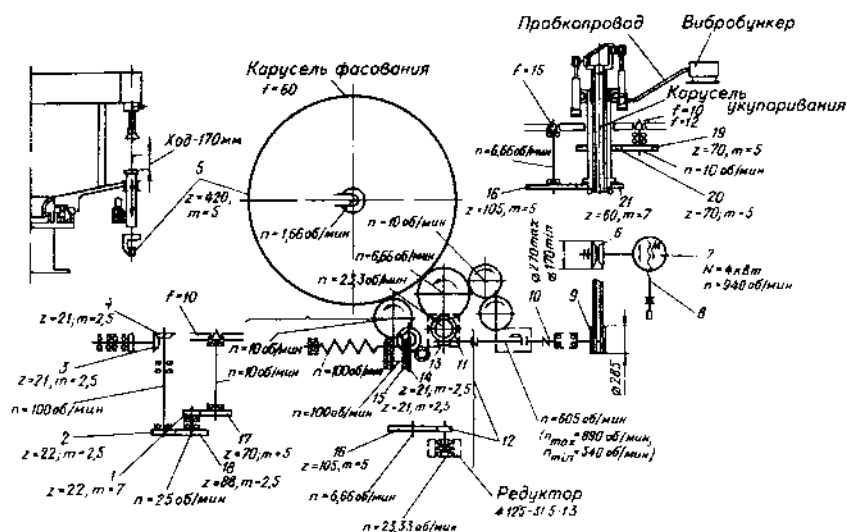


Рис. 7.34 (продолжение). Фасовочно-укупорочный агрегат ВРМ/1:

б – кинематическая схема (1–5, 12, 14–21 – шестерни; 6 – вариатор; 7 – электродвигатель; 8 – винт; 9 – икис; 10 – муфта; 11 – червячное колесо; 13 – червяк)

Разрезание в бутылке создается путем открытия вакуумного клапана в фасовочном устройстве, который надвигается на неподвижный копир, соединяя полость бутылки с камерой вакуума на расходном резервуаре. После создания в бутылке вакуума клапан освобождается от копира и закрывается под действием пружины.

При дальнейшем вращении карусели кулачок механизма управления газовым клапаном поворачивается штоком цилиндра блокировки наличия бутылок в положение, соответствующее открытию газового клапана. При этом диоксид углерода по газовой трубке фасовочного устройства начинает поступать в бутылку до тех пор, пока давление в ней не станет равным давлению в наджидкостном пространстве резервуара.

В дальнейшем под действием пружины открывается жидкостный клапан, и через кольцевой зазор между стенкой горлышка бутылки и резиновым конусом на газовой трубке вино сливается по стенке бутылки в виде шатра тонкой пленкой. Диоксид углерода вытесняется по газовой трубке в наджидкостное пространство резервуара.

В случае разрыва бутылки газовый и жидкостный клапаны под действием давления внутри резервуара автоматически закрываются, прекращая слив жидкости и выход газа из расходного резервуара.

Когда уровень вина в бутылке поднимается до нижнего конца газовой трубки, слив его прекращается, а кулачок управления, надвинувшись на копир, закрывает газовый и жидкостный клапаны. Затем под действием направляющей открывается дроссельный клапан в корпусе фасовочного устройства, и происходит сброс давления газа из бутылки в атмосферу.

После удаления наполненной бутылки и до установки на подъемный столик новой бутылки происходит продувка газовой трубки путем кратковременного нажатия на кулачок наливателя специальными роликами. Первый ролик открывает, а второй – вслед за ним закрывает газовый клапан.

Центральная часть фасовочной карусели полая, она служит для отвода стекла (битых бутылок). Для отвода пролитого вина на верхней наклонной плоскости карусели имеется кольцевое возвышение, перед которым находятся отверстия со сливными трубками, предназначенными для отвода пролитого вина в два желоба и далее через ниппеля с надетыми на них шлангами – на переработку.

Механизм загрузки и выгрузки бутылок снабжен блокировкой, останавливающей привод машины при заклинивании бутылок в шнеке, и датчиком блокировки «нет бутылки – нет пробки».

На лицевой стенке стола механизма загрузки и выгрузки бутылок смонтирована панель с кнопками для аварийной остановки машины, включения установки подачи пробок в вибробункер, отключения электромuffты и включения сдува разорвавшихся бутылок.

На лицевой стенке шкафа управления смонтированы: манометры, показывающие давление напитка,  $\text{CO}_2$  и сжатого воздуха; вакуумметр, показывающий разрежение в системе вакуумирования; регуляторы давления  $\text{CO}_2$  и сжатого воздуха; вентили подачи  $\text{CO}_2$  и сжатого воздуха.

На трубопроводе подачи продукта имеются специальный вентиль, фильтр, вставка из стекла для возможности визуального наблюдения за движением вина, кран для отбора пробы вина, вентили для слива остатка вина и мойки магистральной.

Блокировка наличия бутылок для осуществления блокировки «нет бутылки – нет фасования» выполнена в виде кронштейна с коромыслом, на один конец которого воздействует ролик подъемного столика в случае отсутствия на нем бутылки, а другой, сам воздействуя на пневмо-



распределитель, подает импульс к пневмоцилиндру, чем предотвращает открытие газового клапана фасовочного устройства.

Система вакуумирования состоит из водокольцевого консольного вакуум-насоса с электродвигателем, трубопровода, соединяющего вакуум-насос с распределителем, и водяного бачка с вентилями.

Кинематическая схема машины ВРМ/1 показана на рис. 7.34, б. Двухскоростной электродвигатель обеспечивает работу машины в двух режимах – наладки и автоматическом. Ведомый вал вариатора связан с первичным преобразователем частоты вращения, передающим сигнал на вторичный прибор, установленный на пульте управления.

Конструкция фасовочного устройства машины ВРМ/1, относящегося к однокамерным, приведена на рис. 7.35. Оно состоит из центрирующего колокольчика, фасовочной части и кулачка управления.

Центрирующий колокольчик 29 состоит из корпуса 26, конической части – самого колокольчика, уплотнителя 22, зажимной втулки 23 и пружинного кольца с замком. Корпус колокольчика подвешен к корпусу фасовочного устройства на двух цилиндрических штангах 24, служащих направляющими при движении колокольчика вверх под воздействием бутылки.

Фасовочная часть состоит из корпуса 16, прикрепленного двумя болтами к днищу резервуара. На корпусе имеются два клапана: верхний – для отсоса воздуха из бутылки перед наливом и нижний – для сброса давления из бутылки после окончания налива. Первый клапан представляет собой корпус 6 со стержнем 5, на котором крепится резиновое уплотнительное кольцо 2, прижимающееся пружиной 1 к коническому седлу в корпусе 6. Второй клапан аналогичной конструкции заключен в корпусе 4.

Открывание клапанов осуществляется нажимом соответствующих копиров на выходящие из корпусов концы стержней. Клапан 5 для вакуумирования бутылки соединяет кольцевой вакуумный канал на резервуаре с полостью бутылки, а клапан сброса давления соединяет полость бутылки с атмосферой.

В корпусе фасовочного устройства установлен кожух 13 пружины 15 жидкостного клапана. В него вварены три штыря, которые служат для центровки и ограничения хода жидкостного клапана. Сам жидкостный клапан выполнен с уплотнением 17 из резины и закреплен в проточке металлического корпуса 16, имеющего юбку, на конической части которой насверлены в два ряда 80 отверстий диаметром 1 мм, являющихся гидравлической решеткой, удерживающей воздушный пузырь в горлышке бутылки благодаря поверхностному натяжению жидкости на решетке.

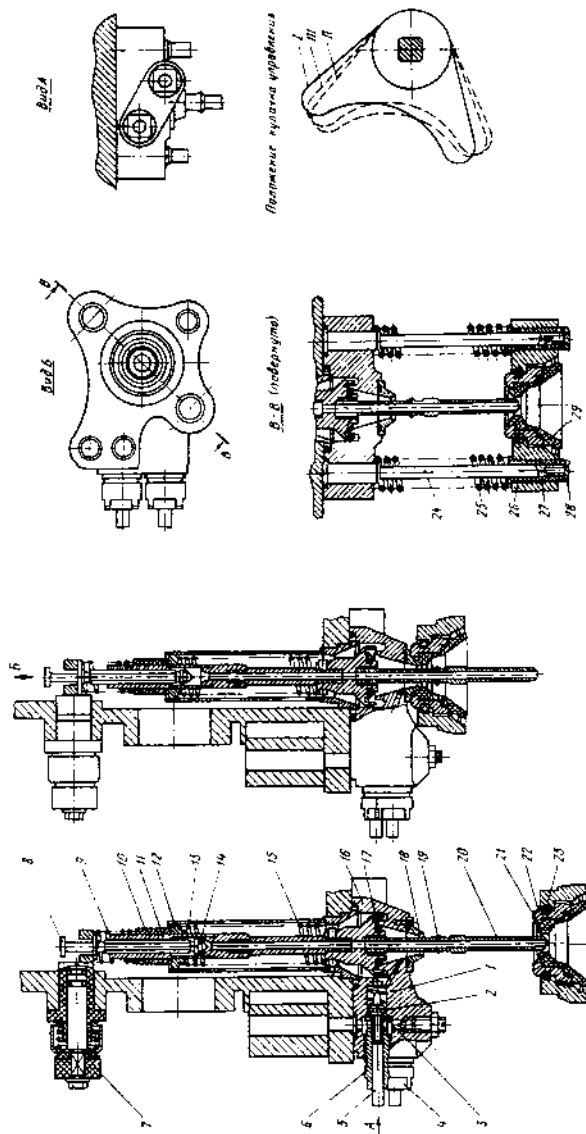


Рис. 7.35. Фасовочное устройство агрегата ВРМ/1;

1, 9, 15, 25 — пружины; 2 — угловительное кольцо; 3 — прокладка; 4 — корпус клапана сброса давления; 5 — стержень вакуумного клапана; 6 — корпус вакуумного клапана; 7 — кулачок; 8 — штифт; 9 — корпус клапана; 10 — распорная втулка; 11, 27 — втулки в сборе; 12 — направляющая втулка; 13 — направляющая втулка; 14 — газовый клапан; 15 — корпус фасовочной части; 16 — корпус фасовочной части; 17 — уплотнитель; 18 — конус; 19 — кольцо; 20 — газовая трубка; 21 — замок в сборе; 22 — угловитель; 23 — зажимная втулка; 24 — штанга; 25 — корпус центрирующего колокольчика; 26 — шайба; 27 — центрирующий колокольчик; 28 — шайба; 29 — положение кулачка управления (I — газовый и жидкостный клапаны закрыты; II — газовый и жидкостный клапаны открыты; III — нейтрально);

Пружина жидкостного клапана 15 упирается одним концом в неподвижные штыри, а другим – во втулку 12.

В верхней части держателя имеется конус, служащий седлом для газового клапана 14, изготовленного из резины.

Игла газового клапана 8 укреплена в проточке стержня и удерживается в поднятом положении при помощи пружины 9. В верхней части иглы имеются два диска, служащих опорой для вилки механизма кулачка 7.

Внизу в корпусе фасовочного устройства крепится сливной конус 18 для уплотнения колокольчика.

В корпус жидкостного клапана ввинчивается газовая трубка, на которую насажено резиновое кольцо 19, придающее струе фасуемого вина форму шатра.

Кулачок 7, управляющий работой фасовочного устройства, смонтирован в верхней части наружной цилиндрической стенки резервуара. Кулачок выполнен из пластмассы и закреплен на оси, которая оканчивается вилкой, нажимающей на диск газового клапана. От свободного проворачивания кулачок притормаживается фрикционным устройством с пружинной.

Переключение кулачка производится при помощи копиров, установленных на неподвижном уголке ограждения.

После наполнения вином бутылки переходят на укупорочную карусель (количество укупорочных устройств – 10 шт), а после укупоривания выгрузочной звездочкой 14 (см. рис. 7.34, а) возвращаются на конвейер.

Устройство и работа укупорочных машин рассмотрена в разделе 7.4.

Из зарубежного оборудования аналогичного назначения, предназначенного для винодельческой промышленности, можно отметить агрегаты фирм «SEN» (ФРГ), «Epoberg» (Италия) и др. Последние могут включать и машину для ополаскивания бутылок. Фасовочные машины в этих агрегатах могут быть и вакуумными (для тихих вин и коньяков), и сверхбарометрическими (для игристых вин). Производительность выпускаемых фирмой агрегатов – от 1000 до 3000 бут./ч.

## **7.4. Укупорочные и мюзлевочные машины**

### **7.4.1. Общие сведения**

Выбор укупорочных средств обуславливается технологическими требованиями и экономическими соображениями.

Натуральная корковая пробка – наиболее удачный вид укупоривания бутылок с винами, в том числе и шампанским, она обеспечивает не только сохранение характеристик и качества вина, но и его естественное старение.

Натуральные корковые пробки цилиндрической формы изготавливаются из коры пробкового дерева. Сейчас натуральную корковую пробку используют в основном для укупоривания бутылок с марочными винами и винами, расфасованными в горячем состоянии.

Полиэтиленовые пробки различных форм, в том числе и комбинированные пробки-колпачки, изготавливаются методом литья под давлением.

Металлические колпачки, применяемые для укупоривания бутылок, изготавливаются из алюминиевой фольги толщиной 0,2 мм. В колпачки во время изготовления вкладывается уплотнительная прокладка толщиной 1,5 мм. С обеих сторон прокладка облицована целлюлозной пленкой. Алюминиевые колпачки с перфорированным отрывным кольцом изготавливаются из алюминиевой лакированной с двух сторон фольги толщиной 0,23 мм. Такие колпачки комплектуются прокладками из полимерных материалов, картона, покрытого с двух сторон целлофановой пленкой, коры пробкового дуба. Такими колпачками укупоривают бутылки с винтовым горлом. При нарушении (отрыве) кольца колпачки свинчиваются с горла бутылки.

Простота изготовления колпачков, экономичность, высокая степень сохранности продукта, легкость вскрытия и возможность повторного закрывания бутылки, хороший эстетический вид, простота операции укупоривания обуславливает широкое распространение металлических колпачков.

Металлические колпачки в виде кронен-пробок изготавливаются из белой или лакированной жести или из алюминия толщиной от 0,23 до 0,31 мм (жестяные) или 0,3 мм (алюминиевые).

Кронен-пробками укупоривают бутылки с соками или, что чаще, напитками, содержащими диоксид углерода.

*Большая номенклатура укупорочных материалов, используемых в пищевых производствах для укупоривания бутылок, требует применения различных видов укупорочных машин (или, по меньшей мере, укупорочных устройств).*

По принципу укупоривания эти машины могут быть ударно-забивными, ударно-обжимными, обжимными, обкатывающими, завинчивающими (предназначенными для укупоривания тары, например, ПЭТ-бутылок, завинчивающимися пробками; в винодельческой промышленности почти не применяются), напрессовывающими. Обжимные машины можно, в свою очередь, разделить на машины с механическим обжимом и машины, в которых для обжима металлических колпачков используются электромагнитные импульсы.

По конструктивным признакам укупорочные машины делятся на однопозиционные (производительностью не более 3000 бут./ч) и многопозиционные. Последние, как правило, карусельного типа (кроме некоторых напрессовывающих, относящихся к линейным).

Несмотря на разнообразие укупорочных средств, укупорочные машины, особенно карусельные, имеют общие принципы построения кинематики и сходные по конструкции механизмы: станины, карусели с укупорочными устройствами и столиками, загрузочные и разгрузочные механизмы, делители потока бутылок, приводы, устройства для подачи укупорочных средств (бункера, пробководы, ориентирующие механизмы) и др.

Модуль всех укупорочных машин (многопозиционных) 35 мм, количество укупорочных устройств в них – 4, 6, 8, 10, 12.

По степени механизации труда операторов укупорочные машины бывают ручными (все операции, даже укупоривание, производят вручную); неавтоматического действия (с ручной подачей и съемом бутылок, эти машины малой производительности – до 1000 бут./ч) и автоматизированные (с механизированной подачей и отводом бутылок; как правило, это машины с большей производительностью).

Деление укупорочных машин по производительности, как и других машин, в определенной степени имеет условный характер.

Основные технические требования, предъявляемые к укупорочным машинам, сводятся к следующим:

1. Бесступенчатое регулирование производительности, особенно машин большой производительности.
2. Наличие световой или звуковой сигнализации о сокращении запаса укупорочных средств до минимально допустимого.
3. Наличие блокировок: «нет бутылки – нет пробки» и «заклинивание пробки – отключение привода».

Ресурс работы укупорочной машины до первого капитального ремонта должен составить не менее 6000 ч.

Как отмечалось в разделе 7.3.3, имеет место тенденция объединения фасовочных и укупорочных машин. Там же описаны некоторые конструкции фасовочно-укупорочных агрегатов.

В зависимости от конкретных условий производства (производительности линии, вида укупорочных средств, оснащенности предприятия и пр.) в блоке с укупорочными машинами могут работать машины для изготовления алюминиевых колпачков (штамповочные машины),

устройства для подачи пробок, дополнительные ориентирующие механизмы и др. [8, 10]. Как правило, все они используются в линиях большой производительности.

При фасовании шампанского и вин, содержащих диоксид углерода, пробки во избежание выброса их из бутылок закрепляют проволоочной уздечкой – мюзле.

#### 7.4.2. Укупорочные машины

В винодельческой промышленности находят применение укупорочные машины почти всех перечисленных выше типов. Ниже приводится описание некоторых из распространенных в отрасли марок укупорочных машин<sup>1</sup>.

**Ударно-забивные укупорочные машины.** К ударно-забивным укупорочным машинам следует прежде всего отнести машины УАЗ (устаревшая конструкция), ВУК, ЛПМ4-Х000160 и др. С определенной степенью условности к этой группе можно отнести машины ВРС/2 и ВУП, поскольку основной рабочий орган укупорочных устройств этих машин – шток – забивает пробку (чаще всего полиэтиленовую), опускаясь на нее сравнительно медленно. Таким образом, по принципу действия эти машины ближе к напрессовывающим.

Укупорочная машина ВУК – карусельная, многопозиционная и построена по той же схеме, что и все карусельные машины. Машина предназначена для укупоривания бутылок натуральными корковыми пробками.

В машине ВУК пробка подается сжатым воздухом в окно укупорочного устройства. При вращении карусели укупорочное устройство опускается по копиру и центрирует бутылку относительно оси устройства. Механизм обжима пробок состоит из системы замкнутых между собой неподвижных и подвижных колпачков, приводимых в действие при помощи копира. Рычаг с роликом обжимного механизма под действием копира смыкает систему кулачков и продвигает сжатую до диаметра горлышка бутылки пробку к отверстию колокольчика. Забивание ее производится опускающимся штоком. При дальнейшем вращении карусели происходит возврат в исходное положение укупорочного штока укупорочного устройства и разжатие системы кулачков обжимного механизма за счет пружин и копиров.

---

<sup>1</sup> Описание машин приводится в соответствии с принципами их действия, а не по назначению (виду укупорочных механизмов), как это принято в производственно-технической литературе [8, 16 и др.]. Это вызвано не только методическими соображениями, но и тем, что бутылки одними и теми же укупорочными средствами зачастую можно укупоривать на машинах различных типов.

(В принципе тот же эффект -- обжатие пробки -- может быть достигнут проталкиванием ее через коническую втулку, как это осуществлялось в машинах серии УАЗ, см. ниже).

Пробкопровод снабжен пневмомеханическим блокирующим устройством и фотоэлектронным датчиком. При наличии бутылки и пробки, отсекающий блокирующего устройства открывает проход очередной пробке. Под действием воздуха последняя поступает в укупорочное устройство. При отсутствии бутылок машина не останавливается, но пробки не поступают из пробкопровода в устройства, и машина работает в холостом режиме до поступления бутылок. При наличии бутылки, но отсутствии корковой пробки на выходе пробкопровода, которое фиксируется датчиком фотоэлектронного устройства, машина останавливается.

Укупорочная машина ЛПМ4-Х000160 также предназначена для укупоривания бутылок корковыми пробками. Номинальная производительность обеих машин 6000 бут./ч, количество укупорочных устройств соответственно 10 и 6 [16].

Укупорочные машины ВСП/2 и ВУП предназначены для укупоривания бутылок полиэтиленовыми пробками (комбинированными и ниппельными).

Укупорочная машина ВСП/2 (рис. 7.36) состоит из привода, расположенного в станине 7, стола 6, карусели 3 с укупорочными устройствами (патронами) 5, вибрационного бункера 1, пробкопровода 2.

На столе подачи и выдачи бутылок расположены делительная 8, загрузочная 9 и выгрузочная 10 звездочки. Машина имеет кожух 4.

На входе бутылок в машину и выходе из нее имеются электромеханические блокировки, предохраняющие бутылки и детали машины от поломки в случае заклинивания бутылки.

Укупорочное устройство состоит из корпуса и колокольчика. На корпусе колокольчика имеется приемное окно, с помощью которого пробка сжатым воздухом вдувается в устройство. На корпусе колокольчика имеется кольцевая пружина, служащая для ориентации горлышка бутылки и пробки в момент укупоривания бутылки.

Вибропровод вибрационного бункера имеет эллиптическую траекторию колебания и обладает возможностью отдельного регулирования трех параметров: амплитуды горизонтальных (круговых) и вертикальных (осевых) составляющих колебания и угла сдвига фазы между ними.

Стол подачи и выдачи бутылок содержит платформу, на которой установлены звездочки: дистанционная 8, загрузочная 9 и выгрузочная 10.

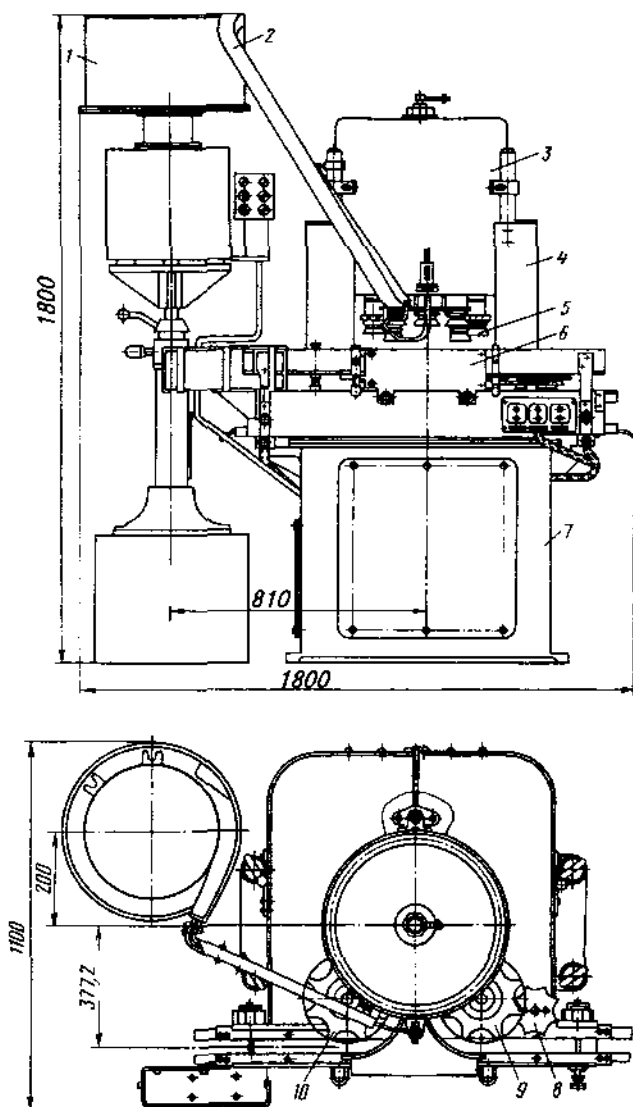


Рис. 7.36. Укупорочная машина ВСП/2 (общий вид)



Наполненные продуктом бутылки от фасовочной машины по транспортеру подаются к дистанционной звездочке, которая с определенным интервалом передает их на загрузочную звездочку. Затем бутылки звездочкой выставляются на стол карусели. Пробка из пробкопровода подается на направляющую укупорочного устройства и удерживается на ней до подхода окна в нем. При совмещении окна устройства и пробкопровода происходит вбрасывание пробки в патрон сжатым воздухом. Вошедшая в приемник укупорочного устройства пробка проваливается на кулачки (для комбинированной пробки), находящиеся в нем, и центрируется.

Загрузочная звездочка устанавливает бутылку на вращающийся загрузочный стол машины. Укупорочное устройство по копиру начинает опускаться, попадая на бутылку и центрируя ее относительно самого устройства и пробки.

При дальнейшем вращении стола с бутылками происходит укупоривание бутылки опускающимся штоком патрона.

Укупоренная бутылка захватывается выгрузочной звездочкой и устанавливается на транспортер линии.

Машина ВРС/2 выпускалась в различных вариантах, в том числе и с бункером-ориентатором. Такой бункер устанавливается на карусели, в нижней части его расположен наборный диск, в который вставлены пальцы, осуществляющие ориентацию пробок. Диск насажен на вал, вращающийся в двух подшипниках, и приводится в движение от вертикального вала машины через систему зубчатых колес и специальную муфту. Бункер выполняется из оргстекла для уменьшения массы и удобства наблюдения за его работой. В бункерах предусмотрены сменные диски для пробок диаметра 18 и 20 мм.

На рис. 7.37 показаны технологическая и кинематическая схемы одного из вариантов машины ВРС/2.

Технологическая схема (рис. 7.37, а) иллюстрирует работу машины, а кинематическая (рис. 7.37, б) – систему привода отдельных механизмов.

Укупорочная машина аналогичной конструкции входит в состав фасовочно-укупорочного агрегата ВРМ/1 (п. 7.3.3, рис. 7.34).

Укупорочная машина ВУП (рис. 7.38) состоит из станины 1, внутри которой размещен привод верхней 5 и нижней 7 каруселей, стола загрузки-разгрузки 2, транспортера 8, механизма ориентации пробок 3, питателя 4, механизма накладки колпачка 6 и электрооборудования 9.

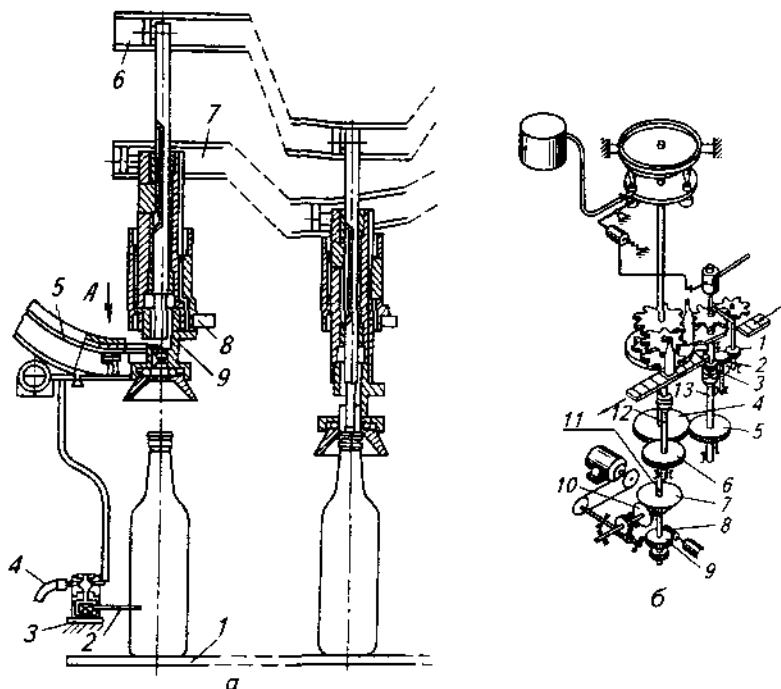


Рис. 7.37. Укупорочная машина ВСП/2:

*а* - технологическая схема (1 - стол; 2 - рычаг; 3 - воздушный кран; 4 - трубка; 5 - направляющая; 6, 7 - копиры; 8 - карусель; 9 - приемник; 10 - воздушный цилиндр; 11 - отсекатель пробок); *б* - кинематическая схема (1, 7, 9, 10 - шестерни; 8 - червяк; 11-13 - валы)

В бункер ориентирующего устройства 3 засыпается 1500–2000 пробок. По уклону стенки они перемещаются к вращающимся дискам, ориентированным открытой частью к зубьям, проходят через щель между зубьями верхнего диска и желобом нижнего, обходят борт и проскальзывают по неподвижному кольцу в питатель 4. Неправильно ориентированные пробки (доннышком к зубьям) поднимаются вместе с дисками в верхнюю часть устройства и падают в общую массу, правильно ориентированные по лотку питателя идут в механизм накладки 6, где удерживаются пружиной до подхода бутылки и снятия колпачка из механизма. Наполненные бутылки подводятся пластинчатым транспортером 8 линии к шнеку-делителю, который подает их к загрузочной звездочке с необхо-

димым шагом. Во время прохождения звездочки бутылка венчиком забирает из механизма накладку пробку, переводится с него по криволинейной направляющей и устанавливается на стол нижней карусели 7 под шток укупорочного устройства. При вращении верхней карусели 5 неподвижный копир воздействует на ролики укупорочных устройств, опуская или поднимая их на определенных участках движения карусели. При опускании штока пробка додавливается до полного надевания на венчик бутылки. Разновысотность бутылок компенсируется пружиной, находящейся в корпусе устройства. После укупоривания второй замыкающий ролик поднимает шток и корпус укупорочного устройства, бутылка освобождается, и разгрузочная звездочка выводит ее со стола на транспортер линии.

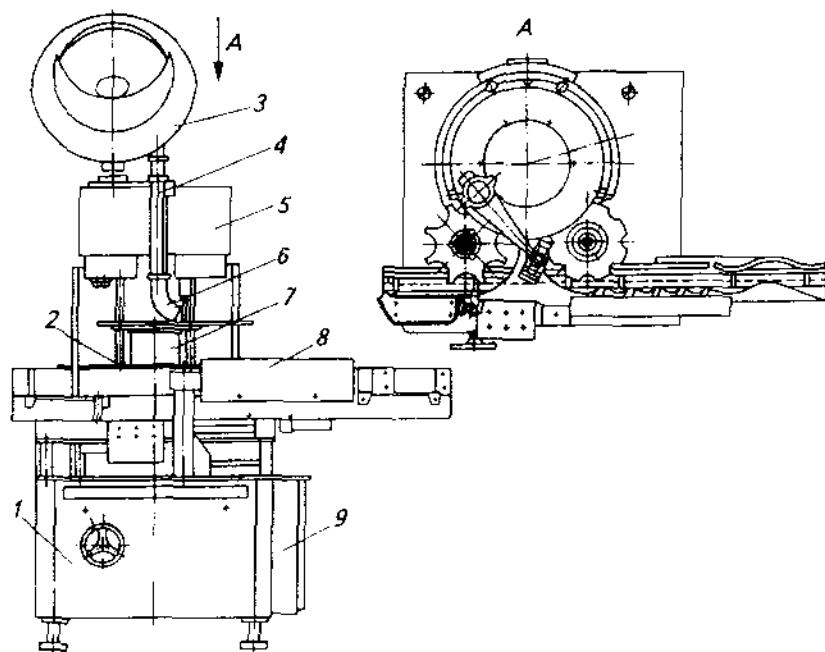


Рис. 7.38. Укупорочная машина ВУП (общий вид)

На машине имеются блокировки, отключающие привод при падении и заклинивании бутылок в зоне загрузочного шнека, переполнении ими транспортера на выходе, при открывании ограждений нижней карусели.

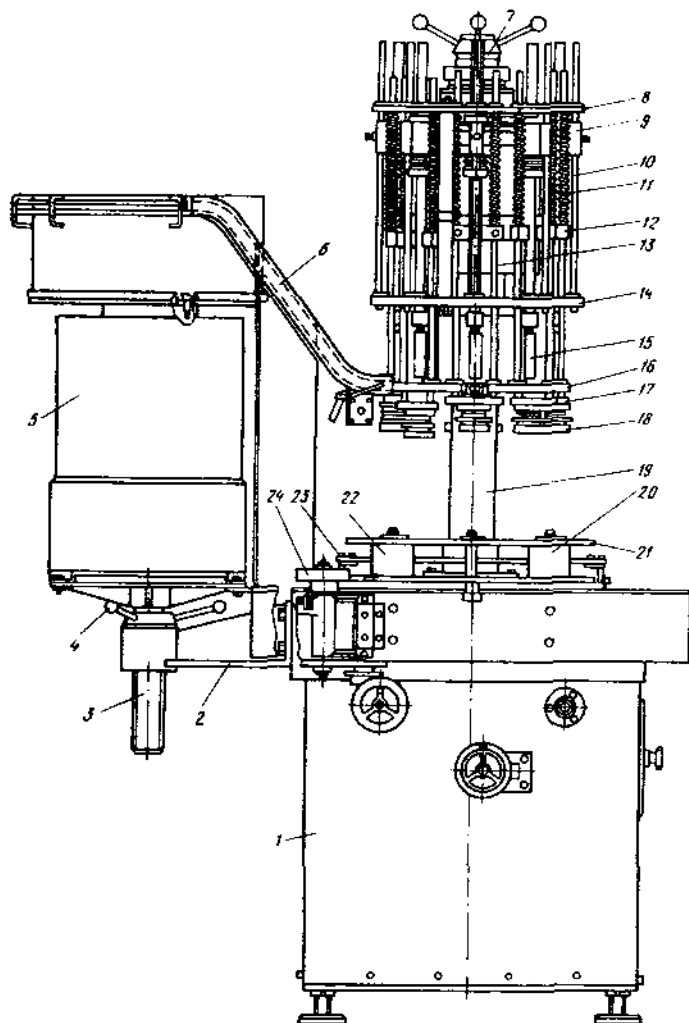
Производительность машин ВСП/2 и ВУП (номинальная) 6000 бут./ч, количество укупорочных устройств соответственно 10 и 12. Укупорочные машины ударно-забивного типа могут использоваться и для укупоривания бутылок с шампанским и игристыми винами. Примером могут служить машина ВУ1-Б (однопозиционная, производительностью 1000 бутылок в час), ВРО/2 и SAM-60 фирмы Hoffliger+Karg (ФРГ) (многопозиционные, карусельные, производительностью до 3600 бутылок в час). Последние предназначены для укупоривания бутылок полиэтиленовой пробкой и принципиально не отличаются от машин, применяемых для укупоривания бутылок с тихими винами.

Машина ВРО/2 работает следующим образом. Бутылки с конвейера звездочкой-отсекателем 24 (рис. 7.39) равномерно подаются к загрузочной звездочке, которая устанавливает их на столик-звездочку. Из вибробункера, прикрепленного к станине машины при помощи кронштейна, пробки по пробкопроводу подаются к укупорочной карусели, и струей сжатого воздуха (на рисунке не показано) передняя из них прижимается к торцу диска 16. В момент, когда перед пробкопроводом находится пробкоприемник, пробка под воздействием сжатого воздуха западает в него. При проворачивании карусели копир опускает шток, который сбрасывает пробку из пробкоприемника в укупорочное устройство, после чего происходит совместное перемещение штока (от копира) и устройства. Плавно (за счет пружины 11, поджимаемой гайкой 12) опускаясь на бутылки, укупорочные устройства центрируют их, а штоки вдавливают находящиеся в них пробки в горлышки бутылок. Ориентацию пробки обеспечивают подпружиненные кулачки, помещенные радиально в укупорочном устройстве.

Далее копир поднимает шток и патрон в исходное положение, а бутылка выгрузочной звездочкой 20 вдоль направляющей 21 выдвигается из машины. Количество укупорочных устройств в машине – 8 шт.

Вибробункер с помощью гайки-маховика 4 и винта 3 можно перемещать вверх и вниз, устанавливая в нужное в зависимости от типоразмера бутылки положение. Карусель машины с укупорочными головками и копирами установлена на неподвижной стойке и также может регулироваться по высоте в зависимости от типоразмеров бутылки с помощью гайки-маховика 7.

Укупоривание бутылок с шампанским корковой пробкой может производиться на машинах Корма фирмы «Seitz» (ФРГ) и машинах фирмы «Valenta» (Франция) производительностью 6 тыс. бутылок в час. Достоинством их является наличие у каждого укупорочного устройства автономного пробкопровода.



**Рис. 7.39.** Укупорочная машина ВРО/2 (общий вид):

1 - станина; 2 - кронштейн; 3 - винт; 4, 7 - гайки-маховики; 5 - вибробункер; 6 - пробкопровод; 8, 14, 16 - диски; 9 - обойма; 10, 13 - направляющие; 11 - пружина; 12 - гайка; 15 - шток; 17 - пластина; 18 - укупорочная головка; 19 - полая колонна; 20, 22 - звездочки; 21, 23 - направляющие бутылок; 34 - звездочка-отсекатель

Из зарубежных укупорочных машин для бутылок с тихими винами наиболее известны машины Anjou, Cosmos, Fortuna фирмы «Girondine», SA фирмы «A. Zalkin» (Франция), Beta, Delta, Epsilon, Gloria, Jota, Karra и др. фирмы «Bertolaso» (Италия), а также фирмы «Cifal» (Франция), «Seitz», «Enzinger», «Holstein und Kappert» (ФРГ). Эти машины отвечают современным требованиям эстетики, достаточно надежны в работе, они выпускаются во многих вариантах. Часть перечисленного оборудования имеется на отечественных предприятиях.

В некоторых зарубежных машинах применены механизмы оригинальных конструкций, например устройства для ориентации пробок (фирма «Holstein und Kappert») укупорочные устройства с возможностью подачи инертных газов или  $\text{CO}_2$  под пробку [объединение «SEN» (ФРГ)]. Схема одного из них показана на рис. 7.40, и не нуждается в пояснениях. Аналогичные устройства можно использовать для укупоривания бутылок под вакуумом.

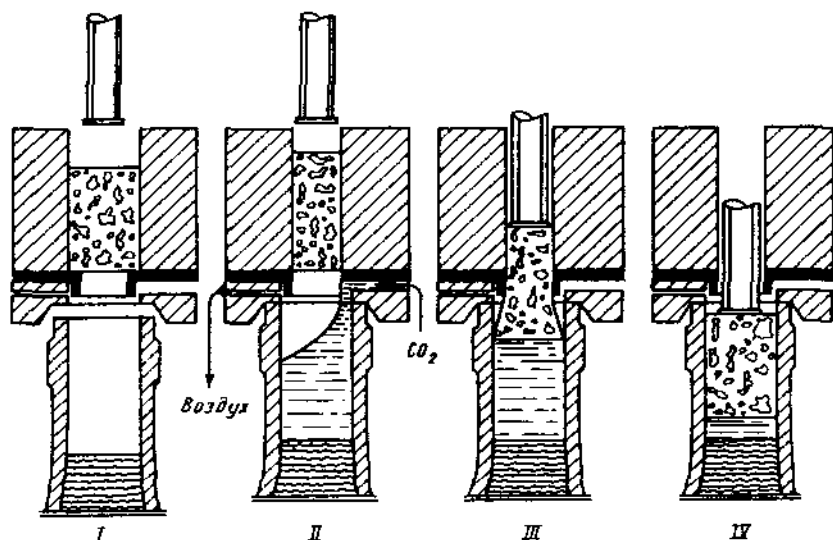


Рис. 7.40. Укупорочное устройство «SEN»:

*I, II, III, IV — положения пробки*

**Ударно-обжимные укупорочные машины.** Машины этого типа, в основном, предназначены для укупоривания бутылок кронен-

пробками. Наиболее известные марки этих машин У-23 и У2-6 [8]. Это машины карусельного типа. Их производительность соответственно 3000 и 6000 бут./ч. В винодельческой промышленности эти машины применяются сравнительно редко. Укупорочное устройство этих машин показано на рис. 7.47, е.

**Обжимные укупорочные машины.** В таких машинах, относящихся, как правило, к карусельным, используются специальные укупорочные устройства, обеспечивающие обжим алюминиевого колпачка по венчику горлышка бутылок. В принципе, можно обжимать металлические колпачки типа Алка или винтовые. Механическое укупорочное устройство такого типа показано на рис. 7.47, з.

Обжимные устройства бывают магнитно-импульсными. Машины с такими устройствами выпускают под марками ВУМ-3, ВМУ-2, ВУМ-Ф, ВУМ-Б.

Принцип действия магнитно-импульсного укупорочного устройства (рис. 7.41, а) следующий. Горло бутылки 1, снабженное колпачком 4 с прокладкой, с гарантированным воздушным зазором вводится внутрь кругового индуктора 2 и упирается в прижим 3. Электродинамические силы, возникающие между индуктором и колпачком при разряде конденсаторной батареи С (силой тока 10 А), обжимают колпачок на горле бутылки. Характер процесса формирования колпачка зависит от величины электродинамических сил, их изменения во времени и распределения по толщине и поверхности колпачка.

Конструктивно укупорочные устройства расположены по периметру верхней карусели машины (см. ниже). В центральной части верхней карусели смонтирован силовой прерыватель, состоящий из контактных колец и 24 электродов, по два на каждое укупорочное устройство (при укупоривании бутылок колпачком с винтовой нарезкой первым импульсом обжимается нижняя часть колпачка над перфорацией, вторым импульсом – под перфорацией). Кольца и электроды закреплены на вращающемся текстолитовом цилиндре. Ток на кольца подается через неподвижные щетки, а на электроды – через центральный неподвижный электрод. Укупорочные устройства и силовой прерыватель сверху закрыты единым кожухом, оснащенным блокировкой.

Машина ВУМ-3 – карусельного типа (рис. 7.41, б) и работает так же, как все машины этого типа. Бутылка, находясь на подъемном столике, вращается с каруселью и в определенном месте соприкасается с шупом блокировки «есть бутылка – есть импульс», включая питание на зарядную цепь конденсатора, после чего происходит обжим колпачка на горле бутылки.

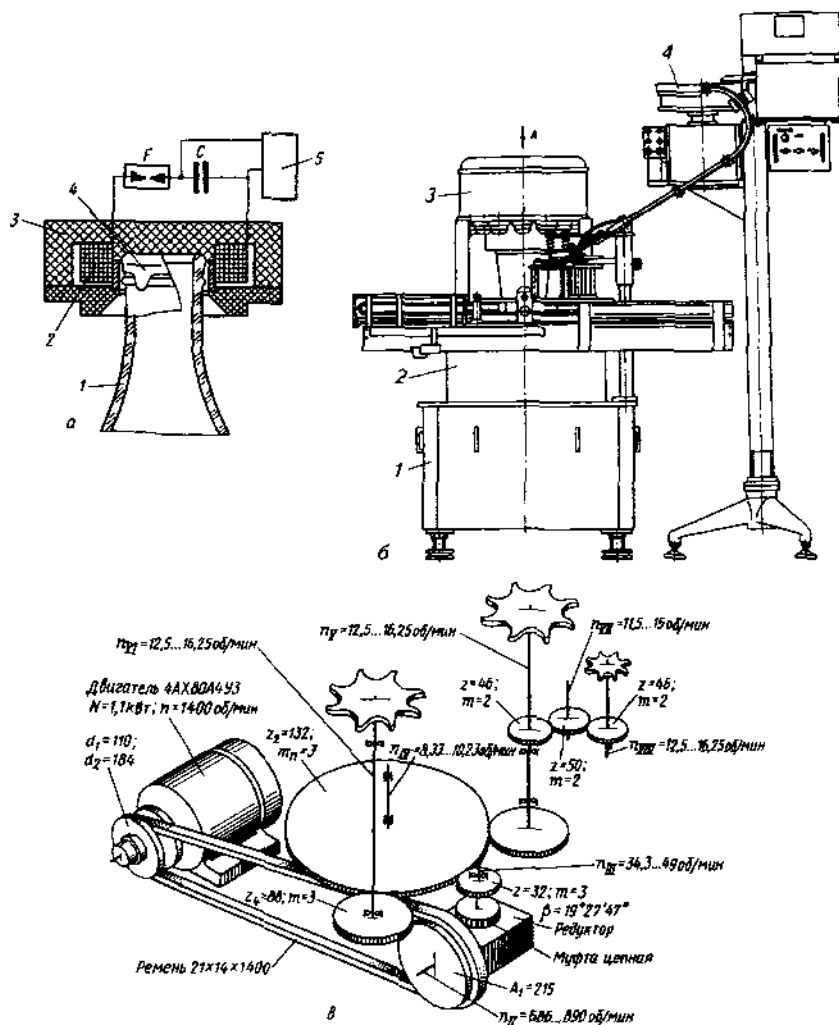


Рис. 7.41. Укупорочная машина ВУМ-3:

*a* — принципиальная схема магнитно-импульсного укупорочного устройства (1 — бутылка; 2 — индуктор; 3 — пружина; 4 — колпачок; 5 — зарядный блок); *б* — общий вид (1 — станина; 2, 3 — карусели; 4 — вибробункер; 5, 8 — звездочки; 6 — конвейер; 7 — стол); *в* — кинематическая схема



Кинематическая схема машины ВУМ-3 показана на рис. 7.41, в. Производительность машины (номинальная) 6000 бут./ч.

Аналогично устроены и машины ВМУ-2 (для упаковывания бутылок обычными алюминиевыми колпачками) производительностью 12000 бут./ч, ВУМ-Ф и ВУМ-Б. Машина ВУМ-Ф предназначена для укупоривания бутылок типа «фляга» вместимостью 0,25 и 0,38 л, а машина ВУМ-Б – для сувенирных бутылок вместимостью 0,05 и 0,1 л. Производительность машин ВУМ-Ф и ВУМ-Б 6000 бут./ч. Количество укупорочных устройств во всех машинах – 12.

**Обкаточные укупорочные машины.** Эта группа машин предназначена для укупоривания бутылок металлическими колпачками методом обкатки. Наиболее распространены машины следующих марок: ВУВ (модернизированный вариант машины ВУУ-0,5), ВУЛ, В32У, УВС-2.

Машина ВУВ (рис. 7.42, а) состоит из станины 6 с приводом, обкаточной карусели с головками 3, каруселей загрузки 5 и разгрузки, стола загрузки и выгрузки 2, привода каруселей, устройства 4 для накладки и фиксации колпачка и электрооборудования.

Все механизмы машины смонтированы на станине.

Карусель обкатки в сборе с подъемными столиками 7 и обкаточными головками с помощью копира укупоривает бутылки и передает их к карусели разгрузки.

Карусель разгрузки предназначена для съема бутылок с карусели обкатки и последующей передачи их на транспортер.

Стол загрузки и выгрузки предназначен для разделения потока бутылок на транспортере с определенным шагом с помощью шнека 1, придания направления бутылке при входе и выходе с карусели обкатки и выключения машины при переполнении бутылками транспортера на выходе из машины.

Устройство накладки и фиксации колпачка служит для накладывания на бутылку колпачка и предварительной фиксации его на горлышке бутылки.

Кинематическая схема машины Л5-ВУВ представлена на рис. 7.42, б.

Электродвигатель 1 через клиноременную передачу со шкивами 2 и 3, редуктор 4, шестерню 8 сообщает вращение обкаточным головкам; электродвигатель 5 через клиноременную передачу со шкивами 6 и 7 и вал 1 – карусели обкатки. Через шестерни 10, 11 и 9 вращение передается загрузочной и разгрузочной звездочкам, а через шестерни 12 и 13, конические шестерни 14 и 15 и цепные передачи – шнеку.

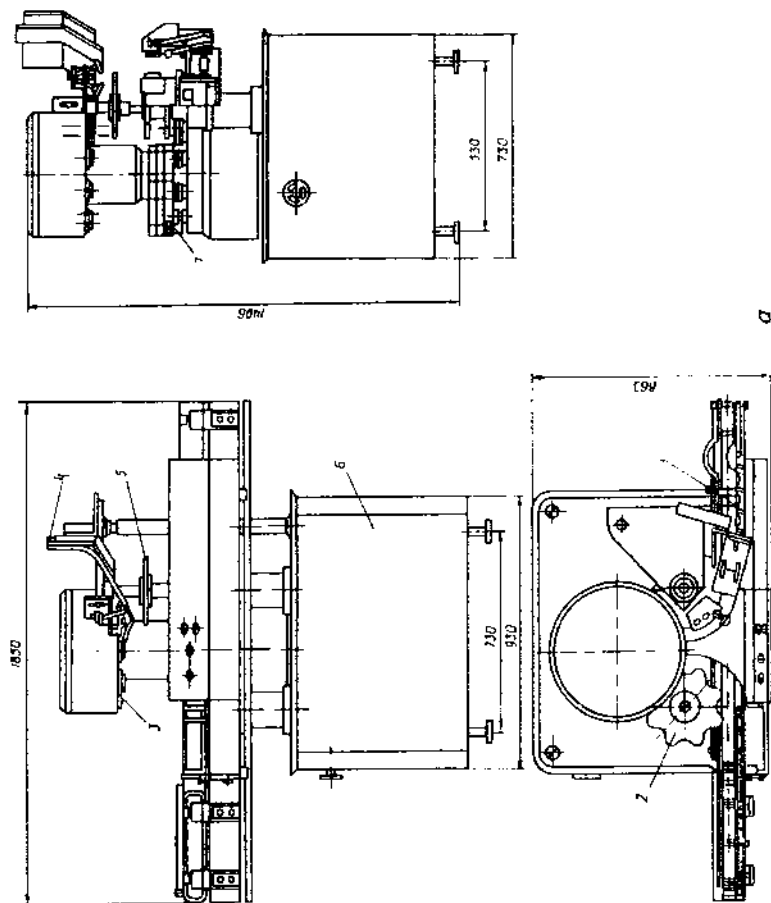
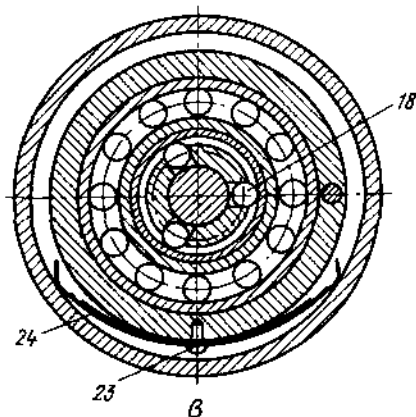
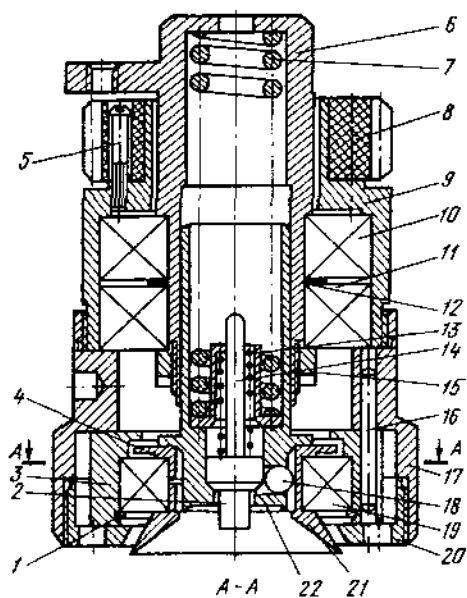


Рис. 7.42. Укупорочная машина ВУВ: а - общий вид;





**Рис. 7.42 (продолжение).** Укупорочная машина ВУВ:

*в* – обкаточный патрон машины ВУВ (1, 12 – кольца; 2 – шуп; 3 – обойма; 4, 14 – втулки; 5 – винт; 6 – корпус патрона, 7, 13 – пружины; 8, 9 – шестерни; 10, 11, 19 – подшипники; 15, 20 – вкладыши; 16 – ось; 17 – корпус штифной; 18 – шарик; 21 – колокольчик; 22 – шток; 23 – заклепка; 24 – рессорная пружина)

Работает машина следующим образом. Наполненные бутылки расставляются с помощью шнека на пластинчатом транспортере с определенным шагом. При дальнейшем движении по транспортеру они захватываются звездочкой карусели загрузки и подводятся к колпачкопроводу устройства накладки и фиксации колпачка, где на горлышко бутылок надеваются колпачки. Затем бутылки проходят между двумя роликами фиксации, и колпачок в двух точках прижимается к горлышку, что предотвращает спадение колпачков с бутылок при движении их к карусели обкатки.

При движении по кругу на карусели обкатки бутылка поднимается подъемным столиком, так что горлышко ее с надетым колпачком входит в направляющий колокольчик обкаточной головки, которая завальцовывает колпачок. Затем столик опускает бутылку до уровня пластинчатого транспортера, а загрузочная звездочка снимает укупоренную бутылку с карусели обкатки и ставит на транспортер.

На рис. 7.42, в показано укупорочное устройство машины ВУВ, работающее по принципу безроликовой обкатки колпачка. При движении бутылки, стоящей на подъемном столике, по кругу она поднимается, центрируется колокольчиком и упирается венчиком с надетым колпачком в шток, сжимая пружину 7. Одновременно колпачок нажимает на шуп, подпружиненный пружиной 13, поднимая его и освобождая шарик 18, который свободно перемещается между втулкой и тонкой частью шупа. Система становится разбалансированной. Ось патрона под действием рессорных пружин смещается, и колокольчик буртиком при вращении патрона (от шестерни 8 вращаются корпус подшипников, вкладыш 20 и обойма 3) обкатывает колпачок на горле бутылки.

При отсутствии колпачка на горле бутылки шуп не поднимается, шарик находится в фиксированном положении (как показано на рисунке). Патрон вращается вокруг оси без смещения, обкатки не происходит. Таким образом осуществляется блокировка «нет колпачка – нет обкатки».

Укупорочная машина ВУЛ (рис. 7.43) предназначена для укупоривания бутылок с винтовым горлом алюминиевыми колпачками с отрывным кольцом.

Бункер-ориентатор 6 заполняется колпачками, которые, перемещаясь по наклонной поверхности его обечайки, поступают к вращающимся дискам и, сориентировавшись доньшком вниз, переносятся вращающимися дисками к пробкопроводу 7, по которому перемещаются к механизму накладки.

На корпусе бункера, пробкопровода и механизме накладки установлены три емкостных датчика. Два датчика контролируют наличие

колпачков в пробкопроводе и отключают двигатель бункера при переполнении питателя или включают двигатель при недостаточном количестве колпачков в питателе. Третий датчик отключает машину при отсутствии колпачка в механизме накладки или неправильном его положении.

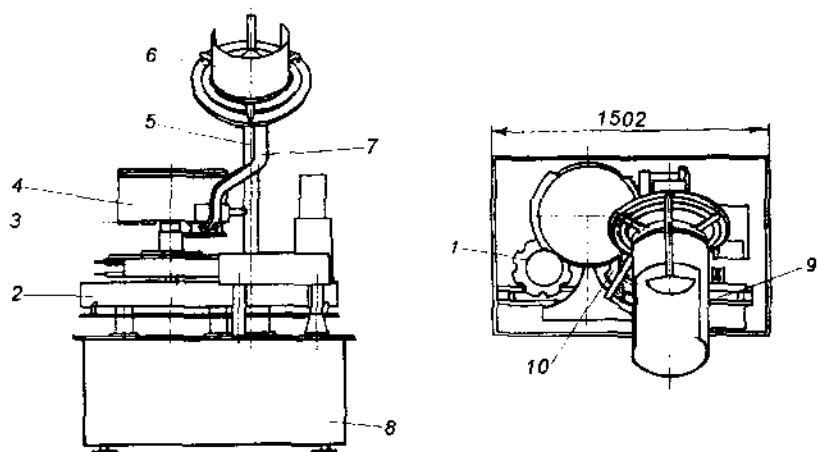


Рис. 7.43. Укупорочная машина ВУЛ (общий вид):

1 – разгрузочная звездочка; 2 – стол; 3 – обкаточная головка; 4 – карусель; 5 – стойка; 6 – бункер-ориентатор; 7 – пробкопровод; 8 – станина; 9 – шнек; 10 – загрузочная звездочка

Пластинчатая цепь транспортера линии подводит непрерывный поток наполненных жидкостью бутылок к шнеку машины 9, которая разделяет их с определенным шагом и подает к загрузочной звездочке 10 турникета. Загрузочная звездочка сначала подводит бутылку к механизму накладки колпачка, где колпачок надевается на горлышко бутылки, а затем устанавливает ее на подъемный столик карусели.

При перемещении каруселью по окружности бутылка поднимается подъемным столиком; ее горлышко с надетым колпачком входит в направляющий колокольчик обкаточной головки 3, и ее ролики завальцовывают колпачок.

При дальнейшем движении карусели по окружности подъемный столик опускает бутылку до уровня пластинчатого транспортера, а разгрузочная звездочка 1 турникета снимает укупоренную бутылку с карусели и устанавливает ее на транспортер.

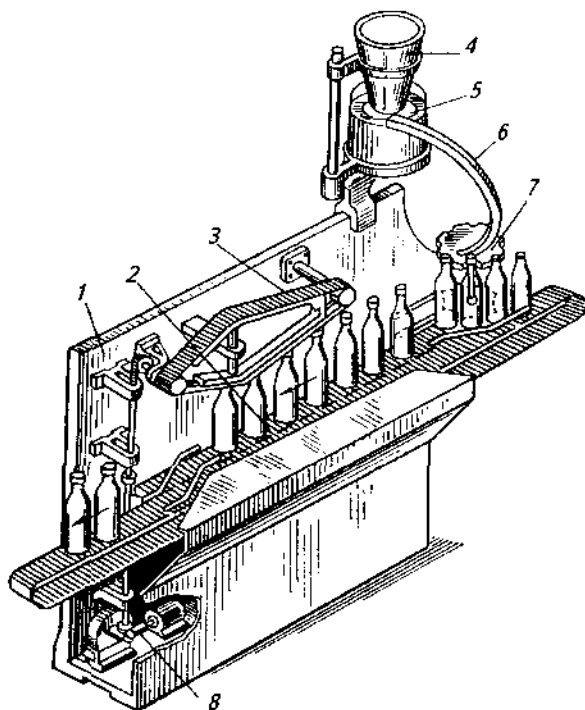
При переполнении транспортера бутылками на выходе из машины или при падении бутылки в зоне шнека, срабатывают блокировки, отключающие машину.

Производительность машины ВУВ и ВУЛ (номинальная) 6000 бут./ч, количество укупорочных устройств в них – по 10.

Аналогично устроены и имеют то же назначение и укупорочные машины ВЗУ и УВС-2 производительностью соответственно 2000 и 1500–3000 бут./ч (есть и вариант УВС производительностью 6000 бут./ч).

**Напрессовывающие укупорочные машины.** Эти машины могут быть линейными и карусельными.

На рис. 7.44 показана напрессовывающая машина линейного типа, обеспечивающая производительность до 6000 бут./ч.



**Рис. 7.44.** Машина для напрессовывания пробок:

1 – станина; 2 – конвейер; 3 – напрессовывающее устройство; 4 – предбункер; 5 – виброритатель; 6 – пробкопровод; 7 – направляющая звездочка; 8 – привод

Напрессовывающее устройство 3 устанавливается над опорным конвейером 2 на определенной высоте (в зависимости от высоты бутылок) и по конструкции аналогично опорному конвейеру. Нижняя ветвь устройства расположена под углом  $3^\circ$  к плоскости опорного конвейера и перемещается по подпружиненным направляющим, обеспечивающим натяжение цепи.

Вибропитатель 5 предназначен для ориентированной подачи пробок в пробкопровод и состоит из конического предбункера 4 (для увеличения разовой загрузки пробок) и вибрационного бункера.

Устройство для надевания пробок состоит из пробкопровода и направляющей звездочки 7. Пробкопровод имеет сечение канала, соответствующее профилю пробки, и заканчивается шарнирным наконечником с боковыми эластичными отсекаателями, которые удерживают пробку в исходном положении под углом  $30^\circ$  к горизонту в процессе надевания ее на горлышко бутылки.

Направляющая звездочка предназначена для обеспечения устойчивого положения бутылок в процессе съема пробок и перевода бутылок на опорный конвейер машины. Звездочка состоит из верхнего и нижнего фигурных дисков, удерживающих бутылку соответственно за горлышко и цилиндрическую часть. Звездочка не имеет привода и вращается под действием напора движущихся по конвейеру бутылок.

Привод машины 8 осуществляется от электродвигателя через червячный редуктор и конические зубчатые передачи, передающие вращение на ведущие звездочки опорного конвейера и напрессовывающего устройства.

Работа машины ясна из ее описания.

В принципе бункер и устройство для надевания пробок могут быть любой конструкции.

Такие машины не выпускаются промышленностью. Как правило, они изготавливаются силами самих предприятий отрасли.

На рис. 7.45 показан общий вид карусельной укупорочной машины ВАУ-1.

Напрессовывание пробок производится специальным укупорочным диском.

Работает машина следующим образом.

Бутылки по транспортеру 9 подаются к делительной звездочке 6, которая с постоянным шагом подает их к загрузочной звездочке 7, горло бутылки фиксируется подпружиненной направляющей и верхней звездочкой, и проходит съем пробки из накладывающего устройства.



Бутылка с надетой пробкой устанавливается на подъемный столик 4 карусели под упорочный диск 3. При вращении карусели подъемный столик вместе с бутылкой под действием пружины поднимается, упираясь пробкой в упорочный диск. При дальнейшем подъеме столика происходит напрессовывание пробки на венчик горла бутылки.

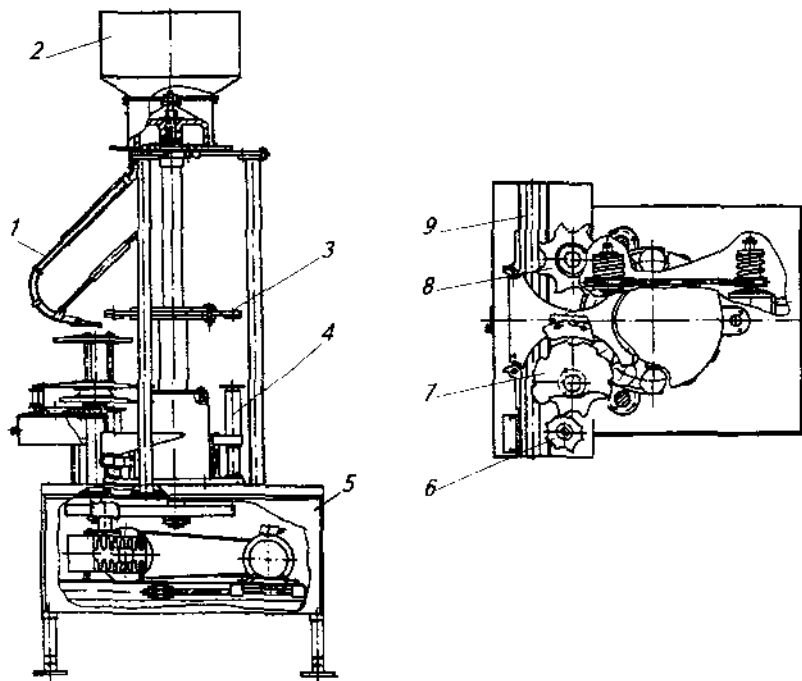


Рис. 7.45. Упорочная машина ВАУ-1 (общий вид):

1 - пробкопровод; 2 - бункер; 3 - упорочный диск; 4 - подъемный столик; 5 - станина с приводом; 6 - делительная звездочка; 7 - загрузочная звездочка; 8 - разгрузочная звездочка; 9 - транспортер

После упоривания подъемные столики с бутылками опускаются по копиру вниз. Разгрузочная звездочка 8 снимает бутылку со столика и по криволинейной направляющей переводит ее на транспортер.

Производительность машины ВАУ-1 (номинальная) - 6000 бут./ч, количество упорочных устройств - 12.

В настоящее время имеет место тенденция создания универсальных укупорочных машин со сменными механизмами укупоривания или машин в различных исполнениях, обеспечивающих укупоривание бутылок различными средствами укупорки.

Примером могут служить машины: ЛПМ4, ВУБ-6 и др.

Так, машина ЛПМ4 выпускается в двух моделях и четырех вариантах исполнения. Обе модели (ЛПМ4-302 и ЛПМ4-602) обеспечивают производительность 6000 бут./ч, но отличаются количеством укупорочных устройств: соответственно 4 и 6 шт.

Варианты исполнения машин следующие: для винтовых металлических колпачков и навинчивающихся пробок (методом обкатки), для полиэтиленовой пробки (ударно-забивным методом), для кронен-пробки (методом обжима) [16].

Машина ВУБ-6 также имеет производительность 6000 бут./ч и за счет сменных укупорочных механизмов может укупоривать бутылки металлическими колпачками (винтовыми и типа Алка), полиэтиленовой пробкой, натуральной корковой пробкой.

Наряду с описанными машинами в отрасли в последние годы стали использовать ручные укупорочные машины для различных видов пробок небольшой производительности (до 1000 бут./ч).

Общие вопросы монтажа, эксплуатации и ремонта укупорочных машин, а также охраны труда обслуживающего персонала приведены в литературе [8].

**Основные механизмы укупорочных машин.** Укупорочные машины состоят из следующих основных механизмов: привода, устройств подачи бутылок в машину и передвижения их под укупорочные устройства, перемещения бутылок (подъемных столиков) или перемещения укупорочных устройств (при подвижных устройствах), ориентации и подачи пробок, бункерных питателей, самих укупорочных устройств и вспомогательных устройств (компрессоров, блокировок и др.).

Часть перечисленных механизмов выполнена так же, как в фасовочных машинах. Ряд других имеет свою специфику. Причем зачастую механизмы одних машин используются в других машинах (чаще всего это касается укупорочных устройств и вызывается сравнительно большой номенклатурой укупорочных материалов). Кроме того, укупорочные машины более других подвергаются модернизации силами самих предприятий.

Загрузочные устройства укупорочных машин, как правило, состоят из следующих элементов: емкости для пробок с механизмом для предотвращения ее переполнения; механизма захвата и ориентации пробок; пробкопровода; механизма поштучной выдачи.

Механизм ориентации пробок, расположенный в бункере загрузочного устройства, осуществляет подготовку пробки к ее захвату. По конструктивному выполнению механизмы захвата и ориентации пробки разделяются на механизмы с вращательным движением захватных органов и механизмы с вибрационным движением транспортных лотков.

Первые, имеющие захваты в виде непрерывно вращающихся валликов, дисков с фигурными пальцами или штырями, используются для подачи в ориентированном положении корковых и полиэтиленовых пробок разных типов, а также кронен-пробок в пробкопроводы укупорочных машин. В зависимости от формы и размеров пробки применяются различные конструкции механизмов ориентации.

На рис. 7.46, *а* представлен бункер с механизмом ориентации корковой пробки. Ориентирующим устройством в бункере служат два сочлененных ролика с канавками по наружной поверхности, которые и образуют отверстие для проваливания пробок в пробкопровод. Левый ролик 8 вращается несколько медленнее правого и полукруглыми выступами, расположенными на его цилиндрической поверхности, ворошит пробки у входа в пробкопровод. Пробки, установившиеся при этом вертикально, затягиваются в канал пробкопровода 7 правым роликом 5.

Механизм ориентации композиционной пробки для шампанского, действие которого основано на смещении центра тяжести пробки, описан в 7.9.

При подаче кронен-пробок в бункере устанавливается вращающийся диск 1 (рис. 7.46, *б*), склепанный при помощи фигурных пальцев 3 с кольцом 4. Пальцы располагаются на равном расстоянии по окружности и образуют ячейки определенной формы, в которые кронен-пробка 2 свободно входит только в том случае, если она обращена прокладкой в сторону диска, как это показано на рисунке. При любом другом положении кронен-пробка не может пройти между пальцами, отбрасывается в сторону и снова падает в бункер.

Под диском расположен кольцевой питатель, в который проваливаются кронен-пробки, проходящие между пальцами ячеек. Питатель в нижней части имеет окно, соединенное с вертикальным пробкопроводом. Через это окно кронен-пробки, скапливающиеся в питателе, соскальзывают в пробкопровод и гравитационно доставляются к укупорочным патронам.

В устройстве для захвата и ориентации пробки типа комбинированной пробки-коллачка использован принцип гравитации со смещением центра тяжести пробки.



Бункер с механизмом ориентации глубоких колпачков (рис. 7.46, в) устроен и работает следующим образом. С передней стороны бункера 1 расположен вращающийся сепаратор 2, составленный из диска и кольца, которые образуют щель для проваливания колпачков. Для ориентации проваливающихся колпачков по окружности диска сделаны конусообразные выступы 3 в сторону щели, а на кольце, смещенном по отношению к конусообразным выступам, имеются шпильки 4, исключаящие проваливание колпачка в другое место. Таким образом, колпачок может пройти через сепаратор только в месте конусообразного выступа. Размеры выступа и форма щели в сепараторе обеспечивают проваливание колпачка в пробкопровод только в определенном положении, указанном на рисунке.

В положении доннышком к конусу колпачок через щель не проходит и при перемещении его сепаратором в верхнее положение выпадает обратно в бункер. Ориентированные колпачки поступают по пробкопроводу к укупорочному патрону.

Для выталкивания застрявших колпачков из щели сепаратора служит специальный толкатель 5, смонтированный на пружине в верхней части бункера.

Для подачи алюминиевых колпачков с языком может применяться бункерный вибрационный питатель (рис. 7.46, г) с подвеской чаши на цилиндрических стержнях. Питатель состоит из чаши 6, на внутренней поверхности которой выполнена спиральная канавка призматической формы. Чаша вместе с конусом 7 крепится к днищу 8. Днище питателя укреплено на трех наклонных цилиндрических пружинных стержнях 3, закрепленных зажимами в верхнем 4 и нижнем 14 башмаках.

Для уменьшения габаритных размеров питателя при определенной рабочей длине пружинных стержней крепление их к плите осуществляется зажимами с нижней стороны плиты.

Для укупорочных машин большой производительности, а следовательно, при большом расходе укупорочных материалов (колпачков, пробок) над чашей сделан предбункер (на рисунке не показан), установленный на стойках на опорной плите. Стойки заканчиваются винтами, позволяющими регулировать величину зазора между дном и воронкой предбункера. Устройство резиновых шторок на воронке предбункера устраняет возможность деформации и заклинивания колпачков в зазоре.

Привод питателя осуществляется от вертикального электромагнитного вибратора 2, установленного в центре плиты. Якорь вибратора со-

стоит из двух пакетов пластин электротехнической стали, которые при помощи пленок крепятся к основанию якоря.

Сердечник электромагнита состоит из набора Ш-образных пластин, изготовленных из электротехнической стали, которые прикрепляются к основанию вибратора при помощи планок. На средний выступ набора надевается катушка с обмоткой, через которую пропускается переменный ток. Вертикальные колебания якоря вибратора за счет изгиба наклонных стержней преобразуются в колебания чаши питателя по спирали. Такое движение чаши заставляет колпачки, лежащие на поверхности конуса, сползать к спиральной канавке и подниматься по ней.

Для виброизоляции питатель установлен на трех витых цилиндрических пружинах *1* сравнительно небольшой жесткости. Устранение чрезмерной подвижности питателя на пружинах достигается установкой оси резиновой втулкой, входящей в отверстие плиты с небольшим зазором.

На рис. 7.46, *д* показан пример устройства для ориентации колпачков на лотке. Лоток имеет вырезы в виде гребенки, через которые проходят только колпачки, идущие доньшком вниз, а остальные колпачки сваливаются обратно в чашу питателя. На рис. 7.46, *е* показано аналогичное устройство для фланцевых пробок.

Механизмы поштучной выдачи предназначены для отделения одной пробки из всего запаса, находящегося в пробкопроводе. В функции механизма входит также подача пробки в укупорочный патрон или удержание ее в питателе, устанавливаемом на пути движения бутылок к машине. Для укупорочных машин наиболее характерны две схемы: отделение пробки из питателя с подачей ее в укупорочный патрон и автоматическое надевание пробок на горлышки проходящих мимо питателя бутылок. Первая схема применяется для несцепляющихся укупорочных материалов (полиэтиленовых пробок типа ниппельной и корковых пробок) в машинах тех конструкций, где возможно одновременное попадание в укупорочный патрон сразу нескольких пробок.

В механизме, показанном на рис. 7.46, *ж*, отсекатели пробок *1* и *4* закреплены хомутами в качающемся на оси рычаге *3*, который отжимается в одну сторону пружиной *5*. При нажатии на рычаг пружина сжимается, весь столбик пробок *2* в накопителе опирается на отсекатель *4* и удерживается им. Одновременно отсекатель *1* уходит влево, и нижняя пробка проваливается в горизонтальный направляющий лоток пробкопровода, откуда воздухом задувается в укупорочное устройство.

Описанный принцип использован в ряде машин в механизмах поштучной выдачи. В тех случаях, когда находящаяся в укупорочном устрой-

стве пробка препятствует проникновению в него остальных, в использовании подобного механизма нет необходимости.

Для алюминиевых колпачков и полиэтиленовых пробок с чехлом (типа комбинированной) применяют вторую схему, по которой пробка не подается в укупорочное устройство, а накладывается на горлышко бутылки, как это, например, осуществляется в описанной выше машине ВЛВ (см. рис. 7.42, а).

Механизм укупоривания определяет качество укупоривания бутылки, надежность работы укупорочной машины, а иногда и работоспособность машины в целом. На рис. 7.47 показаны основные виды укупорочных механизмов, которые могут быть использованы в машинах различных типов (часть механизмов приведена выше при описании укупорочных машин).

На рис. 7.47, а показан укупорочное устройство для натуральной корковой пробки. Бутылка подъемным столиком устанавливается под укупорочное устройство и центрируется колокольчиком 1 соосно с конусообразной втулкой 3. Пробка, удерживаемая механизмом для поштучной выдачи, выбивается из него штоком и заталкивается в конусную втулку. Проходя через нее, пробка сжимается и калибруется до размера, необходимого для свободного входа в горлышко бутылки.

Для полиэтиленовой капсульной пробки может быть применено устройство, показанное на рис. 7.47, б.

Приспособление для центрирования пробок выполнено в виде цилиндрического вкладыша 5 с внутренней поверхностью в форме усеченного конуса, в верхней части которого имеется кольцевая проточка 6 под шляпку пробки. При этом вкладыш укреплен так, что он может совершать возвратно-поступательное перемещение во втулке 1, а шток 4 смонтирован неподвижно.

Пробка из пробкопровода 7 воздухом, подаваемым через сопла 8, задвигается во вкладыш и удерживается шляпкой в кольцевой проточке. Бутылка, находясь на подъемном столике, перемещается вверх, упирается в центрирующий колокольчик 3 и поднимает корпус 2 устройства. При этом пробка движется вместе с вкладышем до тех пор, пока не упрется в торец направляющего штока 4. После этого пробка останавливается и выравнивается относительно горлышка бутылки. Затем шляпка пробки изгибается под действием вкладыша, продолжая движение вверх, пока не пройдет кольцевую проточку. После этого пробка мгновенно принимает первоначальное положение благодаря упругим свойствам полиэтилена. Бутылка поднимается до тех пор, пока не наденет на себя пробку, удерживаемую штоком.

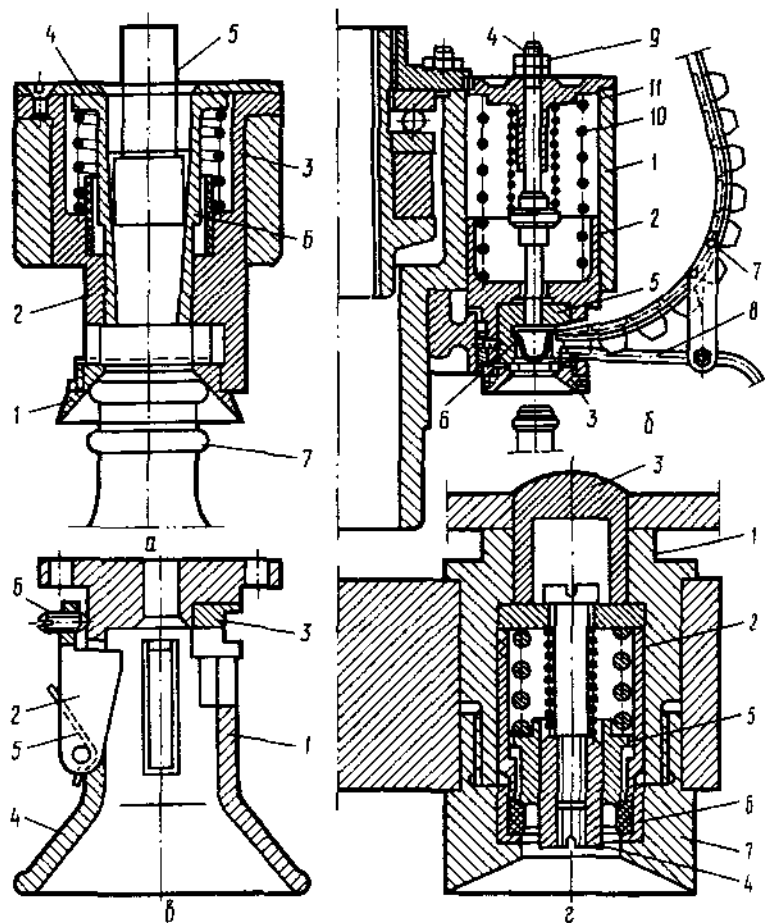


Рис. 7.47. Укупорочные механизмы:

*а* для натуральных корковых пробок в ударно-забивных машинах (1 - центрирующий колокольчик; 2 - корпус; 3 - втулка; 4 - шток; 5 - пружина; 6 - пробка; 7 - бутылка); *б* для полиэтиленовых пробок в ударно-забивных машинах (1 - втулка; 2 - корпус; 3 - центрирующий колокольчик; 4 - шток; 5 - вкладыш; 6 - проточка; 7 - пробкопровод; 8 - сопла; 9 - гайка; 10, 11 - пружины); *в* - то же универсального назначения (1 - корпус; 2 - кулачок; 3 - кольцо-отсекатель; 4 - центрирующий колокольчик; 5 - пружина; 6 - винт); *г* для алюминиевых колпачков в обжимных машинах (1 - корпус; 2 - плунжер; 3 - хвостовик; 4 - толкатель; 5 - втулка; 6 - кольцо; 7 - центрирующий колокольчик);



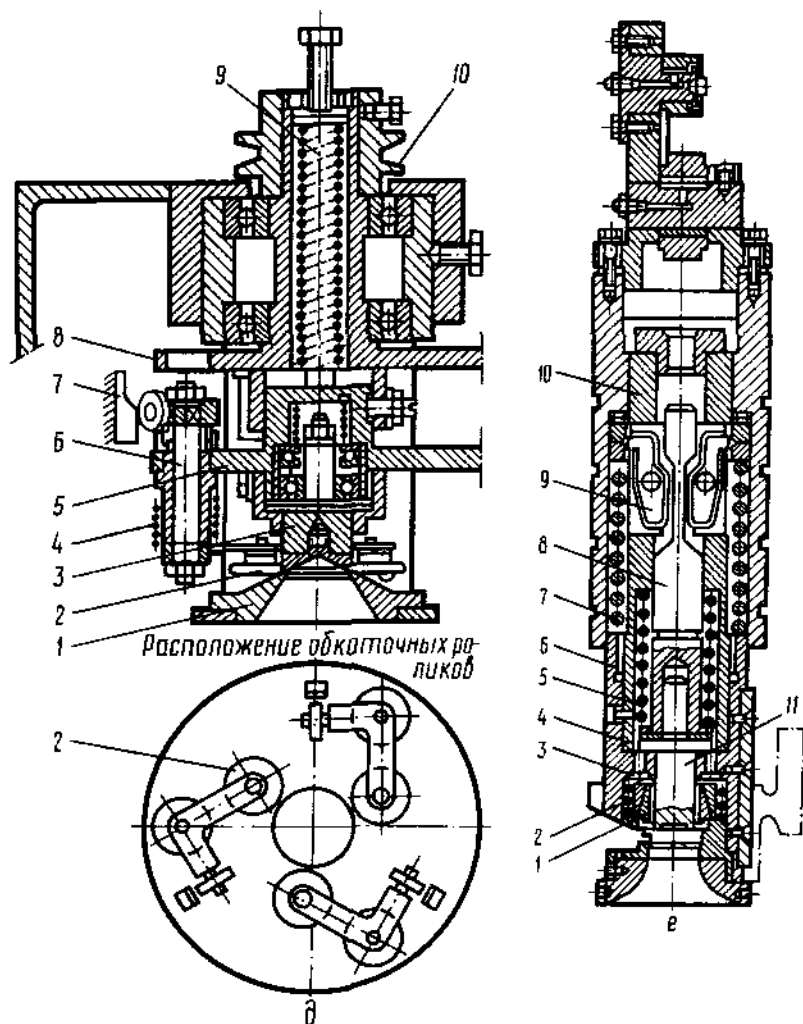


Рис. 7.47 (продолжение). Укупорочные механизмы:

*д* – для алюминиевых колпачков в обкаточных машинах (1 – центрирующий колокольчик; 2 – ролик; 3 – пята; 4 – пружина; 5 – втулка; 6 – ось; 7 – копир; 8 – втулка-корпус; 9 – держатель; 10 – шкив); *е* – для кронен-пробок в ударно-обжимных машинах (1 – кулачок; 2, 5 – пружины; 3, 10 – кольца; 4 – стакан; 6 – патрон; 7 – выталкиватель; 8 – плунжер; 9 – щеколда; 11 – держатель)

Усилие запрессовки пробки и глубина ее ввода в горлышко бутылки регулируются гайками 9. Вкладыш возвращается вниз под действием пружины 10. Нестандартность бутылки по высоте компенсируется пружиной 11, которая одновременно предотвращает скол горлышек.

Полиэтиленовыми пробками (капсюльными и ниппельными) можно укупоривать бутылки в универсальном устройстве, показанном на рис. 7.47, в. В корпусе устройства образованы три паза с шарнирно установленными в них кулачками 2 для фиксации пробки и окно для прохода пробки из питателя. Для поштучной подачи пробок в укупорочное устройство имеется кольцо-отсекатель 3 с профильными пазами. Бутылка, центрируемая колокольчиком 4, во время подъема входит в корпус устройства и раздвигает кулачки. Пробка упирается в верхнюю часть устройства и запрессовывается в горлышко бутылки. При опускании бутылки кулачки пружинами 5 возвращаются в исходную позицию. Положение их можно регулировать винтами 6.

В некоторых укупорочных устройствах (рис. 7.47, г) обжим алюминиевого колпачка производится при помощи резинового кольца 6. Укупоривание производится следующим образом. Бутылка с надетым на горлышко колпачком подается к укупорочному устройству и центрируется колокольчиком 7. При подъеме бутылка, преодолевая сопротивление подпружиненного толкателя 4, упирается колпачком в торец втулки 5. В этот момент хвостовик набегает на копира и перемещает плунжер 2 вниз. Плунжер давит на кольцо 6, обжимающее колпачок на горлышке бутылки, и втулку 5, плотно прижимающую колпачок к венчику бутылки. После укупоривания хвостовик сходит с копира, снимая давление с обжимного кольца, которое восстанавливает свою первоначальную форму за счет внутренних сил упругости и под действием втулки, имеющей коническую наружную поверхность.

При износе обжимного кольца или при укупоривании бутылок с другой формой венчика центрирующий колокольчик перемещают по резьбе корпуса, смещая тем самым положение кольца относительно венчика бутылки и изменяя давление на него.

Принцип обжима используется в устройствах для отделки горлышка бутылки декоративным колпачком из деформируемого материала.

Обжим алюминиевого колпачка на горлышке бутылки может быть выполнен методом завальцовки роликами, вращающимися вокруг горлышка бутылки, или завальцовочным кольцом. Этот метод обеспечивает надежную герметичность укупоривания. Обкаточные устройства, используемые при укупоривании, надежнее, чем обжимные (в последних быстро

изнашиваются применяемые для обжима резиновые кольца), но имеют более сложную конструкцию.

В обкаточном устройстве, показанном на рис. 7.47, *д*, алюминиевый колпачок завальцовывается по венчику бутылки роликами, прижимающимися к колпачку спиральными пружинами 4, надетыми на втулку оси 6 рычага. Разжимаются обкаточные ролики с помощью копиров 7.

Бутылка с надетым на горлышко колпачком поступает под обкаточное устройство, поднимается, центрируется направляющим колокольчиком 1, затем упирается в упорную пятю 3 и вместе с фланцевой втулкой 5, на которой смонтированы обкаточные ролики, поднимает пятю до упора вверх. При этом упорные ролики скользят по копиру 7, ось 6 под действием пружины 4 поворачивается, обкаточные ролики 2 сходятся к центру до упора в колпачок и завальцовывают его по венчику бутылки. Время завальцовки колпачка – 0,5 с. Обкаточных роликов в патроне – три. Частота вращения патрона – 300 об/мин.

На рис. 7.47, *е* показано укупорочное устройство, предназначенное для обжима металлического корончатого колпачка (кронен-пробки) с прокладкой на горлышке бутылки. Такие устройства применяются в машинах У2-6.

Это устройство держателем 11 прижимает стальной колпачок, находящийся в приемнике устройства, к горлышку бутылки. При дальнейшем опускании устройства обжимные конические кулачки 1 заходят на колпачок и обжимают его гофрированную юбочку по венчику горлышка бутылки. Обжимные кулачки 1 стягиваются по окружности спиральной пружины 2, которая, упираясь в кольцо 3, воспринимает горизонтальные усилия при обжиме колпачка. Вертикальные усилия передаются устройством на копир через кольцо 10 и корпус.

В конце периода обжатия колпачка запирающие щеколды 9 плунжером 8 выталкиваются к центру устройства, и дальнейшее движение корпуса 6 устройства со стаканом 4 вниз продолжается вследствие сжатия амортизационной пружины 5; это предохраняет бутылки, высота которых больше стандартной, от поломки. При движении устройства вверх амортизационная пружина 5 возвращает устройство в первоначальное положение, а пружина выталкивателя 7 выталкивает укупоренную бутылку из устройства. Затем бутылка сходит со стола и подхватывается конвейером.

Конструкции других типов рабочих органов укупорочных машин описаны в литературе [39].

**Исследования укупорочных машин и направления их совершенствования.** Исследования укупорочных машин проводились в области подбора материалов укупорочных средств, анализа технологиче-

ских показателей процесса укупорки, изучения работы основных рабочих органов машин. Наибольший интерес представляют работы В. Р. Волкова [3], Ю. В. Малкова и др., результаты которых положены в основу расчета некоторых из рассмотренных типов укупорочных машин.

Известно, что основное условие надежного укупоривания бутылок – обеспечение плотности соединения «бутылка – пробка». В зависимости от типа применяемых пробок схема уплотнения выглядит по-разному. Так, при укупоривании бутылок корковыми пробками последние за счет сжатия находятся в напряженном состоянии, обеспечивающем необходимый натяг. При укупоривании бутылок корончатым колпачком герметичность достигается за счет сжатия прокладки, заполнения ею при этом неровностей на поверхности горлышка. Закрепление же прокладки в сжатом состоянии обеспечивается обжимом короны колпачка вокруг венчика горлышка. Анализ действующих при этом сил представляет наибольшие сложности, особенно в случае применения кронен-пробок с гофрами. Эти вопросы, в частности, исследованы В. Р. Волковым.

При действии обжимного кольца укупорочного устройства каждый гофр колпачка может рассматриваться как упруго-пластический рычаг. Сила, необходимая для деформации короны колпачка, зависит от толщины материала колпачка, размеров отверстия обжимного кольца и горла бутылки.

Процесс укупоривания бутылок корончатыми колпачками заключается в продавливании горла бутылки с надетым на него колпачком через отверстие обжимного кольца укупорочного устройства (рис. 7.48, а).

На дно колпачка действует подпружиненный прижим укупорочного устройства с силой  $T$ . Со стороны обжимного кольца каждый гофр колпачка нагружается силой  $P=P_1+P_2$ , где  $P_1$  и  $P_2$  – вертикальная и горизонтальная составляющие силы  $P$ . Кроме того, в процессе обжатия колпачка на каждый гофр действует сила  $S'=S'_1+S'_2$  со стороны венчика горла, где  $S'_1$  и  $S'_2$  – вертикальная и горизонтальная составляющие силы  $S'$ . Венчик горла бутылки при укупорке нагружается каждым гофром колпачка с силой  $S$ .

Сила  $Q$  прижатия прокладки к венчику горла в процессе укупоривания бутылки

$$Q = (P_1 + S'_1)z + T, \quad (7.78)$$

где  $z$  – число гофр колпачка. При этом сила  $Q$  создает давление  $q$  на поверхности контакта прокладки с горлом.

Сила  $R$ , которая действует в процессе укупоривания на дно бутылки, может быть определена из равенства

$$R = T + P_1z. \quad (7.79)$$

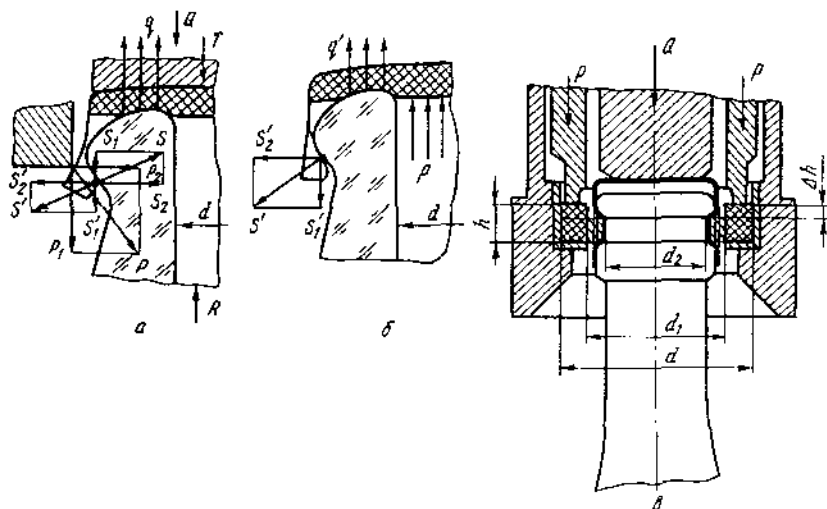


Рис. 7.48. Расчетные схемы сил, действующих при укупоривании бутылок кронен-пробкой (а, б) и алюминиевым колпачком (в)

Сравнение выражений (7.78) и (7.79) позволяет сделать вывод о том, что прокладка при укупоривании испытывает дополнительное по сравнению с дном бутылки сжатие силой

$$Q - R = S'_1 z. \quad (7.80)$$

По окончании укупоривания происходит перераспределение сил, действующих на колпачок, прокладку и бутылку. Давление на поверхности контакта прокладки с горлом бутылки уменьшается с величины  $q$  до величины  $q'$  (рис. 7.78, б).

Равновесие прокладки в укупоренной бутылке определяется равенством

$$Q' = S'_1 z - p \frac{\pi d^2}{4}, \quad (7.81)$$

где  $Q'$  – сила прижатия прокладки к венчику горла в укупоренной бутылке;  $p$  – давление внутри бутылки;  $d$  – внутренний диаметр кольцевой поверхности, по которой происходит контакт прокладки с гофром бутылки.

Основные условия, необходимые для осуществления герметичного укупоривания сформулированы следующим образом:

условие достижения герметичности в процессе укупоривания

$$Q > Q_1, \text{ или } (P_1 + S'_1)z + T > Q_1, \quad (7.82)$$

где  $Q_1$  – сила сжатия прокладки, при которой прекращается проникновение воздуха через уплотнение;

условие сохранения герметичности в укупоренной бутылке

$$Q' > Q_2 \text{ или } S'_2 z - p \frac{\pi d^2}{4} > Q_2, \quad (7.83)$$

где  $Q_2$  – сила сжатия прокладки, при которой начинается разгерметизация бутылки;

условие укупоривания без боя бутылок

$$R < R_p, \text{ или } T + P_1 z < R_p, \quad (7.84)$$

где  $R_p$  – сила сжатия бутылки вдоль оси, вызывающая бой бутылок;

условие укупоривания без скола горла

$$S < S_p, \quad (7.85)$$

где  $S_p$  – сила, вызывающая разрушение венчика горла

Значение давления в формулах (7.81) и (7.83) для тихих вин может быть принято равным атмосферному.

Левые части неравенств содержат силы, действующие на прокладку и на бутылку в процессе укупоривания и после ее окончания. Правые части неравенств (7.82) и (7.83) представляют собой силы, характеризующие свойства прокладок корончатого колпачка как герметизатора, а неравенств (7.84) и (7.85) – несущую способность бутылок при укупоривании.

Значение силы  $P_{1\text{УММ}} = P_1 z$ , необходимой для обжатия кронен-пробки из жести толщиной 0,28 мм, в зависимости от размера горлышка бутылок колеблется в пределах 2,47–4,08 кН при отклонениях  $\pm 10\%$ . Увеличение толщины жести влечет увеличение и силы  $P_{1\text{УММ}}$ .

Что касается силы  $R$ , то диапазон ее изменения зависит от конструкции укупорочного устройства и укупорочных средств (например, в машине У-6  $R=2,03$ – $6,45$  кН) [8].

Сила  $Q$  зависит от силы  $R$  и определяется по эмпирической формуле  $Q = \alpha_1 R$ , где  $\alpha_1 = 1,27 \div 1,33$ .

Силы  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S$  также зависят от  $R$ :  $S_1 = (\alpha_1 - 1)R/z$ ;  $S_2 = \alpha_2 R/z$ ;  $S = (R/z) \sqrt{(\alpha_1 - 1)^2 + \alpha_2^2}$  где  $\alpha_2 = 1,4$ – $1,7$ .

Средние значения сил  $R_p$  и  $S_p$ , вызывающих бой бутылок и скол их горла, составляют  $R_p = 14,1 \pm 1,46$  кН;  $S_p = 0,45 \pm 0,04$  кН.

Значения сил  $Q_1$  и  $Q_2$  при укупоривании бутылок с тихими винами экспериментально не установлены. В литературе приводятся лишь данные для случая укупоривания бутылок с жидкостями под давлением 0,4 МПа [39].

Для закрепления алюминиевого колпачка на горлышке бутылки при помощи резинового кольца необходимо, чтобы сила сжатия прокладок  $Q$  была не меньше усилия  $P$ , обеспечивающего заданную деформацию резины обжимного кольца (см. рис. 7.48, *в*). Это зависит от конструкции укупорочного устройства и эластичного кольца.

Если под максимальной нагрузкой относительный прогиб кольца составляет  $\varepsilon = \Delta h/h$  (где  $\Delta h$  – прогиб;  $h$  – толщина кольца в ненапряженном состоянии), то при выборе размера  $d_2$  должно удовлетворяться условие  $d_2 \leq d_1$ .

Расчетное усилие для сжатия резинового кольца может быть определено по формуле

$$P = Ek \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) \frac{\Delta h}{h - \Delta h}, \quad (7.86)$$

где  $E$  – модуль упругости;  $d$  – наружный диаметр кольца;  $k$  – коэффициент формы.

Приближенный модуль эластичности резины данной марки при сжатии ее  $E = \sigma/\varepsilon$ , где  $\sigma$  – удельная нагрузка.

Коэффициент формы вычисляется по уравнению  $K = 1 + M(d - d_1)/4h$ , где  $M = 1,05 - 0,49$  – в зависимости от наполнения резины массовыми частями сажи.

Сжимающее усилие должно быть таким, чтобы величина получаемого удельного напряжения не превышала допустимого (при ударной кратковременной нагрузке):  $\sigma_r = P/F < 2,5 - 3,0$  МПа (где  $F$  – площадь поперечного сечения кольца).

Исследования Ю. В. Малкова в области магнитно-импульсного способа укупоривания бутылок алюминиевыми колпачками позволили разработать инженерную методику расчета параметров этого процесса, создать тип укупорочных устройств, кратко описанных выше.

Характеризуя направления совершенствования укупорочных машин, следует прежде всего отметить необходимость повышения надежности их работы и создания машин высокой производительности (более 6000 бутылок в час). Определенные перспективы имеют машины, использующие магнитно-импульсное укупоривание, особенно при оформлении бутылок винтовым колпачком.

Поскольку на одних и тех же линиях для укупоривания бутылок используются различные типы пробок то, как отмечено выше, целесообразно создание универсальных укупорочных машин с отдельными бункерами, ориентаторами и пробкопроводами (на каждый тип пробки), а также оснащение их сменными или универсальными укупорочными устройствами.

**Расчет укупорочных машин.** Практические расчеты укупорочных машин сводятся к определению их производительности и пропускной способности отдельных механизмов. Производительность машин определяется в зависимости от их типа:

однопозиционных – по длительности цикла

$$П = \frac{1}{T_K}, \quad (7.87)$$

где  $T_K$  – продолжительность кинематического цикла машины, с;

$$T_K = \tau_{УК} + \tau_{ВП}, \quad (7.88)$$

$T_{УК}$  – время, необходимое на укупоривание бутылки, с;  $\tau_{ВП}$  – время, необходимое для вспомогательных операций, с;

многопозиционных ротационных – так же, как и фасовочных (см. раздел 7.3.2),

$$П = mп = m\omega / 2\pi, \quad (7.89)$$

где  $m$  – количество укупорочных устройств;  $n$  – частота вращения карусели, с<sup>-1</sup>;  $\omega$  – угловая скорость карусели, с<sup>-1</sup>.

Длительность одного оборота карусели с укупорочными устройствами, количество укупорочных устройств и другие параметры определяют так же, как и для фасовочных машин. То же относится и к расчету расхода энергии на привод (см. раздел 7.3.2).

Вместе с тем расчет укупорочных машин имеет некоторые особенности.

Рабочий объем бункера-питателя для пробок  $V_B$  (м<sup>3</sup>) определяется запасом пробок, обеспечивающим работу устройства в течение расчетного периода без их досыпки:

$$V_B = V_{П} T П_3 / \varphi, \quad (7.90)$$

где  $V_{П}$  – объем одной пробки, м<sup>3</sup>;  $T$  – время работы без досыпки;  $\varphi$ ;  $П_3$  – средняя производительность загрузочного устройства, шт./ч;  $\varphi$  – коэффициент заполнения объема бункера пробками (обычно  $\varphi = 0,4 \dots 0,6$ ).

Производительность загрузочных устройств (шт./с)

$$П_3 = K_3 П, \quad (7.91)$$

где  $П$  – производительность укупорочной машины, шт./с;  $K_3$  – коэффициент запаса пробок ( $K_3 = 1,4 \dots 1,8$ ).

Если загрузочный механизм выполнен с вращающимися захватными органами, его производительность (шт./с)

$$П_3 = nzk\eta, \quad (7.92)$$



где  $n$  – частота вращения диска,  $c^{-1}$ ;  $z$  – количество одновременно захватываемых пробок (для устройств с захватами в виде ячеек  $z=1$ );  $k$  – число захватных органов (штырей, пальцев);  $\eta$  – коэффициент захвата (устанавливается эмпирически в зависимости от количества рабочих ячеек, скорости захватного органа, формы пробки и т. п.).

Частота вращения захватного органа ( $c^{-1}$ )

$$n = v / (\pi D), \quad (7.93)$$

где  $v$  – скорость захватного органа, м/с ( $v = 0,2-0,3$  м/с);  $D$  – диаметр диска с захватными органами, м.

Диаметр диска (м) зависит от размера загружаемых пробок:

$$D = tk / \pi, \quad (7.94)$$

где  $t$  – шаг захватных органов, м.

Для устройства с ячейками

$$t = l + \Delta l + \delta, \quad (7.95)$$

где  $l$  – габаритный размер пробки, по которому осуществляется ориентация, м;  $\Delta l$  – зазор между пробкой и ячейкой, м;  $\delta$  – размер перемычки или диаметр пальца, м.

Производительность вибрационного питателя  $\Pi_{\Pi}$  (шт./с) также принимают большей, чем производительность машины  $\Pi$  (с запасом  $K_{\Pi}=1,1-1,3$ ):

$$\Pi_{\Pi} = w_{\Pi} \varphi / l, \quad (7.96)$$

где  $w_{\Pi}$  – средняя скорость пробки при перемещении по лотку, м/с;  $l$  – длина (диаметр) пробки, м;  $\varphi$  – коэффициент заполнения, учитывающий разрывы в потоке пробки, движущихся по лотку (0,5...0,7).

Из формулы (7.96) определяют требуемую скорость  $w_{\Pi}$ .

Конструктивные размеры элементов вибропитателя принимают из следующих соображений.

Шаг спирального лотка должен быть таким, чтобы на лоток не могли попасть одновременно две пробки одна над другой.

Шаг (м)

$$t = 1,5h + \delta, \quad (7.97)$$

где  $h$  – высота пробки, м;  $\delta$  – толщина лотка, м.

Ширина лотка

$$B = b + 0,002...0,003 \text{ м},$$

где  $b$  – ширина (диаметр) пробки, м.

Минимальный средний диаметр спирального лотка (м) определяют, исходя из шага и угла подъема спирали:

$$D_{ср} = t / (\pi \operatorname{tg} \alpha). \quad (7.98)$$

При среднем значении  $\alpha=2^\circ$  диаметр  $D_{с.т.}=9t$  мм.  
Минимальный внутренний диаметр чаши (м)

$$D = 12t + B. \quad (7.99)$$

С другой стороны, для обеспечения высокого коэффициента заполнения диаметр чаши должен быть  $D \geq (8-12)l_{п.}$ , где  $l_{п.}$  – наибольший размер пробки, м.

Высота чаши при наличии предбункера обычно колеблется в пределах  $H = (0,2-0,4)D$ . Для того чтобы в предбункере не образовывались своды, он должен иметь диаметр воронки на выходе  $D_{в.}=(3...4)d$ , где  $d$  – диаметр пробки, м.

Бесперебойная работа укупорочной машины с учетом возможных перебоев в работе загрузочного устройства при подаче пробок во многом зависит от размеров накопителя-пробкопровода, в котором сосредоточен запас пробок в количестве  $k$  штук.

Длина накопителя (м)

$$L_{н.} = kd_{п.}, \quad (7.100)$$

где  $d_{п.}$  – наибольший диаметр пробки, м.

Обычно пробкопроводы выполняют в виде лотков-склизов. В этом случае угол наклона лотка принимают, как минимум, в 1,5–2 раза больше угла трения.

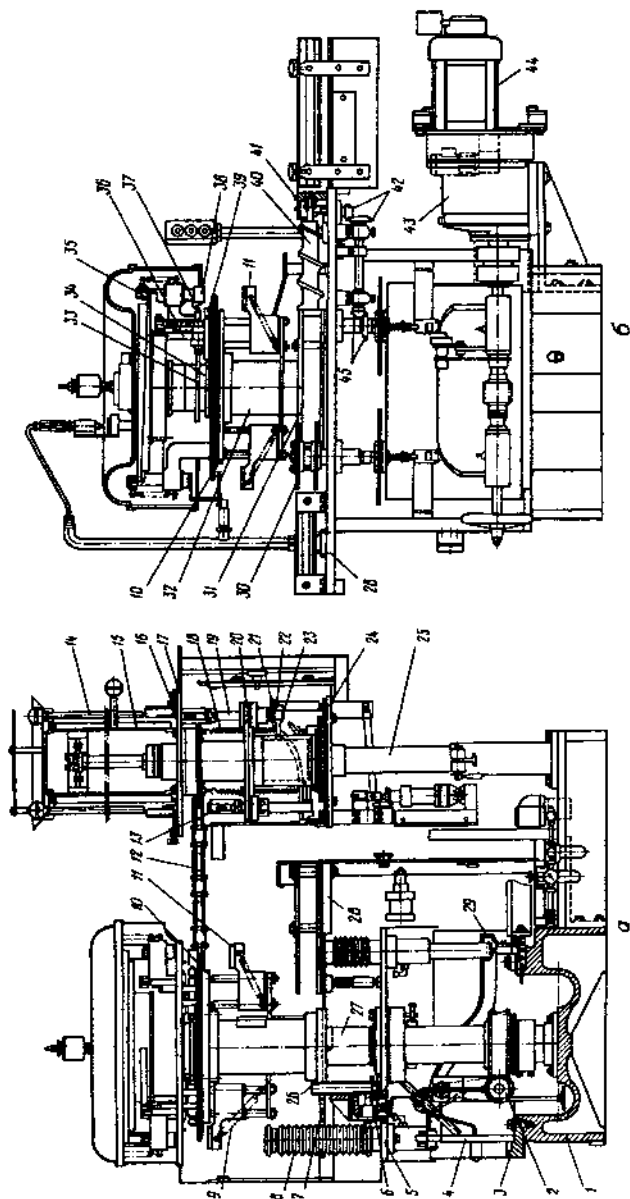
Более подробно расчеты укупорочных машин приводятся в литературе [39].

### 7.4.3. Мюзлевочные машины

Для надевания и закрепления мюзле на горлышке бутылок применялось несколько видов машин: в линиях малой производительности – однопозиционные полумеханизированные машины ВМЕ, в линиях производительностью до 3000 бутылок в час – импортные машины Dratomat-6000 фирмы «Otto Sick» (ФРГ) и аналогичные отечественные ВРО/3, в которых были механизированы все операции, кроме укладки мюзле в гнезда. Перечисленное оборудование относится к морально устаревшему.

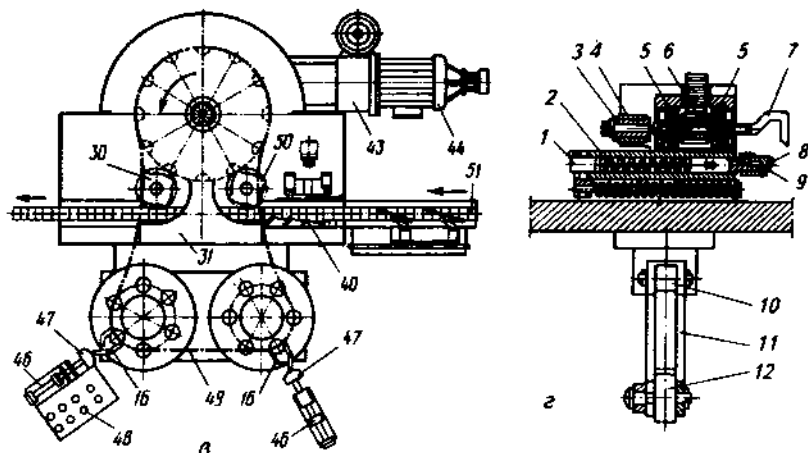
Более совершенной является машина Dratomat-8000, в которой упомянутая операция также механизирована и которой оснащены некоторые отечественные заводы шампанских вин. Необходимо отметить, что в этих машинах могут быть использованы мюзле только машинного изготовления, собранные в стопки, из которых возможен их поштучный сьем машинным способом.

Машина Dratomat-8000 показана на рис. 7.49, а, б, в. Работает она следующим образом. Бутылки, укупоренные полиэтиленовой или



**Рис. 7.49.** Мюзлевоочная машина Drotomat-8000:

а — вид сверху; б — вид сбоку; 1, 28 — плиты; 2 — червячный редуктор; 3 — станина; 4, 21, 29, 35 — копиры; 5 — катушка; 6, 41, 42, 45 — конические шестерни; 7 — нижний диск; 8 — подьемный столик; 9, 18 — иржисны; 10, 17, 20 — верхние вращающиеся диски; 11 — центрирующее устройство; 12 — пластинчатый конвейер; 13 — мюзльеъемник; 14 — стержень; 15 — магистраль мюзле; 16 — рычаг; 19 — шток; 22 — ролик; 23 — ось; 24 — неподвижный диск; 25 — телескопическая стойка; 26 — зубчатая передача; 27 — неподвижная стойка; 30 — выгрузочная звездочка; 31 — направляющая; 32 — полый вал; 33, 34 — кулачки; 36 — рейка; 37 — рычаг; 38 — головка; 39 — шпек; 40 — шнек; 43 — вариатор; 44 — электродвигатель



**Рис. 7.49 (продолжение).** Мюслевочная машина Drotomat-8000:

*в* – вид сверху (16 – рычаг; 30 – выгрузочная звездочка; 31 – направляющая; 40 – шнек; 43 – вариатор; 44 – электродвигатель; 46 – пневмоцилиндр; 47 – копир; 48 – пульт управления; 49 – мюсленоситель; 50 – звездочка; 51 – конвейер); *г* – механизм натягивания, закручивания мюсле и отгибания кольца (1 – ролик; 2, 4 – направляющие; 3 – фибровая втулка; 5 – подшипник; 6 – зубчатое колесо; 7 – крючок; 8 – зуб; 9 – стержень; 10 – копир; 11 – рейка; 12 – опорный валик)

корковой пробкой, подаются шнеком 40 и звездочкой 50 на подъемные столики (12 шт.). При перемещении столиков вверх бутылки горлышком входят в конусное отверстие центрирующих устройств и конической своей частью центрируются. Устойчивое положение бутылки обеспечивается пружиной. При дальнейшем перемещении вверх бутылка надевает на себя мюсле, извлекая его из гнезда цепного мюсленосителя 49, и мюсле плотно прижимается к пробке головкой.

В этом положении, когда перемещение бутылки вверх закончилось, крючок введен в кольцо мюсле, начинается вращение крючка (3 оборота), и мюсле закрепляется на бутылке. Затем бутылка опускается, а стержни отгибают скрученное кольцо мюсле. В нижнем положении столиков бутылка с них снимается выгрузочной звездочкой 30 и устанавливается на выгрузочный конвейер 51.

Мюсле из барабанного магазина выдается на цепной мюсленоситель с помощью рычагов. Если мюсле уже имеется в гнезде мюсленосителя, то блокирующее устройство дает сигнал и пневмоцилиндр отводит

кулачок в крайнее заднее положение, что предотвращает сброс нового мюзле в это гнездо мюзленосителя. При свободном гнезде мюзленосителя отделенное из стопки мюзле принимает на себя мюзлесъемник и, опускаясь, укладывает его в строго определенном положении в профильное гнездо цепного мюзленосителя.

Одним из наиболее важных элементов машины Dratomat является механизм натягивания и закручивания мюзле и отгибания кольца (рис. 7.49, з).

Мюзле, надетое на бутылку, своей петлей попадает на крючок 7. Крючок укреплен в подшипниках 5, а его хвостовая часть находится в фибровой втулке 3, которая, в свою очередь, тоже закреплена во втулках, установленных в направляющей 4, поворачиваемой рычагом. При повороте направляющей крючок натягивает мюзле. После натяжения происходит закручивание.

Крючок приводится во вращение через зубчатое колесо 6 рейкой 11, направляемой роликом. Поднимается рейка за счет кольцевого копира 10 через опорный валик 12. Бутылка с закрученным мюзле опускается подъемным толкателем так, чтобы образовавшееся кольцо мюзле оказалось над прижимным зубом 8, который при движении стержня 9 в направляющих 2 загибает его вверх. Стержень находится в обойме и через ролик 1 приводится в действие копиром, закрепленным на колонне машины.

Производительность описанной машины 8000 бут./ч.

## **7.5. Инспекционные устройства и машины**

### **7.5.1. Общие сведения**

В производственном цикле выделяют несколько видов и этапов контроля (инспекции) бутылок:

1. Инспекция порожних бутылок на степень их загрязнения, наличие сколов, механических повреждений, трещин, целостность горлышка, корпуса и доньшка бутылок перед их мойкой, ополаскиванием или продувкой. Бутылки с найденными дефектами отбраковываются до мойки. Эта операция производится визуально перед световыми экранами.

2. Инспекция бутылок, особенно возвратных, после мойки. Визуальная инспекция на линиях малой производительности обычно достаточна, если проведен надежный осмотр бутылок перед их мойкой. На линиях высокой производительности (24 тыс. бутылок в час и более) перед фасованием вина в бутылки целесообразно производить контроль чистоты дна и стенок вымытых бутылок, уплотнительной и резьбовой

частей их венчика, опознавание остатков щелочи в бутылке, контроль параметров бутылки, ее цвета и целости.

3. Инспекция бутылок, наполненных вином. Удалению подлежат негерметично закупоренные бутылки, бутылки с мутью и посторонними включениями – частицами стекла, обрывками бумаги, пленками и т. д. Производительность инспекционных машин с визуальным контролем не превышает 6 тыс. бутылок в час и ограничена возможностями оператора-контролера. Это обстоятельство вынуждает в линиях упаковки более высокой производительности устанавливать несколько инспекционных или спаренных машин, а в отдельных случаях даже отказываться от этой операции вообще.

4. Контроль уровня наполнения вина и точности дозы, контроль качества закупоривания. Инспекция проводится устройствами, устанавливаемыми на транспортере линии после фасовочно-закупорочной машины, и является гарантией качества продукции в высокопроизводительных линиях. Устройства осуществляют контроль наличия колпачка, устанавливают наличие недолитых или пустых бутылок, выталкивают на накопитель некачественные бутылки, определяют их количество и недостатки, находят источник дефекта (фасовочное или закупорочное устройство). Контроль этикеток, производимый в некоторых устройствах, предотвращает выход с линии бутылок с дефектной этикеткой.

5. Контроль бутылок в ящиках с готовой продукцией. В линиях малой производительности эту операцию выполняет оператор машины для укладки бутылок в ящики или же она вообще не производится. Применительно к линиям производительностью 24 тыс. бутылок в час и более предусматривается использование манипулятора, который не только устраняет нестандартные ящики, но и устанавливает наличие недоупакованных ящиков с бутылками, наличие в ящиках бутылок без пробок, выталкивает их на стол комплектации и определяет количество отбракованных ящиков.

Отечественной нормативной документацией (см. выше) предусмотрена инспекция как порожних бутылок после мойки, так и наполненных после закупоривания или пастеризации. Это, в принципе, относится к линиям упаковки вина любой производительности. На зарубежных линиях инспекция наполненных бутылок, как правило, не производится.

Вместе с тем, необходимо отметить, что проведение инспекции наполненных бутылок представляет собой определенные трудности, поскольку она может быть эффективной лишь для бутылок со светлыми и

прозрачными винами; обнаружить посторонние включения в темных и непрозрачных напитках трудно как при визуальном, так и объективном контроле. Поэтому проведение этой операции (и использование соответствующего оборудования) во многом зависит от конкретных условий производства.

Порожние бутылки в принципе можно просматривать в любом положении, необходимо лишь, чтобы их стенки хорошо просвечивались. Что касается обнаружения в жидкости посторонних включений (при инспекции наполненных бутылок), то для этого необходимо перемещение этих включений. Это может быть достигнуто путем быстрого (обязательно быстрого) переворачивания бутылок на 180° перед световым экраном, раскручивания и резкой остановки бутылок и др. При переворачивании бутылок включения, имеющие меньший удельный вес, чем продукт, всплывают, а более тяжелые опускаются, что и фиксируется при контроле, в частности, визуальном.

Классифицировать инспекционное оборудование можно по ряду признаков: по методу контроля (визуальные, фотооптические и фотоэлектронные; последние относят к объективным методам); по кинематическим признакам (направлению движения бутылок) (линейные и карусельные; при этом визуальные машины и устройства могут быть как линейными, так и карусельными, а фотооптические и фотоэлектронные – только карусельными); по характеру движения бутылок (с непрерывным и прерывистым движением); по положению бутылки при инспекции (горлом вверх и горлом вниз, т. е. без переворачивания или с переворачиванием); по направлению движения бутылки по отношению к оператору (с движением «на оператора» и «мимо оператора»); это имеет значение при визуальном просмотре, поскольку этот фактор влияет на зрение оператора и, соответственно, на надежность просмотра бутылок; в первом случае нагрузка на глаза меньше); по конструкции (световые экраны, барабанные, дисковые, конвейерные машины; световые экраны обычно относят к инспекционным устройствам); по способу удаления отбракованных бутылок (вручную, автоматически при помощи специального механизма по команде оператора, непосредственно во время просмотра или после возвращения бутылок на основной конвейер, во время нахождения бутылок в машине или после выхода из нее и т. д.; это в первую очередь определяется конструкцией машины и ее производительностью); по производительности (деление условно, и оно относится к машинам).

### 7.5.2. Инспекционные устройства и машины для визуального контроля

Простейшими устройствами для контроля бутылок являются обычные световые экраны (фонари), в которых бутылки просматриваются без переворачивания при прохождении мимо источника света, укрепленного сбоку конвейера для бутылок. Источником света могут служить лампы накаливания или люминесцентные лампы.

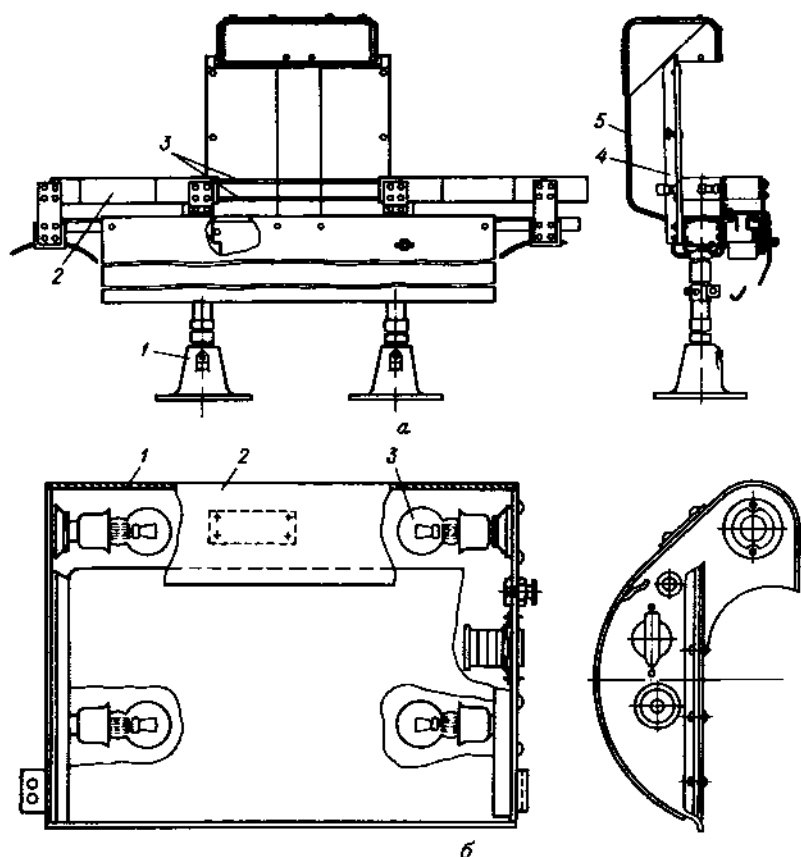


Рис. 7.50. Световые экраны:

а – ВСЭ (1 – башмак; 2 – направляющая; 3 – ограждение; 4 – рама; 5 – кожух);  
 б – ОББТ-2401Б (1 – кожух; 2 – стекло; 3 – лампа)



Световой экран ВСЭ, показанный на рис. 7.50, *а*, укреплен на фундаменте при помощи башмаков *1* и подсоединен к конвейеру линии переходными мостиками, закрепленными на его направляющих. Задняя стенка кожуха *5* имеет отверстия для отвода теплоты. Передняя стенка и дно экрана закрыты стеклами матового цвета. На экране установлены регулируемые направляющие *3* для обеспечения зазора необходимой величины между передней стенкой экрана и направляющей в зависимости от вместимости и типа бутылок.

При помощи световых экранов оператор может проконтролировать до 6000 бут./ч.

Визуальный контроль чистоты бутылок и качества налитого в них вина зависит от навыков контролера, длительности просмотра (экспозиции) бутылок и их освещенности. Просмотр подсвечиваемых бутылок, особенно непрерывно проходящих мимо контролера, приводит к его быстрой утомляемости. Поэтому негативное воздействие на зрение контролеров должно быть минимизировано.

Световые экраны для инспекции бутылок должны создавать равномерный световой поток на всем участке просмотра. В световых экранах предпочтительнее использовать отраженный световой поток, создаваемый лампами накаливания. Люминесцентные лампы больше утомляют зрение.

Световые экраны подобного типа, но без стоек и направляющих для конвейера, выпускаются под маркой ОБ6Т-2401Б (рис. 7.50, *б*).

Существенным недостатком существующих конструкций световых экранов является то, что места в зоне просмотра, за которыми находятся лампы, выделяются яркими пятнами, которые быстро утомляют зрение контролера. Чтобы избежать этого, можно рекомендовать более рациональную конфигурацию экрана (рис. 7.51, *а*).

Верхняя кривая контура представляет собой часть эллипса с фокусами в точках  $F_1$  и  $F_2$ . Лампа накаливания размещена так, что центр свечения находится в точке  $F_1$ . Так как поверхность экрана, соответствующая участку *AB* на рисунке, представляет собой эллиптический цилиндр с образующей, перпендикулярной плоскости рисунка, то в соответствии с оптическими свойствами такой поверхности любой световой луч, вышедший из фокуса точки  $F_1$  и отразившись от нее, пойдет через другой фокус  $F_2$ . Нижняя кривая *CD* контура представляет собой параболу с фокусом, совпадающим с фокусом эллипса  $F_2$ . Нижняя поверхность экрана, соответствующая участку *CD* на рисунке, является частью параболического цилиндра с образующей, перпендикулярной плоскости ри-

сунка. Согласно оптическим свойствам такой поверхности все лучи, отразившиеся от нее и идущие через фокус  $F_2$ , пойдут параллельным пучком. На рисунке направление движения лучей, идущих от лампы, показано стрелками. Переходный участок  $BC$  является сопрягающим для верхней и нижней поверхностей и представляет собой часть круговой цилиндрической поверхности.

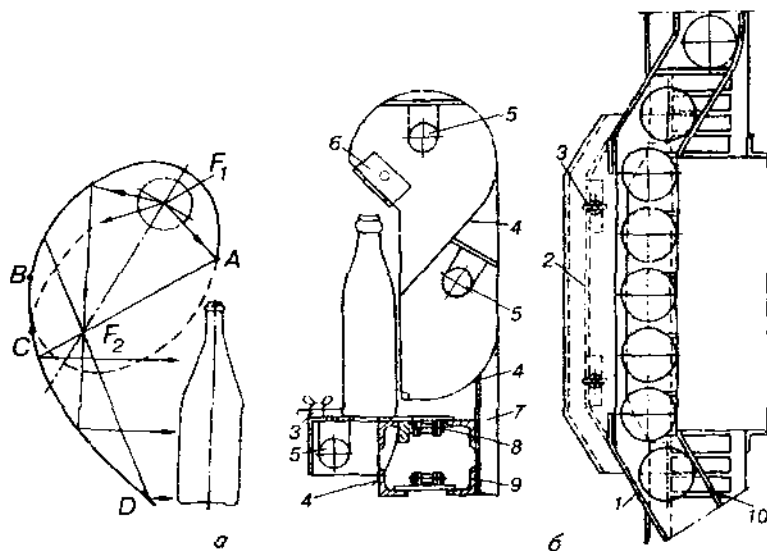


Рис. 7.51. Профиль светового экрана (а) и усовершенствованное устройство для просмотра бутылок (б)

Таким образом, большая часть световых лучей от лампы, отразившись от внутренней поверхности экрана, выходит в область просмотра бутылок равномерным потоком.

Часть прямого света ламп попадает непосредственно на бутылку сверху и способствует лучшему просмотру венчика бутылки. При этом источник света находится вне поля зрения оператора.

Для просмотра пустых бутылок на экране длиной 600 мм достаточно двух ламп накаливания по 100 Вт каждая.

Большой практический интерес представляет собой и следующая конструкция. Корпус светового экрана (рис. 7,51, б) частично выдвинут на транспортер. Корпус имеет две вогнутые зеркальные поверхности 4, кото-

рые отражают лучи света ламп 5 так, что они сосредоточиваются на боковой поверхности бутылок. Нижние лампы и рефлектор 4 предназначены для просвечивания дна бутылок. В верхней части корпуса установлено зеркало 6 для контроля состояния торцевой поверхности горлышка бутылки.

Угол наклона плоскости зеркала можно изменять с помощью боковых шарниров с зажимами. Оригинальность конструкции в том, что бутылки при перемещении их по ленте транспортера вращаются вокруг своей оси и поэтому просвечиваются со всех сторон.

Устройство крепится стойками 7 к раме 9 транспортера 8, а столик 2 сделан выдвижным и в нужном положении закрепляется гайками 3. Между столиком и движущейся лентой транспортера образуется щель, через которую происходит просвечивание дна бутылки от нижнего рефлектора. Движущиеся по транспортеру бутылки смещаются направляющими 1 и 10 на столик так, что одним краем они продолжают опираться на ленту транспортера, а другим – на край столика. Так как одна опора бутылки движется, а другая неподвижна, то под действием сил трения бутылки вращаются и перемещаются перед освещенным экраном. Затем другими направляющими бутылки снова выводятся на ленту транспортера.

Линии упаковывания пищевых жидкостей в разное время были оснащены различными инспекционными машинами, о чем свидетельствует их классификация (см. выше). До настоящего времени на ряде производств используются машины, для которых базовой конструкцией является известная машина АБ: АБ-1, АБ-2 (сдвоенная), АБ-3, АБ-4, АБ-1М, АБ-1МП, ВБА и АБЕ. Они относятся к машинам линейного типа с прерывистым движением рабочего органа, обеспечивающего визуальную инспекцию бутылок в перевернутом положении. Эти машины подробно описаны в литературе [8, 13, 39]. Их производительность до 3000 бут./ч.

В настоящее время из всего разнообразия визуальных инспекционных машин в отрасли наиболее распространены линейные машины с непрерывным перемещением бутылок (конвейерного типа) и просмотром их при переворачивании. В основе всех этих машин лежит схема известной машины БАЗ. Современные машины такого типа выпускались и выпускаются под марками: БАЗ-6, БАЗ2-М, АБИ, АБЗ-И, ВИА, ВИБ, ВАБ, ВРК/5, ВУЛ/3, ЛПМ7-6010. Ниже для примера описаны машины ВИА и ВИБ. Машины различаются направлением движения бутылок (в ВИА – слева направо, в ВИБ – справа налево).

Общий вид машины ВИА (ВИБ) показан на рис. 7.52, а. Все основные сборочные механизмы и детали машины закреплены на станине, за исключением электрошкафа, который устанавливается отдельно.



Станина 4 представляет собой сварную конструкцию, в верхней части которой смонтирован привод. Привод состоит из электродвигателя, вариатора и червячного редуктора, на ведущем валу которого расположены предохранительная муфта и сменные шкивы. На ведомом валу редуктора находится звездочка, от которой через цепную передачу приводится во вращение ведущий вал цепи с бутылконосителями 3.

Бутылконосители сварной конструкции состоят из двух отштампованных щек, соединенных между собой двумя перемычками. К верхней перемычке крепится регулируемый упор-ограничитель положения бутылки, к нижней – кронштейн (тарелка), служащий нижней опорой при перевороте бутылки горлышком вниз. Тарелка имеет вертикальные пазы, обеспечивающие регулирование опоры по высоте бутылки. На щеки бутылконосителей надеваются пластмассовые вкладыши, обеспечивающие необходимый боковой зазор при входе бутылок в бутылконосители.

Ввод (и вывод) бутылок в бутылконосители осуществляется механизмом ввода (и вывода) бутылок 1, состоящим из горизонтально расположенного стола, звездочки, захватывающей бутылки с конвейера и подающей их в бутылконосители, шаблона и направляющих 2, обеспечивающих плавный вывод бутылок на конвейер.

Захватывающая звездочка приводится во вращение через коническую и цепную передачи от вала ведущей звездочки цепи с бутылконосителями. Такая кинематическая связь обеспечивает надежную фиксацию положения подаваемой звездочкой бутылки относительно бутылконосителя.

Для предотвращения выпадения бутылок из бутылконосителей предусмотрена направляющая сварной конструкции, которая крепится к станине и столу и служит ограничителем положения бутылки.

Отбракованные бутылки достают из бутылконосителей вручную.

На рис. 7.52, б показана кинематическая схема машины ВИА.

Инспекционная машина ВУЛ/З, в отличие от перечисленных машин, имеет существенную особенность: контролер избавлен от необходимости вручную вынимать отбракованные бутылки из носителя. Достигается это установкой специального устройства для выталкивания отбракованной бутылки во второй ряд (для последующего отвода). Устройство работает при нажатии контролером кнопки на носителе, в котором находится забракованная бутылка.

Для линий большой производительности (12 тыс. бут./ч) разработаны инспекционные машины ВИЕ и РП/МА. Они представляют собой инспекционные машины такого же типа, но в двухпоточном исполнении. Их обслуживают два контролера с двух сторон конвейера.

Общий вид этой инспекционной машины ВИЕ представлен на рис. 7.53, а. Принцип действия такой же, как машины ВИА (ВИБ).

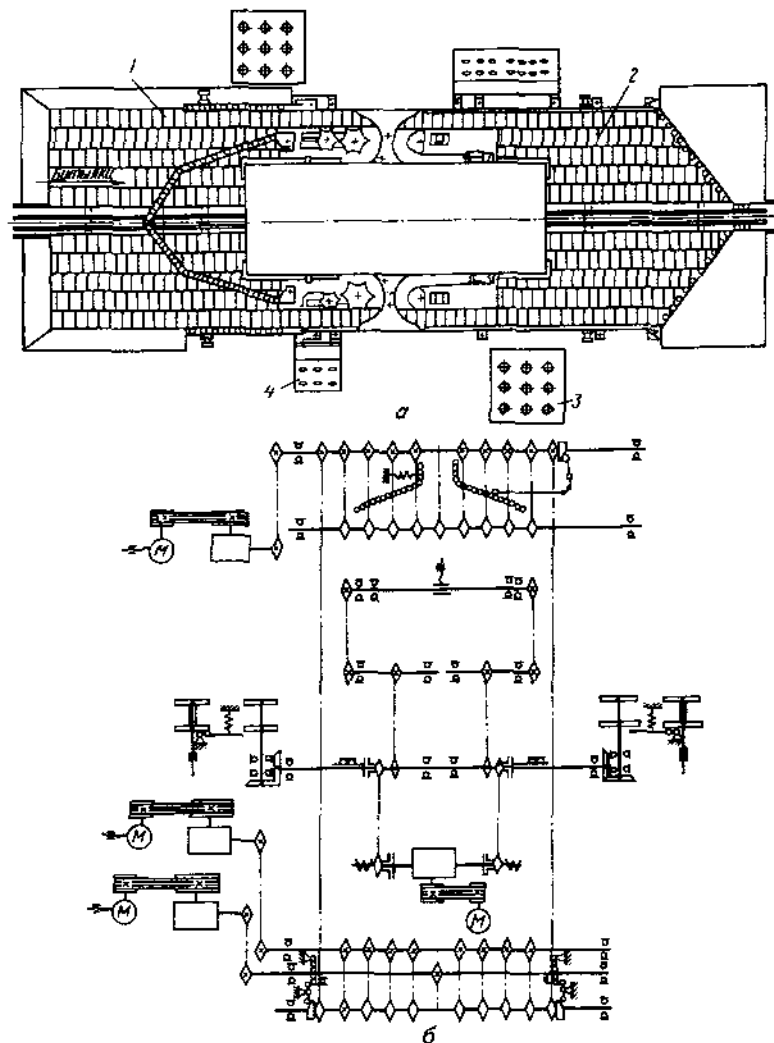


Рис. 7.53. Инспекционная машина ВИЕ:

а - общий вид (1, 2 - столы-накопители; 3 - устройство для слива брака; 4 - пульт управления); б - кинематическая схема

В машине имеются два стола-накопителя: 1 – обеспечивающий разделение потока бутылок на два, направляемых к световым экранам, и 2 – объединяющий два потока бутылок после просмотра в один.

Кинематическая схема машины показана на рис. 7.53, б. На раме под механизмом ввода и вывода бутылок установлен главный привод, состоящий из электродвигателя, вариатора, клиноременной передачи и червячного редуктора с предохранительными муфтами.

Примененный на главном приводе червячный редуктор имеет тихоходный вал с выходом на две стороны. На концах вала установлены ведущие звездочки цепных передач, вращение которым от вала передается через фрикционные предохранительные муфты. Величина передаваемого вращающего момента регулируется путем затяжки пружины.

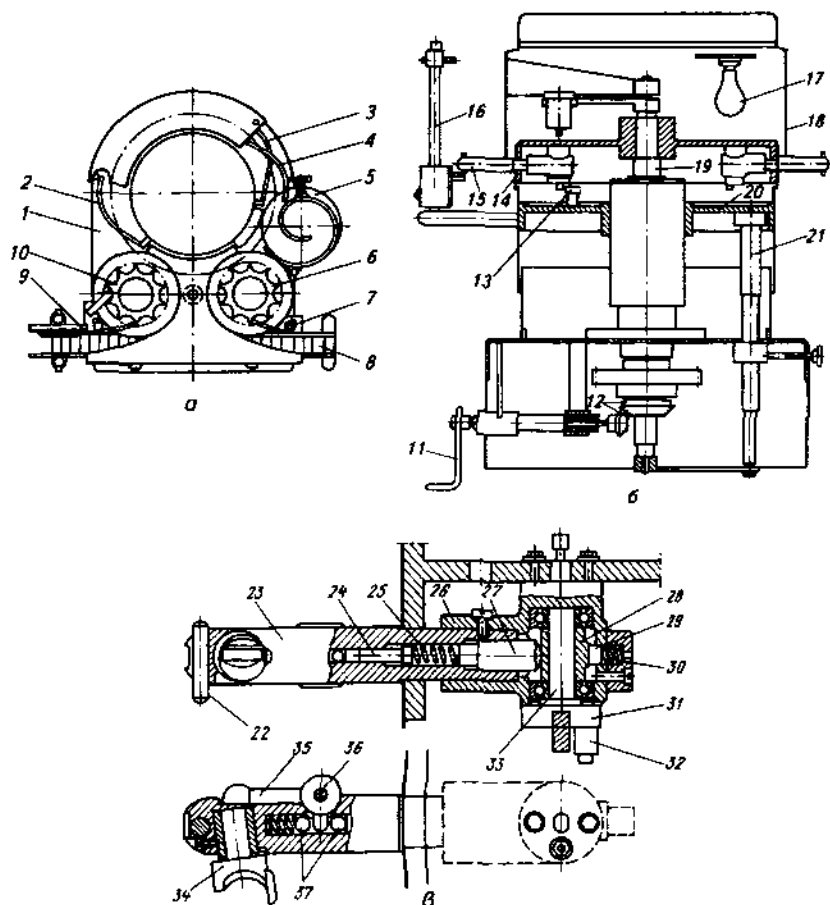
Приводы бутылочных конвейеров состоят из электродвигателя, клиноременной передачи и червячного редуктора, на тихоходном валу которого закреплена звездочка. От звездочки вращение цепной передачей передается на приводной вал соответствующего бутылочного конвейера. Два привода – совершенно одинаковые по конструкции и составу – предназначены для приведения в движение конвейеров столов-накопителей; третий, у которого червячный редуктор имеет вдвое меньшее передаточное число, – для приведения в движение бутылочного конвейера, подающего бутылки к машине.

На машине предусмотрены следующие блокировки, обеспечивающие выключение электромагнитных муфт механизмов ввода и вывода бутылок: при переполнении бутылками отводящего конвейера и стола-накопителя с соединением потоков бутылок (два блокировочных устройства размещены на плите механизмов ввода и вывода бутылок); при перекосе бутылки в носителе или при попадании посторонних предметов между носителем и направляющими в месте окончания зоны просмотра. О срабатывании блокирующих устройств оповещает световая сигнализация на пульте управления.

Во всех описанных устройствах и машинах съем отбракованных бутылок производится вручную, что увеличивает затраты труда и снижает эффективность просмотра бутылок. Производительность всех перечисленных выше конвейерных инспекционных машин 4–6 тыс. бут./ч.

Инспекционная машина MCV-25 фирмы «Pettier» (Франция) (рис. 7.54) относится к машинам карусельного типа. Она имеется на некоторых отечественных предприятиях.

Машина MCV-25 работает следующим образом. Бутылки загрузочной звездочкой 10 подаются к карусели, при этом горлышко бутылки



**Рис. 7.54.** Инспекционная машина MCV-5:

*а* – общий вид; *б* – карусель; *в* – головка захвата бутылок (1 – станина; 2, 3, 4 – направляющие; 5 – вращающийся столик; 6 – выгрузочная звездочка; 7, 9 – предохранительные устройства; 8 – конвейер; 10 – загрузочная звездочка; 11 – рукоятка; 12 – коническая зубчатая передача; 13 – колпачок; 14, 20 – диски; 15 – захватная головка; 16, 21 – стойки; 17 – лампа; 18 – световой экран; 19 – вал; 22 – палец; 23 – корпус головки; 24 – пружиненный шток; 25, 30 – пружины; 26 – кронштейн; 27 – толкатель; 28 – кулачок; 29 – сухарик; 31 – фланец; 32 – ролик; 33, 36 – оси; 34 – пружиненный блок с профильной частью; 35 – двулучий рычаг; 37 – шарики)



размещается между двумя головками 23. Происходит проворачивание двуплечего рычага 35 первой головки, шаровым наконечником которого горлышко бутылки прижимается к профильному гнезду второй головки. При дальнейшем вращении карусели бутылка (а вместе с ней и головка) проворачивается профильными направляющими 2 и устанавливается горлышком вниз. В таком положении она проходит перед световым экраном 18 и просматривается контролером. Затем профильные направляющие 3 устанавливают бутылку горлышком вверх, головка освобождает ее, и выгрузочная звездочка 5 выводит бутылку на конвейер 8. Если бутылка с дефектом, контролер нажимает на палец 22 головки, бутылка на выходе попадает в профильные направляющие 4 и автоматически выводится на столик 5 сбора отбракованных бутылок.

Следует, однако, отметить и серьезный эксплуатационный недостаток этой машины: расположение механизма загрузки и выгрузки бутылок (звездочек) и участка просмотра бутылок с противоположных сторон машины, что требует двух операторов для ее обслуживания (просмотра бутылок и наблюдения за их загрузкой и выгрузкой).

Производительность машины MCV-25 до 8000 бут./ч, фирма выпускает аналогичные машины моделей MCV-14, MCV-20 производительностью соответственно до 5 и до 7 тыс. бут./ч.

**Основные механизмы инспекционных устройств и машин.** К ним относят механизмы загрузки и выгрузки бутылок, переворачивания бутылок, световые экраны, приводы.

Механизмы загрузки и выгрузки бутылок конструктивно определяются типом машины и ее кинематикой. В карусельных машинах применяют механизмы такого же типа, что и в фасовочных машинах. В линейных машинах с переворачиванием эти механизмы разделяются на групповые (загружающие и принимающие партию бутылок) и индивидуальные (с поштучной загрузкой и выгрузкой бутылок).

Механизмы переворачивания бутылок обеспечивают переворачивание бутылок с вином на 180° перед световым экраном, так как перемещение включений способствует их визуальному обнаружению. Основное требование при этом – быстрое переворачивание бутылок. Оно обеспечивается звездчатыми, цевочными механизмами или механизмами мальтийского креста. При этом бутылка (группа бутылок) заключается в специальную кассету. В конвейерных машинах бутылка, находящаяся в бутылконосителе (см. рис. 7.52, а), переворачивается в процессе непрерывного движения бутылконосителей перед световым экраном. Бутылконосители прикреплены к втулочно-роликовой цепи машины (см. рис. 7.52, б).

Световые экраны должны создавать равномерный световой поток на всем участке просмотра, свет должен как можно меньше утомлять зрение оператора. Поэтому предпочтительнее использовать отраженный световой поток, создаваемый лампами накаливания (хотя они и требуют больших затрат энергии).

Приводы инспекционных машин, как правило, размещаются в их станинах.

Механизмы инспекционных машин подробно описаны в литературе [39].

**Расчет инспекционных машин.** Производительность инспекционных машин с циклическим движением рабочего органа зависит от количества одновременно просматриваемых бутылок в кассете и длительности кинематического цикла, по истечении которого происходит выгрузка очередной партии бутылок.

Теоретическая производительность таких машин (бут./с)

$$П = m/T_K \quad (7.101)$$

где  $m$  – количество бутылок в кассете;  $T_K$  – продолжительность кинематического цикла машины, с.

Основная характеристика инспекционных машин – время экспозиции  $\tau_Э$  (с) (время, в течение которого просматриваются бутылки с вином)

$$\tau_Э = T_K - \tau_{ДВ} \quad (7.102)$$

где  $\tau_{ДВ}$  – время переворачивания кассеты (барабана, диска), с.

Практически  $\tau_Э$  принимают в пределах 3–5 с.

Производительность (бут./с) инспекционных машин с непрерывным движением рабочих органов

$$П = v/a, \quad (7.103)$$

где  $v$  – скорость цепи с бутылконосителями, м/с;  $a$  – расстояние между осями бутылконосителей, м.

$$v = \pi Dn, \quad (7.104)$$

здесь  $D$  – диаметр ведущей звездочки, м;  $n$  – частота вращения ведущей звездочки, с<sup>-1</sup>.

Теоретическая производительность ротационной инспекционной (фотоэлектронной или другой) машины (бут/с)

$$П = nz, \quad (7.105)$$

где  $n$  – частота вращения ротора, с<sup>-1</sup>;  $z$  – количество приемных столиков для бутылок.

В кинематическом расчете инспекционных машин при известной (или заданной) их производительности частоту вращения приводного вала определяют соответственно типу машины из формул (7.101), (7.103) и (7.105).

При определении расхода энергии на привод инспекционных машин периодического действия следует учитывать, что основные затраты идут на поворот кассеты.

В общем случае необходимая мощность (кВт)

$$N = Mn/(1000\eta), \quad (7.106)$$

где  $M$  – момент, возникающий при движении кассеты, Н·м;  $n$  – частота вращения кассеты, с<sup>-1</sup>;  $\eta$  – КПД машины, равный 0,75.

На валу кассеты действует момент сил инерции, возникающий из-за непостоянства угловой скорости цепочной передачи. Момент, приведенный к валу электродвигателя при установившемся движении (Н·м),

$$M = M_c + I\omega/t_1, \quad (7.107)$$

где  $M_c$  – момент статического сопротивления движению кассеты, Н·м;  $I$  – момент инерции кассеты, Н·м<sup>2</sup>;  $\omega$  – установившаяся угловая скорость вала электродвигателя, с<sup>-1</sup>;  $t_1$  – период разгона (для тихоходных машин с малыми движущимися массами  $t_1 = 1$  с).

Момент статического сопротивления (Н·м)

$$M_c = PD/4, \quad (7.108)$$

где  $P$  – сила тяжести кассеты с бутылками, Н;  $D$  – диаметр кассеты, м.

Момент инерции кассеты в дисковых инспекционных машинах (Н·м·с<sup>2</sup>) может быть определен по приближенной формуле

$$I = PD^2/(7g), \quad (7.109)$$

Необходимая мощность для привода конвейерных инспекционных машин непрерывного действия (кВт)

$$N = KWv/(1000\eta), \quad (7.110)$$

где  $K$  – коэффициент запаса ( $K=1,1-1,2$ );  $W$  – полное сопротивление движению цепи с бутылконосителями, Н;  $v$  – скорость цепи, м/с;  $\eta$  – КПД промежуточных передач.

### 7.5.3. Инспекционные машины объективного контроля

Объективные методы контроля качества продукта в бутылке основаны на использовании фотозлементов, реагирующих на изменение лучепропускания жидкости, находящейся в инспектируемой стеклянной таре. Однако несмотря на объективность такого контроля, имеются

серьезные трудности для широкого внедрения такого рода машин в производство. Это связано с разнообразным и часто меняющимся ассортиментом продукции на линиях упаковывания (что особенно актуально в винодельческой промышленности). Продукция выпускается с разными оптическими свойствами, а это вызывает необходимость частой переналадки машины.

Гораздо целесообразнее использовать устройства такого типа для контроля пустых бутылок, что особенно широко распространено за рубежом. Так, например, фирма Fords (Великобритания) выпускает машину АВ-1, предназначенную для инспекции всей поверхности пустой бутылки после ее выхода из бутылкомоечной машины. Схема машины показана на рис. 7.55, а, б. Инспекция осуществляется с помощью световых лучей с применением фотозлементов.

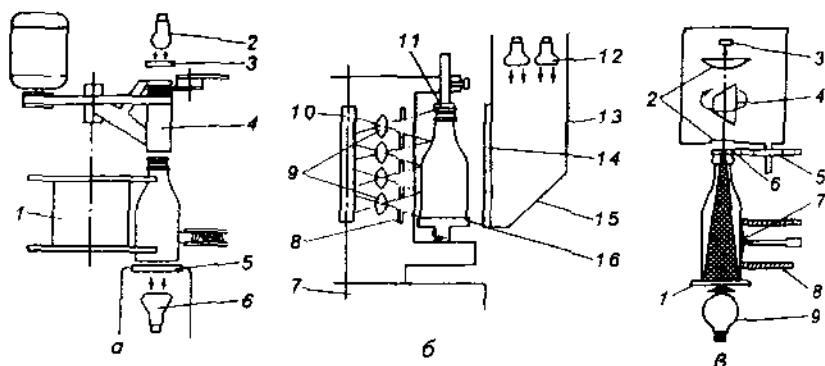


Рис. 7.55. Принципиальные схемы оптических устройств машин для инспекции бутылок:

а, б – Fords (1 – звездочка; 2, 6, 12 – источники света; 3, 14 – экраны; 4 – оптическая система; 5 – диффузный рассеиватель; 7 – карусель; 8 – пластинки; 9 – линзы; 10 – фотозлемент; 11 – прижим; 13 – камера; 15 – зеркало; 16 – столик); в – Opti-scan (1 – молочное стекло; 2 – линзы; 3 – фотозлемент; 4 – призма; 5 – турникет; 6 – спусковое приспособление; 7 – вакуумный выбрасыватель бутылок; 8 – звездочка; 9 – источник света)

Бутылка по конвейеру входит в загрузочную звездочку 1, которая перемещает ее через участок инспекции дна (рис. 7.55, а). При этом бутылка прижимается боковым зажимом к звездочке и переносится над диффузионным рассеивателем 5, не касаясь его. Из рассеивателя луч света проходит через дно бутылки. Над горлышком бутылки находится

оптическая система 4 с фотоэлементом, на который попадает свет, прошедший снизу через дно бутылки. Оптическая система с фотоэлементом в момент инспекции дна перемещается вместе с бутылкой. Сигнал из фотоэлемента попадает на дискриминатор в электронном блоке, который обнаруживает изменение яркости луча в случае загрязнения бутылки и посылает сигнал в запоминающее устройство.

Далее бутылки (рис. 7.55, б) поступают на столики карусели 7, прижимаются сверху специальным прижимом 11 и начинают быстро вращаться, проходя перед источником света, расположенным с наружной стороны карусели на уровне цилиндрической части бутылок и состоящим из нескольких ламп и рассеивающего экрана 14. Свет проходит через боковую поверхность вращающейся бутылки и через имеющуюся напротив каждой бутылки вертикальную щель в стенке барабана карусели и оптическую систему попадает на фотоэлементы 10, расположенные в центре карусели. Сила света может регулироваться при настройке машины на определенную партию бутылок (с определенной толщиной и цветом стекла). Вертикальная щель разделена на несколько зон пластинками, находящимися внутри барабана. Свет каждой зоны проходит через свою оптическую систему и попадает на определенный фотоэлемент, который, в свою очередь, состоит из нескольких секций, расположенных одна над другой, для улучшения инспекции по вертикали. Зоны инспекции можно регулировать по высоте с помощью пластинок.

В случае надобности можно полностью исключить какую-либо зону просмотра, например ту, где имеется узор или надпись на стекле.

Выпуклые рисунки на стекле, как правило, можно инспектировать, так как интенсивность света не меняется благодаря специальному диффузионному рассеивателю. При быстром вращении бутылок посторонние тела, лежащие на дне, отбрасываются центробежной силой на стенки и обнаруживаются повторно. Таким образом, посторонние твердые частицы, находящиеся на дне бутылки, инспектируются дважды.

Во время инспекции боковой поверхности бутылки сигнал от фотоэлемента также посылается в запоминающее устройство и сохраняется до момента прихода бутылки в определенное место на выходе из машины, где электропневматический селектор отправляет ее на браковочный столик.

Производительность такой машины – 24000 бутылок в час.

Фирма «Barry-Wehmler» (Великобритания) выпускает машины Opti-scan (рис. 7.55, в) для инспекции дна пустых бутылок после их выхода из бутылкомоечной машины. Бутылки с конвейера поступают в

звездочку 8, в карманах которой установлены клапаны с присасывающей головкой. Через дно бутылки пропускается пучок света, изменение интенсивности которого в случае наличия на дне посторонних предметов (как прозрачных, например целлофана, так и непрозрачных) либо загрязнений регистрируется фотозлектронным устройством, посылающим импульс через усилитель на включение вакуума в соответствующем клапане 7. Отбракованная бутылка присасывается к вакуум-головке и отводится на отбраковочный столик.

Производительность машины – до 36000 бутылок в час; эффективность обнаружения на дне бутылки посторонних предметов размером более 4,7 мм составляет 99%, менее 3,1 мм – 95%.

Аналогичное устройство имеет машина той же фирмы для сортировки бутылок по форме, высоте, диаметру, цвету и с отлитым на стекле знаком.

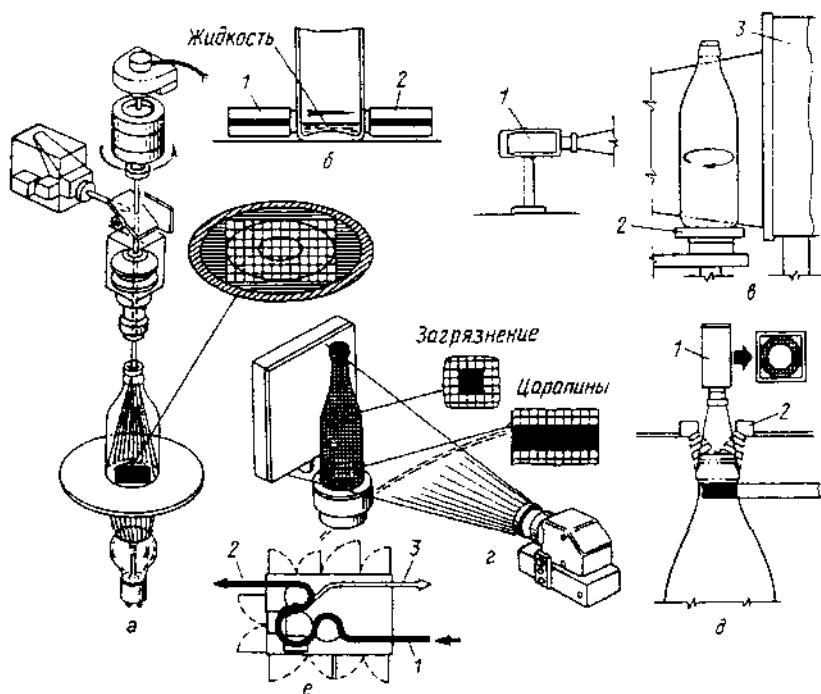
Описанные устройства обладают избирательностью действия (по просматриваемой зоне). Применение электронной техники позволяет разработать инспекционные устройства другого принципа действия, а именно путем сравнения с эталоном. При этом должны быть проконтролированы все части бутылки.

Принцип контроля осуществляется следующим образом. Изображение разворачивается в точечный растр. Каждая точка соответствует определенному уровню яркости, который измеряется. Затем производится числовая обработка изображения. Из-за большого числа обрабатываемых точек (до 70000 за 20 миллисекунд) такая обработка может быть осуществлена лишь при помощи особого компьютера, выполняющего до 200 млн. операций в минуту. Компьютер сравнивает поступающую информацию с эталонной. Превышение определенных заранее установленных отклонений фиксируется и служит импульсом для системы управления процессом.

Примером реализации этого принципа может служить инспекционная машина Alfatronic фирмы «Holsten+Kappert» (ФРГ). В машине используются три независимые системы для контроля дна, боковых стенок и горла бутылок.

Контроль дна осуществляется с помощью двойной системы, размещенной над проверяемой бутылкой (рис. 7.56). Одна из них проверяет дно на наличие посторонних включений, вторая – на наличие остатков жидкости (рис. 7.56, а) Эта двойная система соединена в один блок, работающий от одного источника света (500 Вт).

Матовое стекло, размещенное между источником света и дном, обеспечивает равномерное распределение света.



**Рис. 7.56.** Схема электронно-оптического контроля бутылок:

*а* – контроль дна бутылки; *б* – контроль остатков жидкости в бутылке (1 – датчик; 2 – приемное устройство); *в* – контроль стенок бутылки (1 – контролирующая система; 2 – платформа; 3 – источник света); *г* – контроль мелких царапин на наружной поверхности бутылки; *д* – контроль горла (1 – телекамера; 2 – стробоскоп); *е* – схема компоновки машины (1, 2, 3 – соответственно входящий, выходящий потоки и поток отбраковывания бутылок)

Для контроля посторонних включений дно бутылки делится на две зоны – растровую и радиальную. Попадающий на дно бутылки свет преобразуется системой линз в пучок и через полупроницаемое колеблющееся зеркало отражается частично на растровом фотоприемнике, а частично через вращающуюся призму – на радиальной.

При этом с большой точностью исследуются квадратное поле на дне бутылки и периферийные участки дна. Наличие постороннего тела на дне уменьшает яркость участка, соответственно уменьшается и сила

тока, возникающего в фотоклетке, что фиксируется компьютером при сравнении этих данных с эталонными.

Контроль остатков жидкости основан на принципе улавливания пропущенных дном бутылки инфракрасных лучей, исходящих от источника света. Здесь используется физическое явление, заключающееся в том, что теплоаккумулирующая инфракрасная «доля» света сильнее поглощается жидкостями, чем воздухом.

Для контроля остатков жидкости на дне может быть применена система, основанная на измерении высокочастотной емкости бутылки. Бутылка, помещенная между датчиком 1 и приемным устройством 2 (рис. 7.56, б), образует конденсатор. Если между пластинами конденсатора (в данном случае между стенками бутылки) имеются различные среды (воздух или жидкость), то и емкости в этих случаях будут различными. Емкость при наличии жидкости в бутылке может быть почти в 20 раз больше.

Контроль стенок бутылки осуществляется системой, показанной на рис. 7.56, в. При этом выявляются загрязнения на внутренней и наружной поверхностях бутылки, а также посторонние тела внутри бутылки. Бутылка просвечивается источником света 3 при нахождении ее на платформе 2 под колокольчиком, когда на пути световых лучей нет никаких элементов машины. Необходимость установки нескольких камер обусловлена стремлением избежать ошибок в оценке состояния граничных зон из-за увеличенной толщины стекла. При прохождении мимо разных камер бутылка поворачивается, и ошибки исключаются.

Особым случаем является наличие на боковой поверхности бутылки мелких царапин. Во избежание последующей отбраковки таких бутылок в машине Alfaconic применена особая система оценки яркости каждой точки, а именно по сравнению с яркостью четырех соседних точек (рис. 7.56, г). Если эта разница мала, это означает наличие царапин, если велика – наличие загрязнений. При этом в компьютер вводится допустимое значение этой разницы.

Контроль горла бутылки (рис. 7.56, д) с целью обнаружения механических повреждений осуществляется телекамерой в блоке со стробоскопом 2 и зеркалами. Телекамера 1 улавливает отраженное изображение в виде круга и передает его на компьютер, который сравнивает его с реальным кольцом.

При наличии отклонений, превышающих допустимые пределы, дается импульс для системы управления процессом контроля бутылок, и соответствующая бутылка выделяется из общего потока. Для этого



применяется вакуум-всасывающая система, рабочие органы которой выполняются в виде присосок.

Представляет интерес компоновочное решение машины (рис. 7.56, е). Она располагается в виде отдельного блока, закрыта прозрачными и открывающимися стенками для возможности наблюдения за процессом и одновременного снижения уровня шума в цехе. На рис. 7.56, е показаны входящий 1 и выходящий 2 потоки бутылок, а также поток отбракованных бутылок 3.

Производительность инспекционной машины Alfatronic – 60000 бутылок в час.

Следует отметить большую перспективность фотоэлектронных устройств для сортировки пустых бутылок или контроля их после мойки.

## **7.6. Пастеризаторы вина в бутылках**

При небольших масштабах производства применяют пастеризаторы периодического действия оросительного типа. Эти пастеризаторы состоят из отдельных камер, в которые загружаются бутылки в металлических ящиках-корзинах, установленных на этажерках-вагонетках. Этажерки вдвигаются в герметически закрываемые камеры. Нагревание производится водой, при этом терморегулятор позволяет регулировать температуру воды и поддерживать ее в соответствии с заданной программой.

Такие пастеризаторы малопроизводительны (производительность одной камеры – 300–400 бутылок в час), и эксплуатация их требует больших затрат ручного труда.

Пастеризаторы непрерывного действия в этом отношении значительно прогрессивнее.

Ряд зарубежных фирм выпускает туннельные пастеризаторы непрерывного действия различных типов и большой производительности. Некоторые из них (рис. 7.57) успешно используются на отечественных предприятиях, в том числе и на заводах шампанских вин (шампанское подвергается пастеризации вместо контрольной выдержки).

Внутри туннеля (рис. 7.57, а, б) находятся два ряда решеток, по которым медленно перемешаются бутылки. Над ними расположены оросительные форсунки-дюзы. Вытекающая из дюз 1 вода орошает бутылки и стекает в резервуары 2, расположенные под камерой пастеризатора, где она подогревается паром и насосами 3 нагнетается снова в дюзы.

Движение бутылок обеспечивается двумя рядами колосников, один из которых – подвижный, а второй – закреплен. Подвижный ряд Б, находящийся в положении 1 под неподвижным рядом А, подни-

мается в вертикальном положении и, пройдя между колосниками *A*, приподнимает находящиеся на них бутылки в положение *II*. Далее колосники *B* совершают поступательное движение вперед в положение *III* и опускаются, оставляя бутылки на колосниках *A* в положении *IV*, после чего через положение *V* возвращаются в первоначальное положение *VI*. Таким образом бутылки медленно передвигаются.

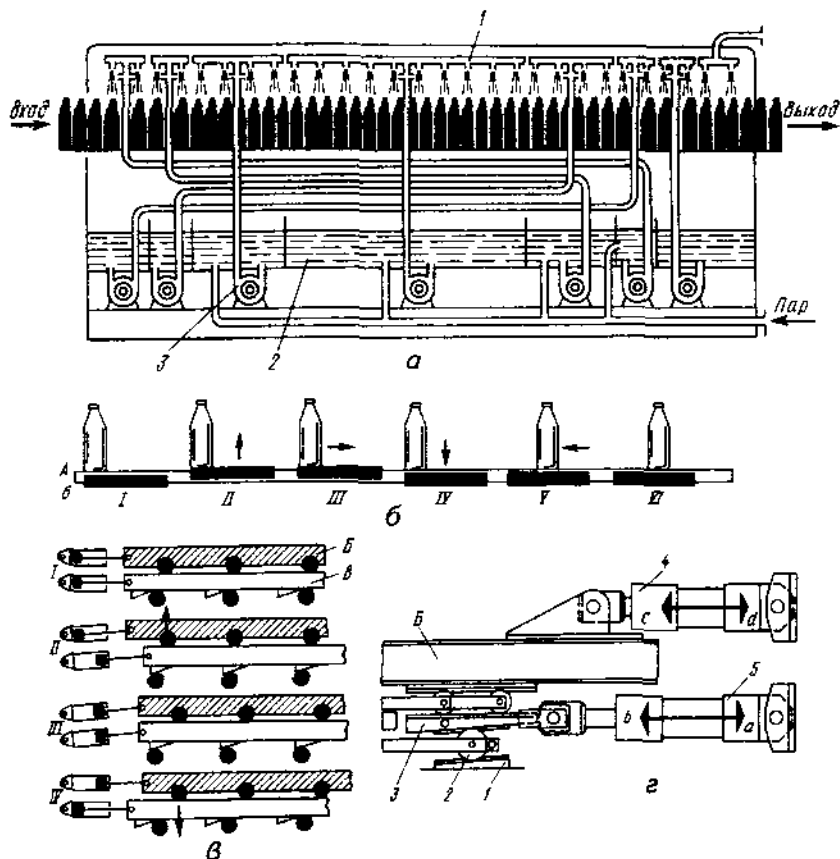
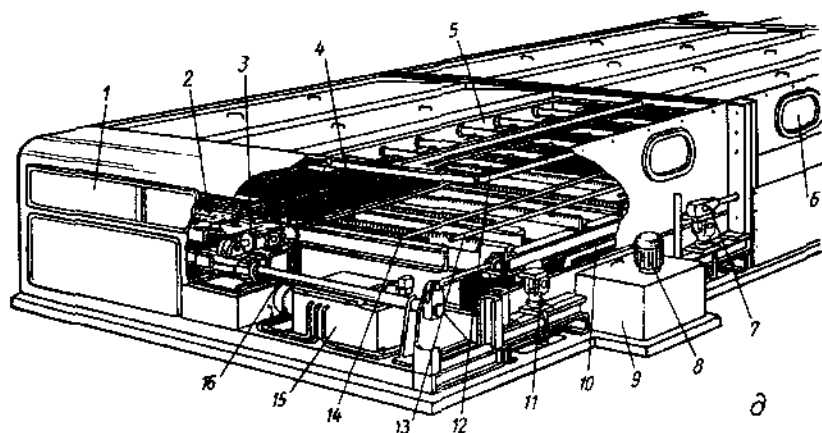


Рис. 7.57. Туннельный пастеризатор

*a* – принципиальная схема (1 – форсунка-дюза; 2 – резервуар; 3 – насос); *б* – схема перемещения бутылок; *в*, *г* – варианты гидравлической системы перемещения колосников (1 – копия; 2 – ролик; 3 – клин; 4, 5 – гидроцилиндры)



**Рис. 7.57 (продолжение). Туннельный пастеризатор**

*д* – схема общего вида пастеризатора НР (1, 6 – смотровые окна; 2 – конвейер отвода бутылок; 3 – гидромеханизм горизонтального перемещения подвижных колосников; 4 – поперечная опора колосников; 5 – центральный коллектор подачи воды в оросительные трубы; 7 – опора колосников; 8 – насос для воды; 9 – бак для воды; 10 – трубопровод к коллектору; 11 – гидроцилиндр вертикального перемещения колосников; 12 – оросительные трубы; 13 – колосник подвижный; 14 – колосник неподвижный; 15 – гидронасос; 16 – вал кривошипный горизонтального перемещения подвижных колосников)

Перемещение самих колосников может осуществляться по-разному. Например, в некоторых моделях пастеризаторов фирмы «Gasquet» (Франция) (рис. 7.57, в) колосники *Б*, образующие подвижную раму, связаны общей поперечиной, которая присоединена к штоку гидроцилиндра. Рама подвижных колосников *Б* имеет ролики, катящиеся по направляющим вспомогательной рамы *В*, расположенной под рамой подвижных колосников. Эта вспомогательная рама *В* также приводится от гидроцилиндра и своими наклонными копирами катится на опорных роликах. На начальной фазе движения *I* гидроцилиндр сдвигает вспомогательную раму вперед. При этом она приподнимается в положение *II* и увлекает с собой подвижные колосники с бутылками. На следующем этапе *III* гидроцилиндр подвижных колосников совершает рабочий ход, и вся система с бутылками движется вперед на один шаг. Затем подвижные колосники опускаются в положение *III* и возвращаются в исходное положение для возобновления цикла.

Аналогично работает и механизм, примененный в пастеризаторах Okomat фирмы «Holstein+Kappert» (ФРГ) (рис. 7.57, з).

Для привода применена гидравлическая система управления, позволяющая легко изменять скорость в соответствии с технологическими требованиями и синхронизировать работу всей линии (фасование и укупоривание). Так, время обработки можно изменять от 40 до 120 мин в зависимости от технологических требований.

Управление перемещением колосников может быть раздельным: по горизонтали и по вертикали от различных гидроцилиндров. Примером может служить пастеризатор НР фирмы «Baele-Gangloff» (Франция) (рис. 7.57, д).

Для перемещения колосников возможно применение и механической рычажной системы.

Пастеризатор оборудован автоматическими приборами для регулирования и контроля температуры отдельных зон.

Имеются и другие пастеризаторы – одно-, двух- и трехэтажные. Бутылки, входящие с одной стороны, проходят на одном этаже полный цикл обработки и выходят с противоположной стороны. На всех этажах обработка бутылок идет параллельно и независимо друг от друга.

Использование многоэтажных пастеризаторов позволяет значительно сэкономить производственную площадь, резко уменьшить расход воды и теплоты (система орошения бутылок – общая на все этажи).

Необходимо отметить и другое, очень важное преимущество многоэтажных пастеризаторов, а именно: возможность одновременной обработки разных видов продукции, что весьма существенно в винодельческой промышленности, на предприятиях которой одновременно фасуется несколько типов вин. Такие пастеризаторы могут включаться сразу в несколько линий без объединения их продукции.

Наиболее известны пастеризаторы фирм «Padovan» (Италия), «Gasquet» (Франция), «Holstein+Kappert» (ФРГ), «Barry-Wehmiller» (Великобритания), «Sander Hansen» (Дания) и др. Некоторые из них, как отмечалось, применяются на отечественных предприятиях.

Производительность туннельных пастеризаторов – от 1250 до 20000 бутылок в час.

Расчет производительности, скорости бутылок при перемещении, других параметров выполняется по тем же методикам, что и для транспортирующих устройств.

## 7.7. Машины для товарного оформления бутылок

### 7.7.1. Общие сведения

Товарное оформление бутылок предполагает отделку горлышек и нанесение этикетки с целью придания упакованной продукции привлекательного внешнего вида и защиты ее от подделок.

Горла бутылок отделявают фольгой, в том числе в виде готовых гофрированных колпачков, изготовленных глубокой вытяжкой из алюминиевой или свинцово-оловянной фольги, или специальными термоусадочными декоративными колпачками из поливинилхлорида (ПВХ). Последний способ в настоящее время наиболее популярен.

В промышленности применяют колпачки различных видов: открытые и закрытые сверху диском, прозрачные или цветные, имеющие устройство вскрытия в виде перфорации или отрывного кольца и др. При этом может быть предусмотрена возможность нанесения рисунка или информационных сведений на боковую поверхность или рельефа на верхний диск, подпрессовывания алюминиевой фольгой, нанесения голограммы и др. Разработаны и комбинированные варианты в виде термоусадочного колпачка со вставленной непосредственно в него корковой или пластиковой пробкой.

Этикетки, наносимые на бутылки, бывают нескольких видов: собственно этикетки, часто называемые корпусными этикетками, кольеретки и контрэтикетки. Все они, особенно этикетки, в принципе могут быть бумажными (штучными или изготовленными из рулона, так называемые самоклеющиеся) или термопластическими. В настоящее время пока наиболее широко применяют бумажные штучные этикетки, на которые клей наносится в процессе этикетирования.

Для изготовления таких этикеток в соответствии со стандартом применяют бумагу марок А, Б, В и М, масса  $1 \text{ м}^2$  которой составляет соответственно 70–100, 70, 45 и 100–120 г. Эта бумага одно- и двухсторонней гладкости, предназначенная для печатания многокрасочных этикеток, кольереток и контрэтикеток литографским или офсетным способом с последующей отделкой.

Наклеивание этикетки весьма трудоемкая и ответственная операция. На ее проведение влияют качество тары, этикетки, клея, надежность оборудования, а также квалификация обслуживающего персонала. Для наклеивания этикетки, кольеретки и контрэтикетки на стеклянные бутылки применяют быстрозастывающий клей. При приготовлении его используют в различных соотношениях декстрин, крахмал и воду, же-

латиновый, казеиновый клеи. Широко применяют и синтетический полиакриловый клей. Рабочая температура клеев 15–22° С.

В настоящее время в соответствии с действующим положением на бутылки наносят также акцизные марки и штрих-коды. Эти операции могут проводиться как самостоятельные (при помощи добавочных устройств), но чаще всего их совмещают с нанесением этикеток, для чего на этикетировочных машинах устанавливаются специальные механизмы.

В последние годы становятся популярными термоусадочные круговые этикетки. Такие этикетки изготавливаются из пленки полипропилена (ПП), поливинилхлорида (ПВХ) и полиэтилентерефталата (ПЭТ). Рекомендуемая толщина пленки 35–60 мкм. Этикетки поставляются в рулонах или нарезанными в необходимых размерах (для ручного этикетирования), с продольной перфорацией, с термоактивным слоем и УФ-лаком.

Термоусадочные этикетки можно наносить на порожние бутылки (до заполнения их продуктом) или на бутылки с продукцией после укупоривания и инспекции.

Термоусадочная этикетка, надетая на бутылку до ее наполнения надежно защищает ее от разрыва при фасовании напитков под давлением, а также защищает продукцию от проникновения ультрафиолетовых лучей, что увеличивает стойкость продукции. Сами этикетки практически не выцветают.

К преимуществам термоусадочной этикетки следует также отнести:

- высокое качество флексографской и глубокой печати (до десяти цветов, включая бронзу, серебро и золото); эффект прозрачности;
- возможность применения на одной этикетке не только широкой цветовой гаммы, но и спецэффектов (любого металла, изморози, матовой поверхности, высококачественной, полноценной фотографии и др.);
- сохранность этикетки при трении или соударении бутылок за счет осуществления печати на ее внутренней стороне;
- сохранность этикетки при намокании;
- придание продукции нового привлекательного вида.

Термоусадочными этикетками можно отделять продукцию как в стеклянной, так и в пластиковой таре.

В отдельных случаях бутылки, чаще всего стеклянные, с продукцией оформляются термоусадочным материалом полностью (от дна до верха венчика горла), причем это покрытие включает (объединяет) корпусную этикетку, кольеретку, контрэтикетку, штрих-код, рекламные сведения, дату изготовления, срок реализации и др.

Однако в винодельческой промышленности круговые термоусадочные этикетки, несмотря на очевидные технические преимущества, пока не находят применение.

### 7.7.2. Машины для отделки горлышек бутылки

Для отделки бутылок фольгой применяется несколько типов машин.

На рис. 7.58, а показана машина ВФБ-6, предназначенная для изготовления гофрированных колпачков из алюминиевой фольги, подачи их к укупоренным бутылкам, надевания их на горлышки бутылок, обжатия колпачков вокруг горлышек и выдачи бутылок на последующие операции.

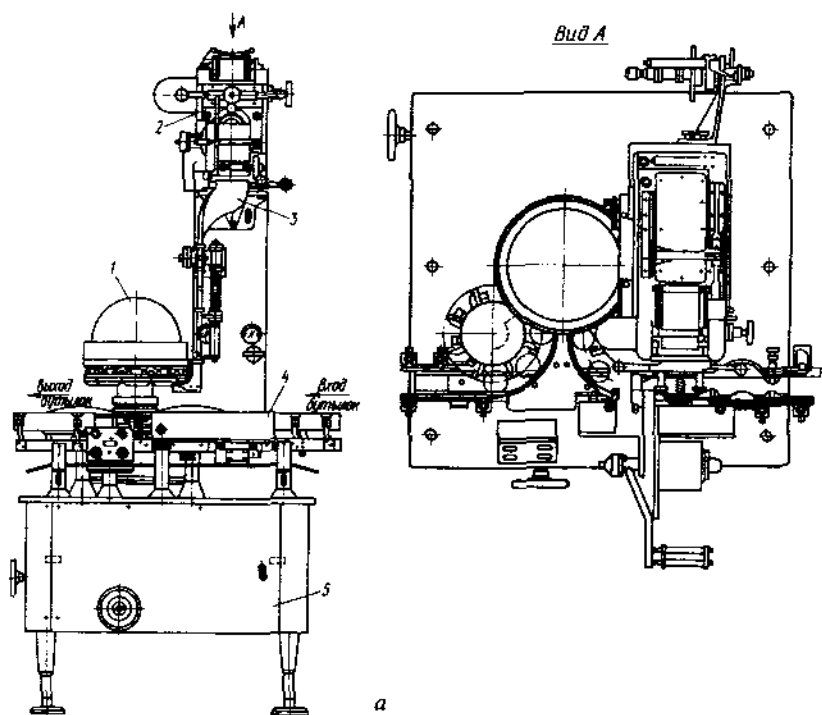


Рис. 7.58. Машина ВФБ-6 для изготовления гофрированных колпачков и отделки ими горлышек бутылок:

а — общий вид (1 — обжимная головка; 2 — штампующий механизм; 3 — лоток; 4 — стол загрузки и выгрузки бутылок; 5 — станина);

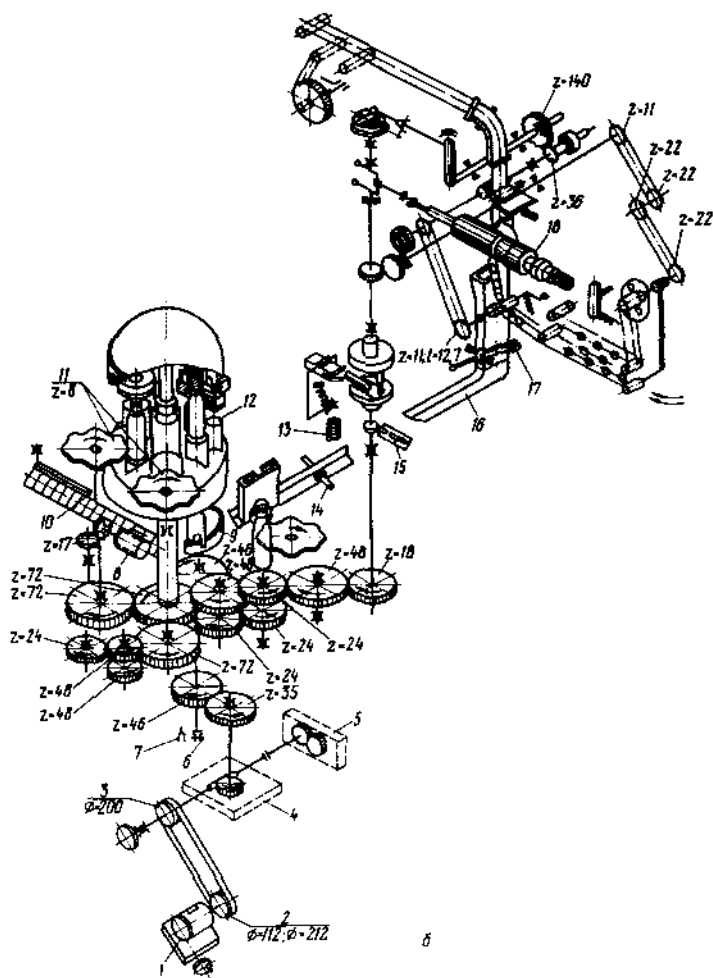


Рис. 7.58 (продолжение).

б - кинематическая схема (1 - электродвигатель; 2 - вариатор; 3 - шкив; 4 - червячный редуктор; 5 - шестеренный насос; 6 - предохранительная муфта; 7 - конечный выключатель; 8 - шнек; 9 - копир; 10 - микропереключатель; 11 - турбинные звездочки; 12 - подъемный столик; 13 - электромагнит; 14 - фотодатчик; 15 - масляный насос; 16 - лоток для колпачков; 17 - микровыключатель; 18 - штамп)



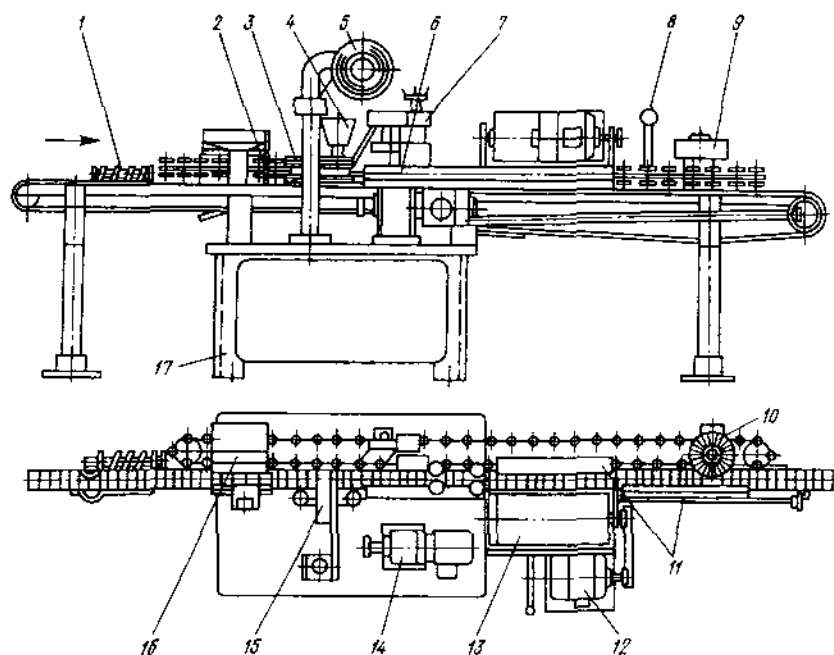
Кинематическая схема машины ВФБ-6, иллюстрирующая ее работу, представлена на рис. 7.58, б. Машина работает следующим образом. Заправленная в штамповую головку машины лента фольги сматывается с рулона и подается к штампу 18. В процессе хода штампа производятся высечка заготовки из ленты, формование колпачка и его гофрирование. Готовый гофрированный колпачок втулкой и пружинным механизмом выталкивается из штампа и под действием струи сжатого воздуха подается в лоток 16. Отштампованные колпачки постепенно наполняют лоток до уровня расположения датчика фотоблока 14. В случае переполнения лотка колпачками луч прерывается, срабатывает электроблокировка и штамп отключается. Включение штампа происходит автоматически при уровне колпачков в лотке ниже луча датчика фотоблока.

Колпачок из лотка захватывается горлышком бутылки, перемещаемой конвейером. Поданная на столик непрерывно вращающегося ротора бутылка с надетым на ее горлышко колпачком поднимается столиком 12 к обжимному патрону. При этом гофрированная юбка колпачка отгибается книзу, а бутылка, опираясь в шток обжимного патрона, поднимает его, открывая клапан дистрибутора. Обкатывающийся по неподвижному копиру 9 ротора ролик обжимного патрона передает давление из гидросистемы в резиновую манжету, которая обжимает колпачок на горлышке бутылки.

После обжатия колпачка бутылка турникетной звездочкой 11 убирается из-под обжимного патрона и ставится на пластинчатый конвейер, который подает ее к следующей машине линии. Производительность машины ВФБ-6 – 3000–6000 бут./ч.

Для отделки горлышек бутылок с шампанским разработана машина ВОБ/3 производительностью 3000 бут./ч. На отечественных заводах для этих целей применяют импортные машины фирм «Max Kettner» (линейного типа), «Kropes» (карусельного типа) (ФРГ).

Машина Rhein фирмы «Max Kettner» аналогичная машине ВОБ/3, показана на рис. 7.59. Работает она следующим образом: бутылка, двигаясь по конвейеру, попадает в шнек-распределитель, а потом – в машину, где захватывается роликовой цепью и начинает вращаться вокруг своей оси. В первом по пути следования клеевом механизме наносится клей на горлышко. Бутылка с клеем движется к механизму подачи фольги, отжимая рычаг блокировки, который препятствует подаче и отрезанию фольги без наличия бутылки. Система «нет бутылки – нет фольги» при отсутствии бутылки или фольги выключает электромагнит, управляющий подачей фольги и ее отрезанием.



**Рис. 7.59.** Фольговочная машина Rhein (общий вид):

1 - дисковая гладящая щетка; 2 - вращающийся ролик для обжима верхней части головки бутылки; 3 - цилиндрическая обкаточная щетка; 4 - механизм для нанесения клея на фольгу; 5 - рулон фольги; 6 - обжимной ролик для фольги; 7 - клиновые ремня; 8 - роликовая цепь; 9 - шнек-распределитель; 10 - станина; 11 - механизм для нанесения клея на горлышко бутылки; 12 - механизм подачи и отрезания фольги; 13 - привод машины; 14 - дисковая цилиндрическая обкаточная щетка; 15 - электропривод цилиндрической обкаточной щетки; 16 - прижимные резиновые полосы; 17 - электропривод дисковой гладящей щетки

На отрезанный кусок фольги, которая подается с рулона, вращающимися щетками второго клеевого механизма наносится клей. В механизме прижимных роликов и на обкаточных щетках фольга прижимается к бутылке, плотно облекая ее горлышко.

Для линий упаковывания шампанского производительностью 6000 бутылок в час выпускается фольговочная машина ВРМ/5, принцип действия которой аналогичен.

Примером машины для надевания предварительно сформированных колпачков на бутылки может служить машина СХ фирмы «Congex» (Франция) (рис. 7.60), которая может быть использована при отделке бутылок с тихими (до 1500 бутылок в час) или игристыми (до 7000 бутылок в час) винами. Колпачки поступают из магазина, куда они заправляются стопками. При отделке тихих вин вместимость магазина – 2100 колпачков (21 стопка на 100 колпачков диаметром 28,5–32,5 мм и длиной 40–70 мм), при отделке игристых – 1100 колпачков (11 стопок по 100 колпачков диаметром 33–38 мм и длиной 100–125 мм). Поступающие по одному колпачки захватами поворачиваются на 90° и переносятся навстречу бутылке. Перемещение бутылок обеспечивается конвейерами, расположенными с боков от основного бутылочного конвейера. Эта машина может работать в блоке с другой, предназначенной для изготовления колпачков.

При обжиге колпачков на горлышке бутылки образуются вертикальные складки, которые при обкатке загибаются и разглаживаются. Машины для обжима и разглаживания колпачков конструктивно выполнены аналогично известным карусельным обкаточным или обжимным машинам.

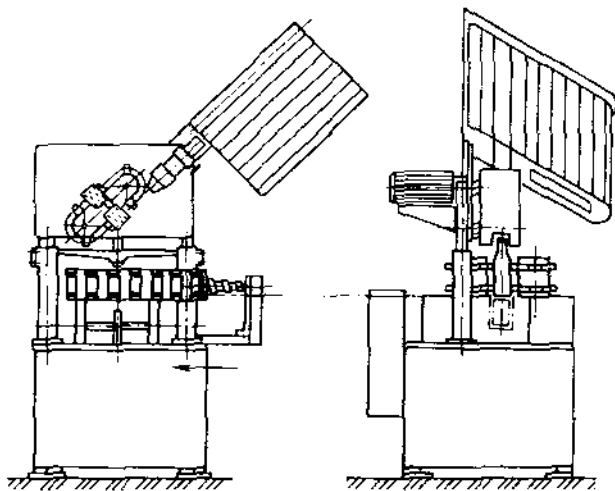


Рис. 7.60. Машина СХ для надевания колпачков

Машины аналогичного назначения выпускаются фирмой «Girondine» (Франция). Названное импортное оборудование имеется на отечественных предприятиях: фирмы «Congex» – в линиях упаковки тихих вин, фирмы «Girondine» – для отделки бутылок с шампанским.

Имеет место тенденция совмещения операций оформления бутылок колпачком и этикетками па одной машине, особенно это относится к линиям упаковывания игристых вин. Такого рода машины выпускаются рядом зарубежных фирм (см. ниже).

Машины для надевания термоусадочных колпачков работают по следующей общей схеме: колпачки из стопки передаются на ротор, где удерживаются при помощи вакуума, а затем при прохождении бутылки по транспортеру колпачки поштучно сбрасываются на венчик горла бутылки и затем дожимаются специальным устройством до полного надевания их на горло. Усадка колпачка происходит за счет нагревания его горячим воздухом температурой около  $200^{\circ}\text{C}$  в термоусадочной головке или термоканале.

Машины для надевания колпачков различают по следующим признакам:

- по исполнению, т. е. они могут быть самостоятельным изделием, или работать в блоке с термоусадочной машиной (рис. 7.61, а) или термоусадочным туннелем (камерой) (рис. 7.61, б);
- по конструктивным особенностям (схеме движения бутылки) – карусельные (рис. 7.61, а) и линейные (рис. 7.61, б);
- по виду нагревательных элементов – с электрическими ТЭНами, инфракрасными лампами, электрофенами, нагнетающими горячий воздух в туннель;
- по производительности – с 1, 2, 4, 8 и 12 термоусадочными устройствами (головками) производительностью соответственно 1, 2, 4, 12 и 20 тыс. бут./ч и с туннелями (камерами) различной длины: от 700 до 1400 мм производительностью соответственно 6–12 тыс. бут./ч.

Из отечественного оборудования указанного назначения наиболее известны установки ТК-700 и ТК-1000, представляющие собой термоусадочные камеры, обеспечивающие усадку колпачков, заранее надетых (чаще всего вручную) на горлышки бутылок. Длина камер в этих установках соответственно 700 и 1000 мм, производительность установок 6000 и 9000 бут./ч.

Усадка колпачков происходит за счет их нагревания горячим воздухом ( $200^{\circ}\text{C}$ ) и осуществляется при постоянном перемещении воздушной струи по высоте колпачка (от верхней к нижней части). Усадочная камера состоит из термоканала с тремя нагревателями, двух направляющих, двух кронштейнов, упора, ходового винта и пульта управления.

Укупоренные бутылки с продукцией и надетыми на них термоусадочными колпачками направляются в термоканал транспортером.

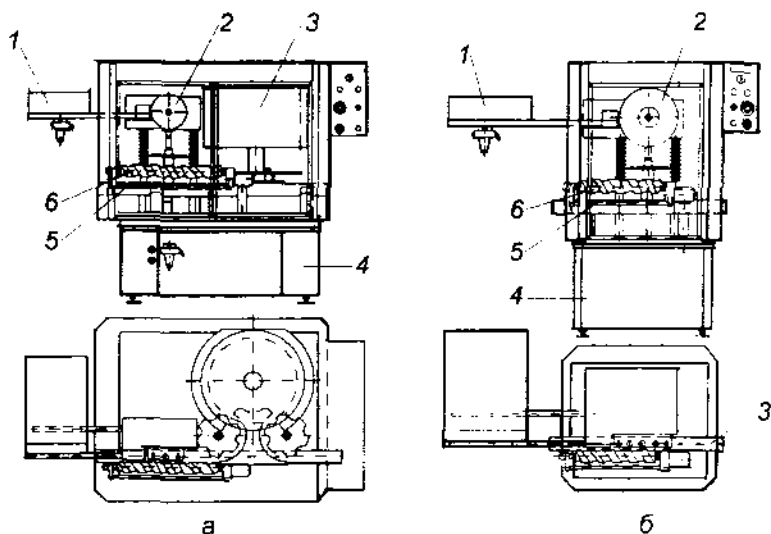


Рис. 7.61. Машины для надевания колпачков в блоке:

*а* - с термоусадочной машиной; *б* - с термоусадочным туннелем; 1 - магазин колпачков; 2 - механизм переноса колпачков; 3 - карусель обжима (термоусадочной) (рис. 7.61, *а*) или термоусадочный туннель (рис. 7.61, *б*); 4 - станина, 5 - транспортер; 6 - шнек-делитель

Установки обеспечивают обработку бутылок различных типов, в том числе из ПВХ и ПЭТ вместимостью до 1,0 л.

На рис. 7.62 показан общий вид установки ТК-1000, а на рис. 7.63 - устройство термоканала.

Датчик наличия бутылок (рис. 7.62) дает команду механизму, обеспечивающему подъем термоканала на высоту 150 мм, что исключает перегрев колпачков и бутылок с продуктом при остановке всей линии или транспортера.

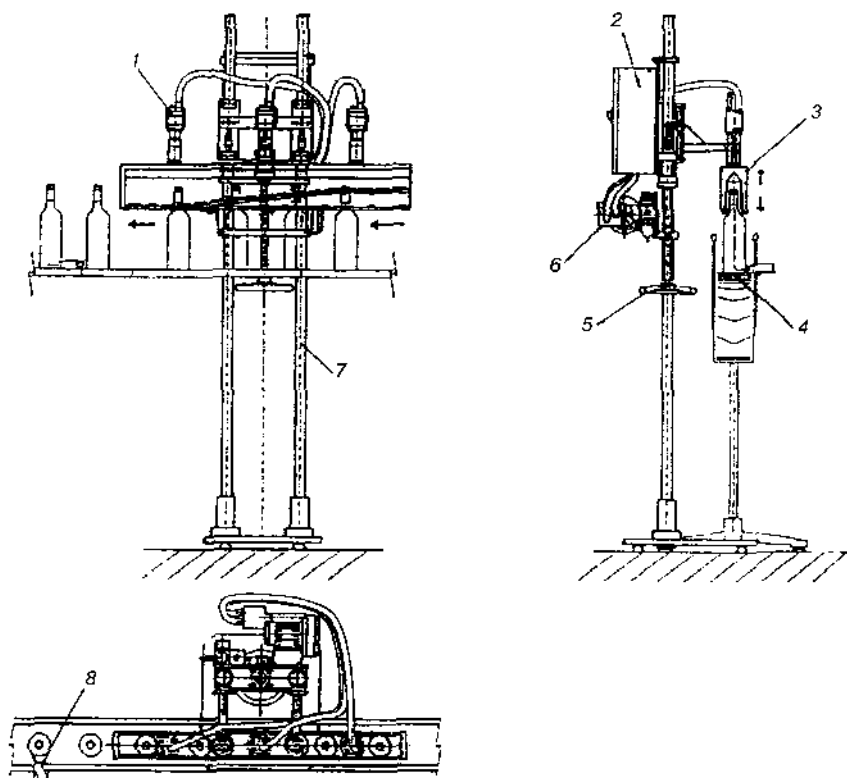
Аналогичные установки выпускаются под маркой Т-300 (производительность до 6000 бут./ч) [16].

### 7.7.3. Этикетировочные машины

Этикетировочные машины предназначены для нанесения на бутылки с вином этикеток различных видов (см. 7.7.1).

Общим для современных этикетировочных машин является наличие устройства (механизма) подачи и отвода бутылок, их распределения,

кассет для различных видов этикеток, этикетопереносчика, штемпелюющего и клеевого устройств, а также устройства для разглаживания этикеток. Процесс нанесения штучных (наиболее распространенных) этикеток на бутылку, таким образом, состоит из следующих операций: вывода этикетки из магазина; передачи этикетки на передающий орган (этикетопереносчик); нанесения штемпеля на этикетку; нанесения клея на этикетку; передачи этикетки на бутылку; разглаживания этикетки на бутылке. Последовательность этих операций может быть и несколько другой в зависимости от конкретной схемы и конструкции машины.



**Рис. 7.62. Установка ТК-1000 (общий вид):**

1 - нагреватели; 2 - электрошкаф; 3 - камера; 4 - транспортер; 5 - маховик регулировки высоты установки оборудования; 6 - вентилятор; 7 - стойка; 8 - датчик наличия бутылок

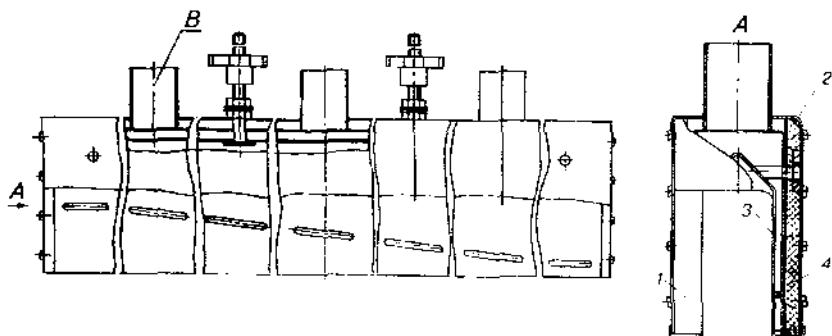


Рис. 7.63. Термоканал:

*В* – патрубков для подачи горячего воздуха; *1* – торцевая пластина; *2* – кожух; *3* – рассеиватель; *4* – слой изоляции (стекловолокно с алюминиевой фольгой)

Классифицировать этикетировочные машины можно по ряду признаков: по направлению движения бутылок (линейные и карусельные); по конструкции этикетопереносчика (с рычажным, барабанным и крестообразным); по характеру движения этикетопереносчика и других рабочих органов (с циклическим и непрерывным).

Кроме того, этикетировочные машины различают по назначению (количеству и виду наклеиваемых этикеток), способу отбора этикеток из магазина (за счет вакуума или клеєм), характеру перемещения магазина (с неподвижным, качающимся и поступательно-возвратным движущимся магазином), способу наклеивания этикеток (прижимом, разглаживанием, обкаткой, накатыванием), по исполнению (левому и правому), по компоновке (с прямым транспортером, с отводом бутылок под углом 90°, с отводом бутылок по параллельному транспортеру и др.), по количеству механизмов перемещения бутылок и переноса этикеток (только для карусельных машин) и, конечно, по производительности (1; 1,5; 3; 6; 12; 24 и 48 тыс. бут./ч).

Современные этикетировочные машины для наклеивания корпусной этикетки, как правило, линейные (кроме машин производительностью более 18 тыс. бут./ч – они выпускаются карусельными). Машины для наклейки горловых этикеток (кольереток), корпусных этикеток с кольеретками и контрэтикеток проектируются карусельными.

Основные параметры этикетировочных машин стандартизированы. Так, техническая производительность машин должна превышать номинальную производительность линии не менее чем на 30%. Привод машины должен обеспечивать бесступенчатое регулирование в этом диапа-

зоне. Направление волокон бумаги на этикетках должно быть параллельным основанию бутылки, то есть при смачивании обратной стороны этикетки верхний и нижний края ее должны закручиваться внутрь лицевой поверхности.

В настоящее время в отрасли используется большая номенклатура этикетировочных машин, различающихся по принципу действия, типу и конструктивному исполнению.

К линейным машинам с барабанным этикетопереносчиком относят наиболее распространенные в промышленности машины ВЭМ (базовая модель), ВЭВ (с двумя магазинами этикеток), а также ВЭР-12 и др.

В настоящее время выпускается модернизированный вариант машины ВЭМ под маркой ВЭ2-М (рис. 7.64).

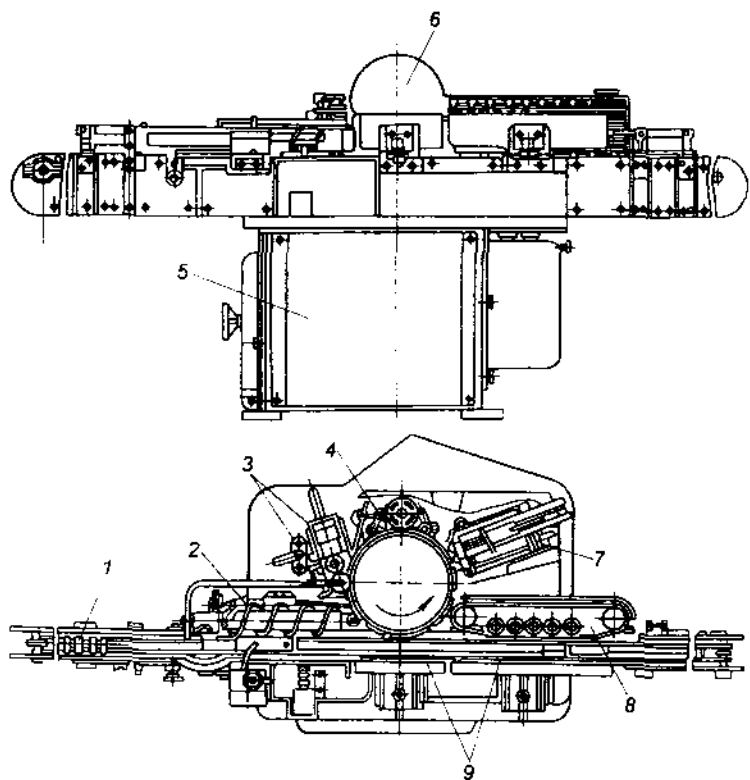


Рис. 7.64. Этикетировочная машина ВЭ2-М (общий вид)



Машина предназначена для наклеивания этикеток прямоугольной формы на цилиндрическую часть бутылок (корпусных этикеток).

Машина состоит из пластинчатого транспортера 1, шнека-делителя 2, вакуумного барабана-этикетопереносчика 6, клеевого механизма 3, штемпельного устройства 4, магазина этикеток 7, накатных ремней 8, подушек 9. Все эти части смонтированы на станине 5.

Поступающие по транспортеру 1 бутылки при помощи шнека 2 с определенным шагом подаются к барабану 6. Во время рабочего хода магазина этикеток 7 нажимает ролик на клапан, соединяя отверстия присосов этикетопереносчика с вакуумной магистралью. Вследствие равенства линейных скоростей барабана и магазина этикеток на определенном участке пути этикетка передним краем присасывается к этикетопереносчику и при замедлении движения магазина в конце его рабочего хода извлекается из него. При дальнейшем вращении вакуумного барабана на этикетке штемпельным механизмом проставляется дата, а затем этикетка посредством намазного ролика клеевого устройства 3 смазывается полосками клея. В момент нанесения клея этикетка придерживается на барабане гребенкой.

При встрече этикетки и бутылки вакуум перекрывается и присосы этикетопереносчика сообщаются с атмосферой, в результате чего этикетка передается с вакуум-барабана на бутылку. Затем бутылка попадает между накатными ремнями 8 и подушкой 9 из губчатой резины и, двигаясь по транспортеру 1, вращается вокруг своей оси, благодаря чему этикетка разглаживается.

Блокировка «нет бутылки – нет этикетки» работает следующим образом: при отсутствии бутылки на транспортере шуп электроблокировки не воздействует на конечный выключатель с нормально закрытыми контактами; электромагнит оказывается под действием тока, благодаря чему выталкивает сердечник и блокирует этикетировочный магазин.

Блокировка «нет этикетки – нет клея» работает следующим образом: в случае отсутствия этикетки на этикетопереносчике шуп механизма блокировки под действием пружины входит в прорезь этикетопереносчика и поворачивает связанный с ним упор, вследствие чего клеевая ванна запирается и исключается попадание клея на этикетопереносчик.

Блокировка «нет этикетки – нет даты» работает аналогично, запирая при отсутствии этикеток на этикетопереносчике штемпельный механизм.

Соответствие частот вращения шнека и вакуум-барабана скорости конвейера обеспечивает синхронность выдачи этикеток из магазина и движения бутылок.

На рис. 7.65 показана кинематическая схема машины ВЭ2-М (правого исполнения). Производительность машины 2600–7800 бут./ч.

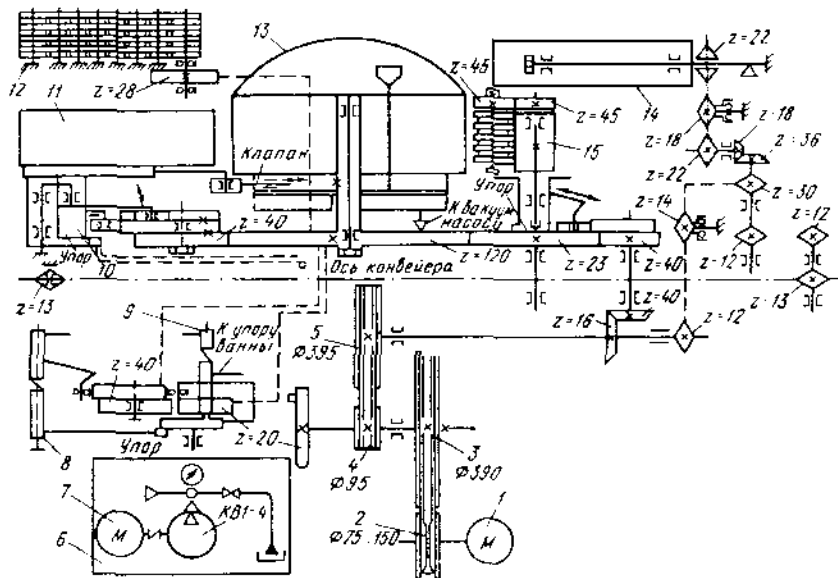


Рис. 7.65. Кинематическая схема машины ВЭ2-М:

1, 7 - электродвигатели; 2 - вариатор; 3, 4, 5 - шкивы; 6 - вакуум-установка; 8 - блокировка «нет этикетки - нет даты»; 9 - блокировка «нет этикетки - нет клея»; 10 - блокировка «нет бутылки - нет этикетки»; 11 - электромагнит; 12 - накатные ремни; 13 - вакуум-барaban; 14 - шnek; 15 - клеевая ванна

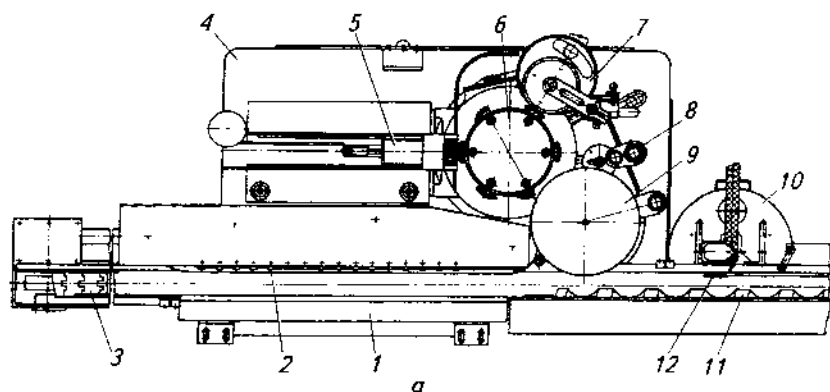
Машина ВЭВ мало отличается от машины ВЭМ. Разница между ними лишь в производительности (она составляет 4500–9000 бут./ч); в машине ВЭВ, как упоминалось, используются два магазина этикеток. Второй магазин устанавливается на месте механизма блокировки «нет этикетки - нет даты», которого в машине ВЭВ нет.

Машина ВЭР-12 (рис. 7.66, а) также предназначена для наклеивания одной этикетки на цилиндрическую часть бутылки. Механизм переноса этикеток из магазина 5 на бутылку состоит из следующих основных частей: барабана передачи этикеток 9, механизма этикетопереносчиков 6, механизма нанесения клея 7 и датирующего механизма 8.

Магазин этикеток служит для размещения запаса этикеток и расположен на платформе, которая может совершать небольшие перемещения к переносчикам с помощью пневмоцилиндра и в зависимости от наличия или отсутствия бутылок в зоне шнека.

Поток бутылок с конвейера линии перемещается на конвейер машины и подводится к шнеку, который расставляет бутылки по шагу. В зоне шнека 11 расположен шуп блокировки «нет бутылки – нет этикетки». При наличии бутылки шуп отжимается, конечный выключатель обесточивает электромагнит, пневмораспределителю подается сигнал, и платформа с магазином этикеток 7 перемещается в рабочее положение к переносчикам 6. Извлечение этикетки производится переносчиками, смазанными тонким слоем клея. При отсутствии бутылок в зоне шуп неподвижен, и магазин этикеток не перемещается.

Этикетопереносчик после извлечения этикетки из магазина входит в контакт с барабаном 9 передачи этикеток, край этикетки попадает в раскрытые зажимы барабана и фиксируется ими. Этикетка на барабане с клеевым слоем, нанесенным на обратную поверхность, входит в зону контакта с бутылкой, перемещаемой конвейером и шнеком, зажимы раскрываются, а этикетка плотно прилегает к поверхности бутылки.



**Рис. 7.66.** Этикетировочная машина ВЭР-12:

*а* - общий вид сверху (1 - резиновая подушка, 2 - накатные ремни, 3 - конвейер, 4 - станина; 5 - магазин этикеток; 6 - механизм этикетопереносчиков, 7 - механизм нанесения клея, 8 - датирующий механизм; 9 - барабан; 10 - клеевой насос; 11 - шнек; 12 - шуп блокировки)

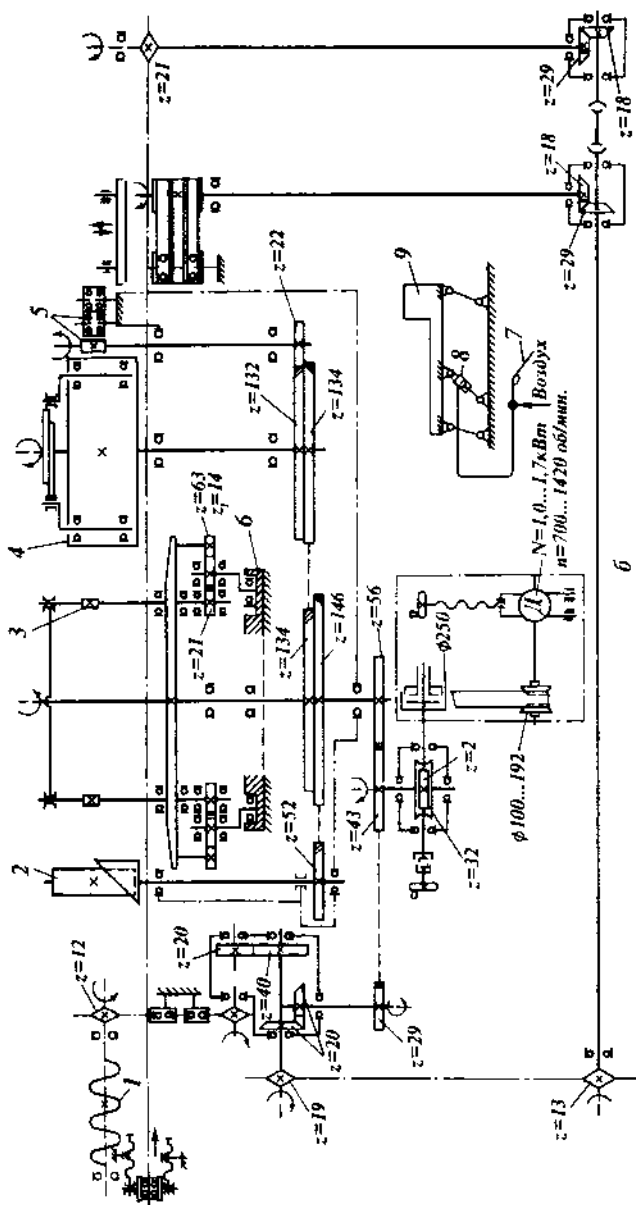


Рис. 7.66 (продолжение). Этикетировочная машина ВЭР-12:

б — кинематическая схема (1 — штек; 2 — левой ролик; 3 — этикетопереносчик (б позиций); 4 — барабан этикеток (б позиций); 5 — датировочный механизм; 6 — кофр; 7 — муфта блокировки; 8 — пневмоцилиндр; 9 — магазин этикеток)

Для приклеивания переднего края этикетки к бутылке при выходе ее из зоны контакта с барабаном край этикетки прижимается к бутылке потоком воздуха, управляемым золотниковым устройством.

В зоне накатных ремней 2 бутылка с этикеткой прижата одной стороной к неподвижной резиновой подушке 1, другой стороной – к ремням. При вращении ремней происходит вращение бутылки и плотное обкатывание этикетки по цилиндрической части. После выхода из зоны накатных ремней бутылка переходит на конвейер линии 3.

Кинематическая схема этикетировочной машины показана на рис. 7.66, б. Производительность машины 6000–12000 бут./ч.

Разработана и выпускается также машина ВЭЦ номинальной производительностью 12000 бут./ч [16].

По той же схеме, что и машина ВЭМ, могут, в принципе, работать и машины, предназначенные для наклейки этикеток и кольереток. Для этого используют двухуровневые («двухэтажные») магазин и барабан, а также дополнительный турникет для прижатия бутылок в момент перехода на них этикеток и кольереток.

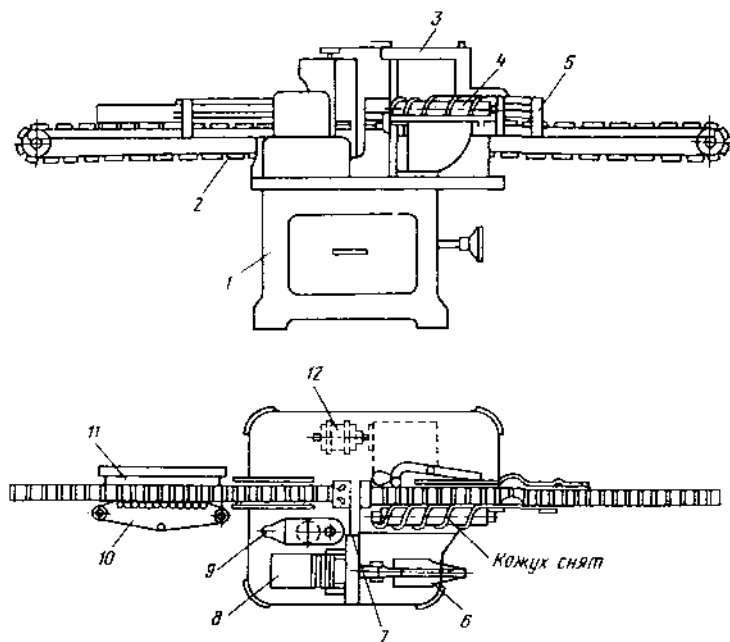
Более современные этикетировочные машины аналогичного назначения, построенные по тому же принципу, но с переносом этикеток клеевым способом, выпускаются некоторыми предприятиями под марками ЛПМ6-60131 и ЭМА. Их производительность соответственно 6000 и 3000–6000 бут./ч [16].

Из зарубежных линейных этикетировочных машин, применяемых на отечественных предприятиях, можно отметить машины фирм «Jagenberg», «Johann Weiss», «Krones» (ФРГ), «Kosme Group», «P.E. Labellers» (Италия) и др. В этих машинах используется ряд конструктивных элементов, повышающих эксплуатационную надежность машин, например: введение промежуточных вакуумных роликов для передачи этикеток из магазина на барабан или с барабана на бутылку; сближение шнека с накатным устройством, что уменьшает величину «бесконтрольного» промежутка, где возможны падения или задержка бутылок, подача клея насосом, плавное регулирование производительности и др.

К линейным машинам с циклическим движением этикетопереносчиков относится машина фирмы «Johann Weiss» для отделки шампанских бутылок этикетками и кольеретками (рис. 7.67). Машина приводится в действие от электродвигателя с бесступенчато-регулируемой передачей, привод смонтирован на станине.

Машина работает следующим образом: бутылка от фольговочной машины подается конвейером 2 через распределительный шнек 4 и бло-

кирочное устройство, подхватывается проталкивателем 3 и проходит между плашками передаточного механизма 7. В этот момент упор освобождает каретку с магазином этикеток и кольереток, одновременно на этикетку ставится штамп.



**Рис. 7.67.** Этикетировочная машина для отделки шампанских бутылок (общий вид):

1 – станина; 2 – пластинчатый конвейер; 3 – проталкиватель бутылок; 4 – рас-  
пределительный шнек; 5 – ограждение; 6 – штамповый механизм; 7 – пере-  
даточный механизм; 8 – каретка с магазином этикеток и кольереток; 9 – кле-  
вой механизм; 10 – обкаточные ремни; 11 – зубчатая резина; 12 – электродвига-  
тель

Этикетка и кольеретка захватываются клейвыми плашками пере-  
даточного механизма 7. После этого рычаг перемещает передаточный ме-  
ханизм по стержню-салазкам поперек направления движения бутылки. Под-  
хватенная проталкивателем бутылка проходит через передаточный ме-  
ханизм, и к ней приклеиваются этикетка и кольеретка, при этом они  
поддерживаются рычагом-прижимом. Далее этикетка обжимается рези-

новыми пластинами. Освобожденный передаточный механизм возвращается в исходное положение, в это время его плашки намазываются клеем, и при наличии входящей бутылки цикл повторяется. Бутылка, двигаясь по конвейеру, проходит мимо губчатой резины 11 и обкаточных ремней 10, которые приглаживают этикетку. Кольеретки здесь же приглаживаются волосяными щетками.

Несмотря на определенные преимущества (простота трассы бутылок и др.), общим недостатком машин линейного типа является нефиксированное положение бутылки, что ограничивает производительность таких машин и, главное, не позволяет использовать их при отделке бутылок несколькими этикетками.

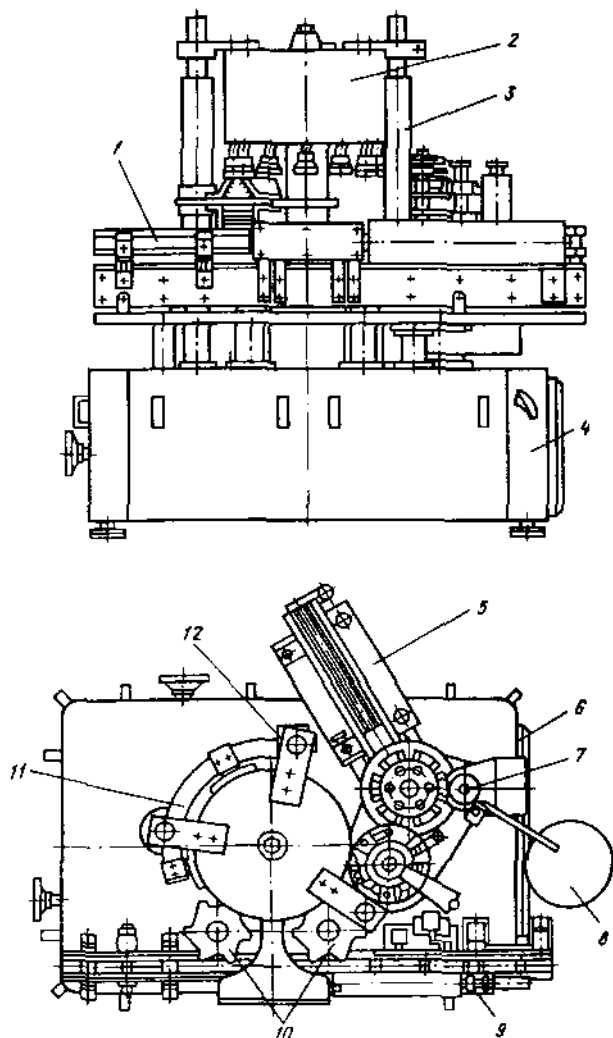
В этом отношении карусельные машины более удачны, ибо бутылки в них находятся в фиксированном положении. Кроме того, в таких машинах на пути следования бутылки может быть установлено несколько механизмов для передачи этикеток и их разглаживания.

На рис. 7.68 показана машина ВЭ2С-В, предназначенная для наклеивания этикеток и кольереток.

Конвейер линии 1 подает поток бутылок к шнеку машины 9, который расставляет бутылки с определенным шагом. В зоне шнека расположен щуп блокировки «нет бутылки – нет этикетки». При наличии бутылки щуп отжимается, и электромагнит, управляющий золотником воздухо-распределителя, подает сжатый воздух в цилиндры платформы магазина этикеток. При этом платформа перемещается в рабочее положение к переносчикам. Переносчики, смазанные тонким слоем клея, извлекают из кассет магазина 5 по одной этикетке и кольеретке. При отсутствии бутылок в зоне шнека магазин с этикетками и кольеретками находится в положении неконтакта с переносчиками.

Бутылки из зоны шнека попадают к загрузочной звездочке 10, которая перемещает их на столики карусели 2. Бутылки на столиках сверху зажимаются колокольчиками, и по ходу движения карусели на них передаются рейферным барабаном по этикетке и кольеретке. Для обеспечения разглаживания щетками этикеток и кольереток столики поворачивают бутылки на 90°. После этого колокольчики поднимаются, и оформленные бутылки переносятся выгрузочными звездочками со столиков карусели на конвейер линии.

Машина имеет устройства, отключающие привод машины при падении бутылок в зоне шнека, переполнения конвейера бутылками на выходе из машины или перегрузке электродвигателя.



**Рис. 7.68.** Этикетировочная машина ВЭС-В (общий вид):

1 - конвейер; 2 - карусель; 3 - стойка; 4 - станина; 5 - магазин этикеток и кольереток; 6 - электрошкаф; 7 - механизм переноса этикеток и кольереток; 8 - клеевой насос; 9 - шнек; 10 - звездочки; 11 - разглаживающее устройство; 12 - пульт управления



Для оформления бутылок контрэтикетками (кроме корпусных этикеток и кольереток) разработана машина ВЭЮ, отличающаяся от машины ВЭС-В тем, что после окончания разглаживания этикетки и кольеретки столик с бутылкой поворачивается еще на  $90^\circ$  и с помощью второго механизма переноса этикеток производится наклейка контрэтикетки на бутылку. Столик поворачивается еще на  $90^\circ$ , происходит разглаживание контрэтикетки щетками и роликами. Более сложный вариант этикетировочной машины, предназначенной для наклеивания на бутылку и акцизной марки, выпускается под маркой ВЭЛ.

Способ наклеивания акцизной марки – П-образный. Одна половина марки наклеивается одновременно с контрэтикеткой, а вторая – при прохождении бутылки через разгрузочную звездочку. После этого акцизная марка прижимается к венчику горла бутылки.

Специальные отдельные устройства для наклеивания акцизных марок описаны в 7.7.4.

Производительность машин ВЭС-В, ВЭЮ, ВЭЛ соответственно до 7800, 2800–8500 и 2800–8500 бут./ч.

На рис. 7.69, а показана принципиальная схема машины Solomatic фирмы «Krones». Она предназначена для нанесения на бутылку от 1 до 4 этикеток, а также для отделки горлышка бутылки фольгой. Бутылки подаются с конвейера 2 шнеком-распределителем 6 к загрузочной звездочке 5 и устанавливаются ею на столики и карусели 12. При перемещении бутылок каруселью на них блоком этикетонаклейки наклеиваются этикетки и кольеретки, после чего в зависимости от типа кольеретки бутылка или движется далее в том же положении, или поворачивается в одну, а затем в другую сторону. Поворотами бутылки обеспечивается последовательная (с помощью щеток, неподвижно установленных на столе) наклейка одного, а затем другого конца кольеретки. Этикетка также разглаживается неподвижными щетками.

Блок этикетонаклейки (рис. 7.69, б) работает следующим образом. В зоне А валик наносит клей на сегменты 8 большого ротора-этикетопереносчика 7, при этом сегменты проворачиваются в направлении вращения ротора. В зоне Б, когда сегменты встречаются с кассетой 6, находящейся в крайнем левом положении, происходит проворачивание сегментов в противоположную по отношению к вращению ротора сторону, а кассета проворачивается вправо по ходу движения ротора. В результате такого комбинированного движения сегментов, ротора и кассеты происходит накатка сегментов на этикетки и кольеретки, они приклеиваются к поверхности сегментов, покрытых клеем. Далее сегменты в зоне В перекачиваются по обрешиненным вакуумным сегментам 3 малого ротора 1.

Сегменты малого ротора имеют пальчиковые захваты 2, которые захватывают этикетку и кольеретку с передней по ходу движения стороны и прижимают их к обрешиненным сегментам 3. Наличие пальчиковых захватов гарантирует съем с сегментов большого ротора этикетопереносчика этикеток и кольереток. В зоне Г сегменты малого ротора-этикетопереносчика прижимают этикетку и кольеретку к бутылке 4 по средней их линии, вакуум сбрасывается, через те же вакуумные сопла продувается сжатый воздух, и происходит предварительное приклеивание концов этикетки и кольеретки к бутылке.

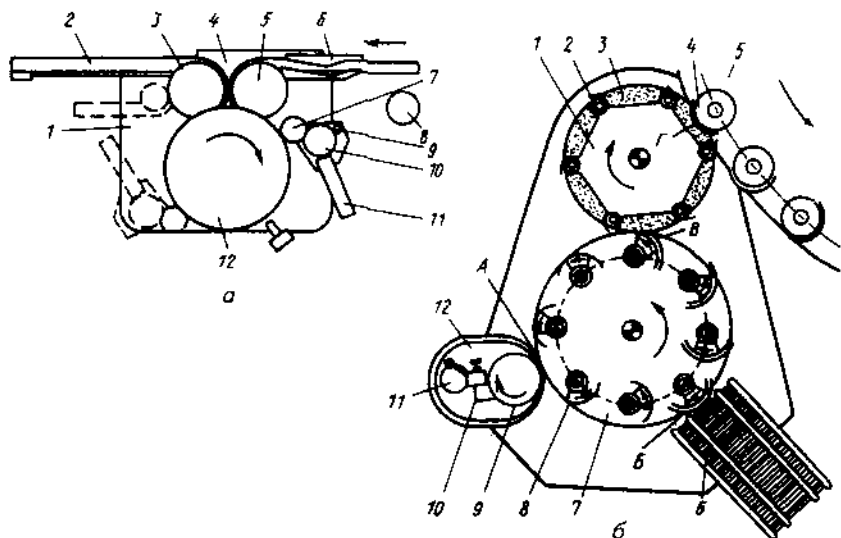


Рис. 7.69. Этикетировочная машина Solomatic:

*а* – принципиальная схема (1 – станина; 2 – конвейер; 3 – выгрузочная звездочка; 4 – направляющая; 5 – загрузочная звездочка; 6 – шнек-распределитель; 7, 10 – роторы-этикетопереносчики; 8 – бачок для клея; 9 – клеевой валик; 11 – кассета; 12 – карусель); *б* – блок наклейки этикеток (1 – малый ротор-этикетопереносчик; 2 – пальчиковые захваты этикеток; 3 – сегменты малого ротора; 4 – бутылка; 5 – карусель; 6 – кассета кольереток и этикеток; 7 – большой ротор-этикетопереносчик; 8 – сегменты большого ротора; 9 – клеевой валик; 10 – скребок, регулирующий толщину слоя клея; 11 – трубопровод слива клея в бачок; 12 – ванна)

Фирма выпускает аналогичные машины *Volamitic* с двумя блоками этикетонаклейки.

Производительность машин этих серий достигает 40 тыс. бутылок в час.

Машины такого типа выпускаются и фирмой «Jagenberg» (ФРГ), однако магазины этикеток в них неподвижны и передача этикеток на клеевой барабан осуществляется специальным вакуумным роликом.

Многофункциональные современные этикетировочные машины, предназначенные для отделки бутылок многими (до 6 шт.) этикетками, выпускает фирма «P.E. Labellers» (Италия). Это машины Master, Executive производительностью соответственно 1–30 и 8–60 тыс. бут./ч. Машины отличаются также конструктивными новшествами в решении ряда механизмов. В них, например, регулируется толщина клеевого слоя, используется двойной шнек для подачи бутылок, применяется механическая и электронная центровка бутылок и др.

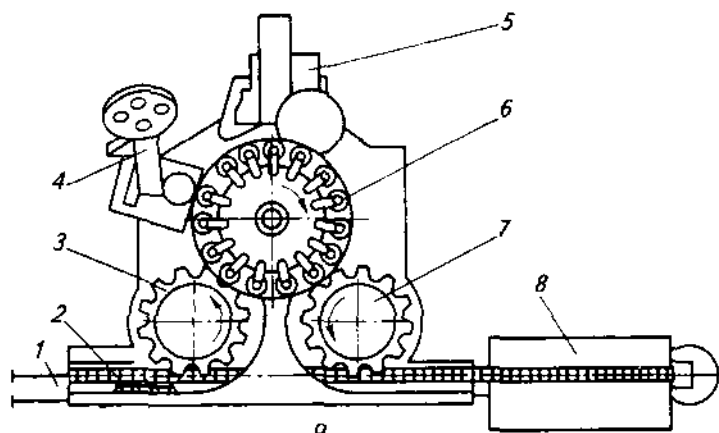
При использовании некоторых видов этикеток и клея разглаживание этикеток на карусели недостаточно эффективно, поэтому в машинах карусельного типа для улучшения качества нанесения этикеток на бутылки применяют для дополнительного разглаживания мягкие ролики.

Для наклеивания этикеток и кольереток на бутылки с шампанским и игристыми винами разработана отечественная карусельная машина ВЭШ, а из зарубежных можно отметить машины «Kosme Groupe» (Италия) (серии Extra fix и Star).

**Фольговочно-этикетировочные машины.** В этих машинах осуществляются операции по отделке бутылок фольгой (горлышко), этикеткой и кольереткой. Чаще всего их используют в линиях упаковки игристых вин.

На отечественных заводах шампанских вин применяется машина P500S/9C (рис. 7.70) производительностью 8 тыс. бутылок в час фирмы «Baele-Gangolf» (Франция).

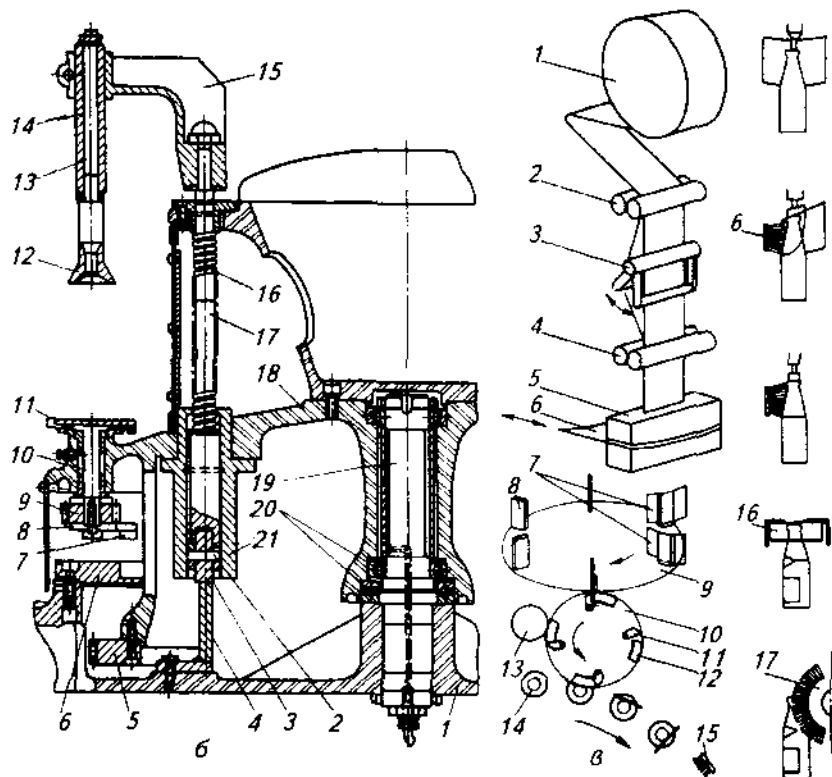
На бутылку, подаваемую загрузочной звездочкой 3 на столик карусели 6, наклеивается кусок фольги, и бутылка поворачивается сначала в одну, а затем в другую сторону. С помощью неподвижных щеток, установленных на станине, производится оборачивание бутылки фольгой. Далее на бутылку одновременно наклеиваются кольеретка и этикетка. Этикетка разглаживается щетками при продвижении бутылки. Кольеретка также разглаживается щетками, сначала один, а затем другой ее конец во время последовательного вращения бутылки в одну и другую стороны. Резиновые ролики обжимают фольгу. Окончательное разглаживание фольги производит вращающийся щеточный барабан 8 на участке перемещения бутылок конвейером 1 после их выдачи с карусели.



**Рис. 7.70.** Фольговочно-этикетировочная машина P500S/9C:

*а* – общий вид сверху (1 – конвейер; 2 – шнек-распределитель; 3 – загрузочная звездочка; 4 – механизм подачи фольги; 5 – блок подачи этикетки и кольеретки; 6 – карусель; 7 – выгрузочная звездочка; 8 – щеточный барабан); *б* – карусель (1 – станина; 2, 19 – оси; 3, 7 – ролики; 4 – копир; 5 – зубчатое колесо; 6 – кольцевая плита; 8 – шайба; 9 – шестерня; 10, 17 – штоки; 11 – столик; 12 – конусная головка; 13 – стержень; 14, 21 – втулки; 15 – рычаг; 16 – пружина; 18 – профильный диск; 20 – подшипники); *в* – фольговочный механизм и схема фольгования бутылки (1 – бобина с фольгой; 2 – направляющие и 3 – натяжной валики; 4 – ролики; 5 – режущее устройство; 6 – нож; 7 – кусок фольги; 8 – вакуумная пластина; 9 – ротор; 10 – фольгоноситель; 11 – рычажок; 12 – обрезиненный сегмент; 13 – клеевой валик; 14 – бутылка; 15 – щетка; 16 – обрезиненный ролик; 17 – щеточный барабан)

Различные положения бутылки обеспечиваются конструкцией карусели (рис. 7.70, б), состоящей из профильного литого диска, установленного на оси 19 и опирающегося на подшипники 10. Ось жестко укреплена на станине машины. Вращение диска производится от привода, размещенного внутри станины, через систему зубчатых передач. Для этого диск имеет зубчатое колесо. Во втулке 21 диска помещены штоки 17, которые в нижней части имеют установленные на оси 2 ролики 3. В верхней части штоков укреплены рычаги, несущие во втулках 14 стержни 13 с конусными головками. Стержни могут свободно проворачиваться во втулках. Усилиям пружин 16 штоки 17 опираются на копир 4, неподвижно закрепленный на станине 1.



На диске под головками *12* соосно с ними установлены столики *11*, укрепленные на штоках *10*, которые в нижней своей части имеют шестерню *9*, шайбу *8* и ролик *7*, эксцентрично расположенный по отношению к штоку.

Под столиками, на станине машины, установлена кольцевая плита, на которой закреплены копир и зубчатые сегменты (на рисунке не показаны).

Прижатие головки *12* к бутылке, находящейся на столике, фиксирует бутылку, а система столик – копир – сегменты обеспечивает проворачивание бутылки вместе со столиком в одну или другую сторону, что необходимо для осуществления процесса отделки бутылок фольгой, кольереткой и этикеткой.

Фольговочный механизм и схема фольгования бутылок показаны на рис. 7.70, в.

Вращение сматывающих роликов 4 – периодическое, производится в определенный промежуток времени, когда бутылка, перемещаемая загрузочной звездочкой, отводит рычаг пневмокрana, и сжатый воздух поступает в пневмоцилиндр, вводящий в зацепление собачку храповика, насаженного на вал одного из сматывающих роликов. При отсутствии бутылки подача фольги не производится.

Фольга с бобины 1, пропущенная через направляющие 2 и натяжной валики 3, сматывается роликами 4 и подается к режущему устройству 5, где ножом 6 отрезается кусок фольги нужной длины. Этот кусок фольги 7 вакуумной пластиной ротора переносится к ротору 9 фольгоносителя 10, где одной стороной захватывается рычажками 11 обрешиненных сегментов 12, и затем подается для нанесения на его поверхность клея к клеевому валику 13. Фольгоноситель переносит фольгу к карусели машины и прижимает ее к бутылке 14. Бутылка вместе с наклеенной на нее фольгой проходит через неподвижные щетки 15 и ролики 16 из губчатой резины. Бутылка при этом имеет качательное и вращательное (вокруг оси) движение, что обеспечивает последовательно наклейку одного, а затем второго конца фольги. Обрешиненные ролики оборачивают фольгу вокруг горлышка (на пробке) вращающейся бутылки. Окончательной операцией является разглаживание фольги щетками вращающегося барабана 17.

Производительность машины P500S/9C – до 8000 бут./ч.

Фольговочно-этикетировочные машины выпускаются также фирмами «Krones», «Johann Weis» (ФРГ), «Virey-Garnier» (Франция). В последние годы, однако, чаще используют не рулонную фольгу, а предварительно сформированные фольговые колпачки (см. 7.7.2).

**Основные механизмы этикетировочных машин.** К ним относятся магазины этикеток, клеевые и штемпельные устройства, этикетопереносчики, накатные устройства, блокировки, приводы.

Магазины этикеток предназначены для помещения в них запаса этикеток и передачи их на этикетопереносчик. Магазины состоят из кассеты и привода. Кассеты чаще всего бывают универсальными (для любых размеров этикеток), а конструкция привода зависит от принципа передачи этикеток. Например, в машинах ВЭ2-М он состоит из механизма качания и механизма перемещения этикеток (см. рис. 7.64). Сложное движение магазина, создаваемое этими механизмами, обеспечивает передачу этикеток из кассеты на вращающийся вакуум-барабан и создает условия для блокировки «нет бутылки – нет этикетки».

Кассета обычно состоит из опорной площадки и двух боковых ограждений. В зависимости от ширины этикеток ограждения могут раздвигаться и сближаться. В передней части ограждения выполнены таким образом, чтобы этикетка удерживалась в кассете до тех пор, пока вакуум-присосы (или другие устройства) не «вызовут» ее из общей пачки. Внутри кассеты расположен ползун, соединенный с подпружиненным барабаном. Благодаря такому соединению движок постоянно стремится вперед и прижимает этикетки к передней кромке кассеты.

Клеевые устройства предназначены для смазывания этикеток или этикетопереносчиков тонким слоем клея. Клей может наноситься в виде пленки на всю поверхность этикетопереносчика (этикетки), узкими параллельными полосками или точками. Клеевые механизмы могут быть подвижными и неподвижными с горизонтальными и вертикальными клеепередающими устройствами.

Клеевой механизм, как правило, состоит из клеевой ванны с периодически пополняющимся запасом клея и намазного ролика или роликов (или клеепередающего устройства). На намазные ролики клей передается при помощи специального барабана, расположенного в клеевой ванне.

Например, клеевой механизм машины ВЭ2-М (рис. 7.71) состоит из ванны, внутри которой расположен барабан, получающий непрерывное вращение от шестерни 14. От барабана через цилиндрические зубчатые колеса 16 и 17 вращение передается валу 9 намазного ролика. Вал вращается в центрах 8, укрепленных на рычагах 7, сидящих на стойке 6. На валу ролика находится сменная катушка 10, при помощи которой наносятся полоски клея на этикетку. Благодаря пружине 5 намазной ролик находится в постоянном контакте с барабаном клеевой ванны. Весь клеевой механизм крепится к платформе, которая получает циклические колебания при взаимодействии ролика с кулачком. Платформа подвешена на стойке 3 и рычагом 1 связана с пружиной 2, делающей гибкой связь кулачка с роликом. Благодаря этому при необходимости клеевой механизм может быть остановлен заклинивающей рукояткой 11, а колебания платформы будут восприниматься пружиной 2.

Рабочий ход ванны с роликами вперед происходит под действием пружины, а обратный – от кулачка.

В ряде выпусков машины установлены другие, несколько отличающиеся от описанного клеевые механизмы.

В некоторых моделях этикетировочных машин фирмы «Krones» (ФРГ) и др. клеевая ванна отсутствует, так как клей к намазному роли-

ку подается клеевым насосом. В этом случае клей непрерывно циркулирует по трассе: емкость для клея – насос – намазной ролик – емкость для клея, куда стекают излишки клея с намазного ролика. Иногда используют и подогревание клея.

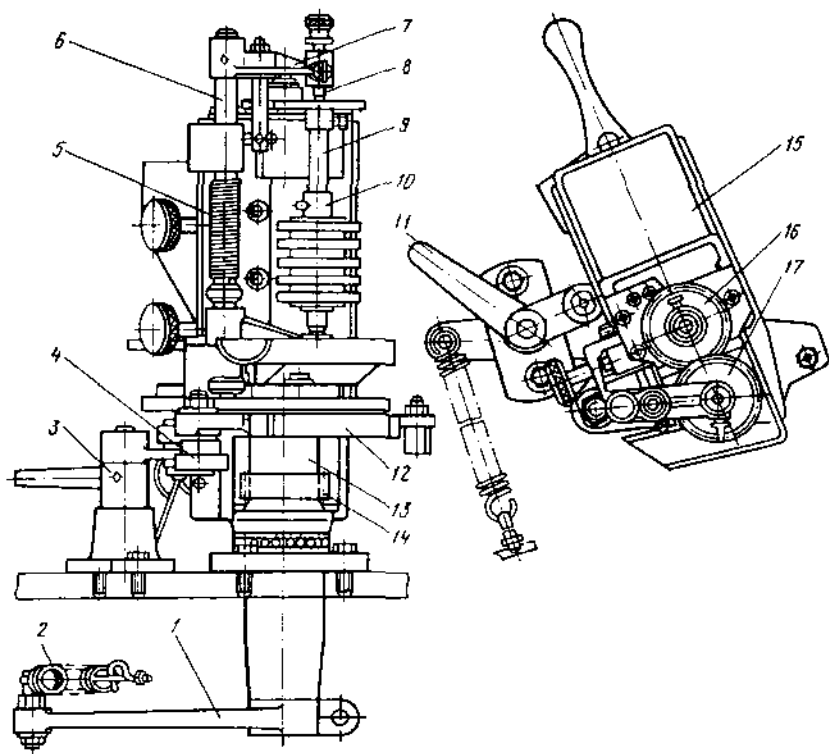


Рис. 7.71. Клеевой механизм машины ВЭ2-М:

1, 7 – рычаги; 2, 5 – пружины; 3, 6 – стойки; 4 – ролик; 8 – центры; 9 – вал; 10 – катушка; 11 – рукоятка; 12 – платформа; 13 – барабан; 14 – шестерня; 15 – ванна; 16, 17 – зубчатые колеса

Штемпельные устройства, предназначенные для нанесения даты или других сведений на обратную сторону бумажной этикетки, чаще всего бывают ротационными с непрерывным вращением датирующего механизма. Они наносят оттиск на этикетку, находящуюся на этикетко-



переносчике, при циклическом возвратно-поступательном приближении к ней или при взаимном вращении в разные стороны в месте соприкосновения этикетки со шрифтом (как в машине ВЭ2-М, см. рис. 7.65).

Во всех этих механизмах заданный закон движения обеспечивается плоскими кулачковыми механизмами.

Этикетопереносчик является одним из главных механизмов этикетировочных машин. Этикетопереносчики могут быть рычажными или барабанными. В последних вызов этикетки из магазина или с промежуточного передающего органа и удержание ее до передачи на бутылку производится с помощью вакуум-присосов или подпружиненных лапок.

На рис. 7.72 показан барабанный вакуумный этикетопереносчик машины ВЭ2-М. Он имеет шесть резиновых сегментов с вакуум-присосами, внутренняя плоскость которых посредством золотникового устройства при определенных углах поворота барабана периодически сообщается с вакуумом или с атмосферой. Золотниковое устройство представлено шестью золотниками 6 и двумя распределительными дисками – подвижным 5, установленным на барабане, и неподвижным 9. На поверхности золотников и подвижного диска выполнены кольцевые 7 и вертикальные 8 каналы, соединенные с вакуум-присосами 2 шлангами 4. Каналы 8 и внутренние полости вакуум-присосов сообщаются при смещении золотника к оси барабана. При этом происходит совмещение каналов 7 и 8. В неподвижном диске 9 выполнен кольцевой канал 1, соединенный с вакуум-насосом.

В процессе движения этикетопереносчика при смещении золотника 6 в направлении к его оси и сообщении при этом между собой внутренней полости вакуум-присосов, каналов 8 и 1 в вакуум-присосах соответствующего сегмента создается разрежение. По окончании поворота барабана на угол  $30^\circ$  золотник неподвижным кулачком 10 смещается в направлении от оси барабана, вследствие чего внутренняя полость вакуум-присоса разобщается с каналом 8, и в ней создается вакуум. По окончании поворота барабана на угол  $270^\circ$  вакуум-присосы рассматриваемого сегмента сообщаются с атмосферой.

Бутылка, движущаяся по конвейеру (см. рис. 7.64), входит в клиновидный зазор, образуемый неподвижной пластинкой и барабаном, и начинает поворачиваться. При этом этикетка, не удерживаемая вакуум-присосами, накатывается на цилиндрическую часть бутылки.

Разглаживание и закрепление этикеток на бутылке может производиться с помощью щеток (как в машине ВЭ2С-В, см. рис. 7.68) или накатных ремней (как в большинстве описанных машин).

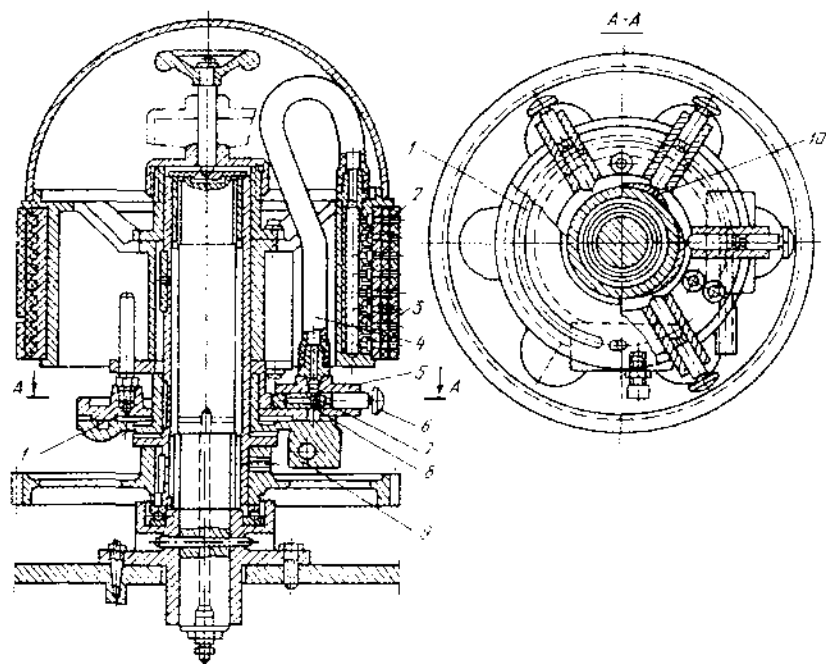


Рис. 7.72. Вакуум-барабан машины ВЭМ:

1, 7 – кольцевые каналы; 2 – вакуум-присосы; 3 – сегмент; 4 – шланг; 5 – подвижный распределительный диск; 6 – золотник; 8 – вертикальный канал; 9 – неподвижный диск, 10 – неподтяжной кулачок

Конструктивно эти устройства сравнительно просты. Приводы этикетировочных машин включают электродвигатель, вариаторы и другие элементы. Приводные механизмы чаще всего располагаются в станине машины.

Более подробно отдельные механизмы этикетировочных машин описаны в литературе [8,10].

Общие вопросы монтажа, эксплуатации этикетировочных машин, а также обеспечения безопасных условий труда обслуживающего персонала приведены в литературе [3].

Особую группу составляют этикетировочные машины, предназначенные для нанесения на бугылки самоклеящихся этикеток. Иногда такие машины называют аппликаторами. Особенность их в том, что эти

этикетки расположены на ленте-подложке, от которой их нужно отделить. Этикетки поступают из рулона, отделяются от подложки и наносятся на бутылку, а лента-подложка сматывается в отдельный рулон. Поэтому этикетировочные машины оснащены специальными механизмами для выполнения этих операций.

Этикетки могут быть различных конфигураций и выполненными из различных материалов.

Именно таким способом наносят на бутылки с продукцией штрих-коды.

В принципе самоклеящиеся этикетки могут наноситься и с двух сторон, т. е. в виде непосредственно этикетки и контрэтикетки. Для этого наклеивание производится в двух позициях, а количество соответствующих механизмов удваивается.

На предприятиях отрасли для нанесения самоклеящихся этикеток используют отечественную машину АЭС и импортное оборудование. Примером последнего может служить механизм Т 100, выпускаемый фирмой «Schwarz» (Германия) и показанный на рис. 7.73, а. Он предназначен для подачи этикеток, их резки, отделения и сматывания подложки. Механизм может быть использован в виде самостоятельного устройства в линии упаковывания или в качестве комплектующего элемента этикетировочных машин.

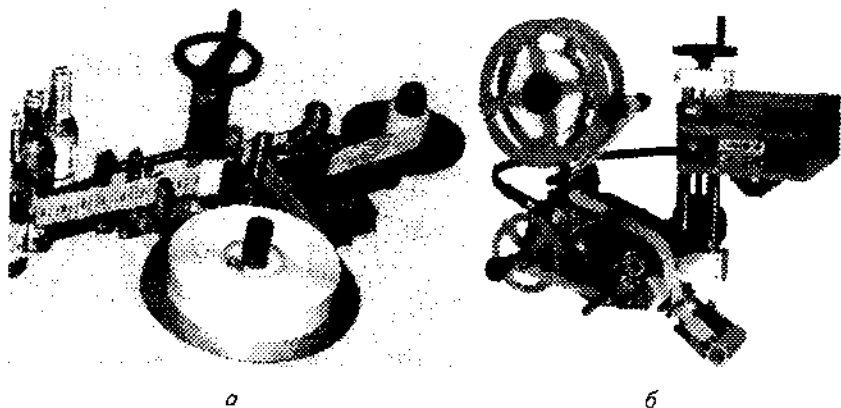


Рис. 7.73. Оборудование для нанесения самоклеящихся этикеток:

а — механизм Т 100 (общий вид); б — машина АЭС (общий вид)

Как правило, такого рода механизмы и машины высокопроизводительны, оснащены электроникой и микропроцессорной техникой. Скорость ленты синхронизирована со скоростью потока бутылок и варьируется в широких пределах: от 0 до 60 м/мин.

Производительность машины АЭС и механизма Т 100 соответственно 1000–12500 и до 30000 бут./ч.

Машины аналогичного назначения Агеа серии AS (рис. 7.73, б) обеспечивают скорость ленты от 20 до 40 м/мин. Эти же машины можно использовать и для наклеивания штрих-кодов [16].

**Расчет этикетировочных машин.** Методика расчета производительности машин для отделки горлышек бутылок и этикетировочных машин определяется типом машины. Так, для наиболее распространенных этикетировочных машин линейного типа с вакуумным барабаном-этикетопереносчиком (бут/с)

$$П = mп, \quad (7.111)$$

где  $m$  – количество сегментов-этикетопереносчиков;  $п$  – частота вращения вакуумного барабана,  $c^{-1}$ .

Дальнейший расчет проводят по обычной методике в соответствии с кинематической схемой машины. Если задана производительность машины, то по формуле (7.111) определяют частоту вращения вакуумного барабана, а затем – общее передаточное отношение:

$$i_{\text{общ}} = n_{\text{дв}}/п, \quad (7.112)$$

где  $n_{\text{дв}}$  – частота вращения вала электродвигателя.

Если речь идет о проектном расчете, то следующий этап – разбивка  $i_{\text{общ}}$  или подбор передаточных отношений передач по схеме машины.

Скорость перемещаемых шнеком бутылок (м/с)

$$v = l/n_{\text{ш}}, \quad (7.113)$$

где  $l$  – шаг шнека, м (принимается для наибольшего диаметра бутылок);  $n_{\text{ш}}$  – частота вращения шнека,  $c^{-1}$  (численно равна  $П$ , бут/с).

Скорость пластинчатого конвейера (м/с)

$$v_{\text{к}} = k v, \quad (7.114)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий проскальзывание бутылок на конвейере (принимается равным 1,2–1,3).

Передаточное отношение системы вакуумный барабан – накатный конвейер определяют из условия равенства линейных скоростей накатного конвейера и качания бутылки по резиновой подушке. При этом движение бутылки необходимо рассматривать как вращение вокруг ее мгновенного центра. Тогда соотношение скоростей запишется в следующем виде:

$$v_{п.б.} = 2 v_{ц.б.}, \quad (7.115)$$

где  $v_{п.б.}$  – скорость точки поверхности бутылки, соприкасающейся с накатным конвейером;  $v_{ц.б.}$  – скорость центра бутылки, равна (по условию) скорости пластинчатого конвейера.

Окружная скорость намазного ролика должна соответствовать окружной скорости вакуумного барабана.

Расчет мощности  $N$  (кВт), необходимой для привода этикетировочной машины линейного типа, сводится к определению всех затрат мощности, необходимых для привода каждого механизма (качания магазинов  $N_{КМ}$ , перемещения магазинов  $N_{ПМ}$ , накатного конвейера  $N_H$ , клеевого механизма  $N_K$ , вакуумного барабана  $N_B$ , пластинчатого конвейера  $N_{ПК}$ ) т. е.

$$N = N_{КМ} + N_{ПМ} + N_H + N_K + N_B + N_{ПК}. \quad (7.116)$$

Общая мощность, затрачиваемая на привод этикетировочной машины, определим с учетом КПД передач:

$$N_{ОБЩ} = N/\eta_{ОБЩ}, \quad (7.117)$$

где  $\eta_{ОБЩ}$  – общий КПД передач (КПД цилиндрической зубчатой передачи равен 0,98, цепной передачи – 0,97, конической зубчатой передачи – 0,97).

Подробно расчет составляющих расхода мощности по формуле (7.116) освещен в литературе [39], однако этот расчет на практике затруднен, и электродвигатель подбирают на основании опыта или по аналогам.

Разрежение, необходимое для надежного удержания этикетки на сегменте барабана [39]

$$p_{AT} - p_{OCT} = \frac{16mg}{f\pi d^2 z}, \quad (7.118)$$

где  $p_{AT} - p_{OCT}$  – разрежение, Па; ( $p_{AT}$  – атмосферное давление;  $p_{OCT}$  – остаточное давление внутри барабана);  $m$  – масса этикетки, кг;  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>;  $f$  – коэффициент трения между этикеткой и поверхностью сегмента ( $f \approx 0,07$ );  $d$  – диаметр отверстия присоса, м;  $z$  – число рабочих отверстий присоса.

По величине разрежения подбирают соответствующий по производительности вакуум-насос.

Требуемую производительность  $\Pi_B$  (м<sup>3</sup>/с) вакуум-насоса определяют, исходя из времени, необходимого для создания расчетного разрежения, и объема воздуха во всасывающем трубопроводе и насосе:

$$\Pi_B = \frac{(W_{TP} + W_H) p_{AT} k}{\tau(p_{AT} - p_{OCT})}, \quad (7.119)$$

где  $W_{\text{пр}}$  – объем воздуха во всасывающем трубопроводе,  $\text{м}^3$  (определяется по диаметру и длине);  $W_{\text{н}}$  – объем воздуха в корпусе центробежного насоса,  $\text{м}^3$  (он незначителен и принимается равным  $0,1 \text{ м}^3$ );  $k$  – коэффициент запаса, вводимый для учета возможных утечек воздуха через неплотности ( $k = 1,05 \dots 1,1$ );  $t$  – время, требуемое для создания расчетного разрежения,  $\text{с}$  (для насосов марки КВН принимают равным от 3 до 5 мин).

$$W_{\text{пр}} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot l, \quad (7.120)$$

где  $D$  – диаметр всасывающего трубопровода,  $\text{м}$ ;  $l$  – длина всасывающего трубопровода,  $\text{м}$ .

Методика расчетов некоторых исполнительных механизмов, этикетировочных машин, в том числе кулачковых механизмов качания магазинов этикеток и др., приведены в литературе [39].

#### 7.7.4. Машины для наклеивания акцизных марок

Наклеивание акцизных марок производится одновременно с нанесением этикеток (например, на машине ВЭЛ, см. 7.7.3) или на отдельных машинах.

Акцизные марки П- или Г-образной формы наносятся на укупоренные бутылки при помощи клея, вид и состав которого зависит от вида укупорочного средства.

Как правило, отдельные машины для наклеивания акцизных марок устанавливаются в линиях после инспекционных машин и перед устройством для термоусадки колпачков и этикетировочными машинами. В зависимости от вида отделки горлышек бутылок и конкретной производственной ситуации возможно нанесение марок после надевания колпачка.

Машины для наклеивания акцизных марок, как и этикетировочные машины, могут быть линейными и карусельными. Сама акцизная марка может прижиматься к бутылке охватывающей головкой или прижимными сегментами.

Примером линейной машины может служить машина МНА-6, общий вид и схема которой показана на рисунке 7.74, а, б. Машина выпускается в двух моделях: МНА-6, МНА-6-01 производительностью соответственно 6000 и 3000 бут./ч.

Порядок работы машины ясен из рисунка 7.74, б. Идущие по транспортеру линии 1 бутылки переходят на транспортер машины 2, где шнеком 3 расставляются с одинаковым шагом и подводятся к звездочке 4 (на рисунке звездочка условно повернута на  $90^\circ$ ; в машине ее ось расположе-

на перекрестно направлению движения бутылок, над ними; см. рис. 7.74, а). Здесь на бутылку накладывается П-образная акцизная марка (поперек направлению движения) с предварительно нанесенным на нее клеем. Дальнейшее перемещение бутылки происходит между двумя движущимися прижимальными лентами 5. К каждой ленте прикреплены специальные колодки. После прижатия акцизных марок к горлу бутылки последняя выходит из машины и переходит на транспортер линии. Пульт управления 7 смонтирован на корпусе машины.

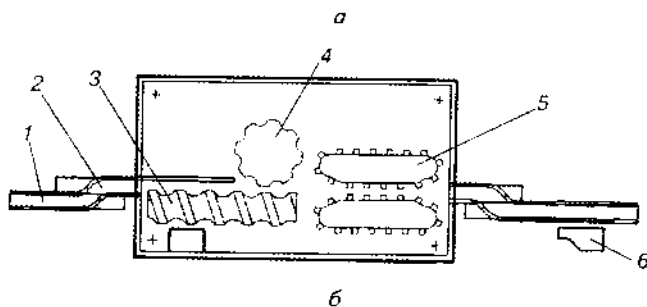
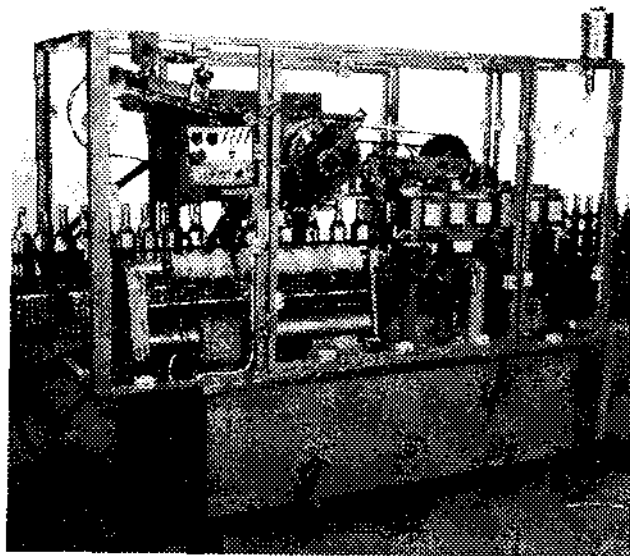


Рис. 7.74. Машина для наклейвания акцизных марок МНА-6:  
а — общий вид; б — схема (вид сверху)

Акцизные марки наносятся без ориентации относительно этикетки. При переполнении транспортера линии (о чем дает сигнал датчик б) машина останавливается.

Карусельная машина для наклеивания П-образных акцизных марок ВАП представлена на рисунке 7.75. Она состоит из смонтированных на станине 1 верхней 3 и нижней 5 каруселей, клеевой ванны 11, клеевого 12 и грейферного 10 барабана, магазина акцизных марок 2, загрузочной 6 и разгрузочной 9 звездочек, шнека-делителя 7, направляющей 8 и транспортера 4.

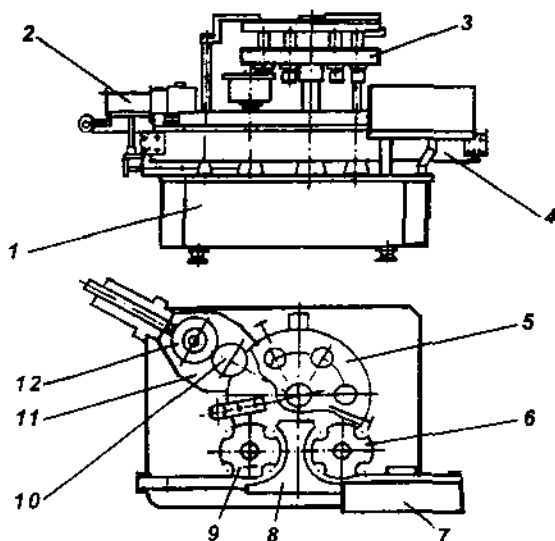


Рис. 7.75. Машина для наклеивания акцизных марок ВАП (общий вид)

Работает машина следующим образом. Клеевой барабан извлекает марку из магазина и передает на грейферный барабан, который наклеивает ее на горловую часть бутылки, движущейся по карусели. На разгрузочной звездочке свободный конец марки подгибается, и губки обжимают ее на горлышке бутылки.

Клеевая ванна снабжена подогревателем клея, что позволяет использовать в машине клей на казеиновой основе.

Производительность машины ВАП 4500–6000 бут./ч [16].

Для наклеивания акцизных марок, штрих-кодов и других специальных видов защитных этикеток могут быть использованы машины



фирмы «P.E. Labellers» (Италия) серий Rotaxa производительностью 6–15 тыс. бут./ч и др.

### **7.7.5 Машины для завертывания бутылок в бумагу**

Завертывание бутылок в бумагу может быть полным (как правило, бутылки с шампанским) или частичным (только цилиндрическая часть бутылки пояском бумаги). Второй вариант применяют, в основном, для бутылок с тихими винами. Следует отметить, что в настоящее время эта операция производится сравнительно редко.

По кинематическому признаку (принципу перемещения бутылок) машины для завертывания бутылок в бумагу могут быть линейными и карусельными; бутылка при завертывании может находиться в горизонтальном или вертикальном положении. Бумага в этих машинах может подаваться из рулона или предварительно нарезанной на куски из магазина (как в этикетировочных машинах).

Для частичного завертывания бутылок разработаны машины ВЗП, ВЗПУ, ВЗПК.

Машина ВЗПК (рис. 7.76) – карусельная.

Карусель машины предназначена для фиксирования бутылок в вертикальном положении и придания им вращательного движения в процессе завертывания.

Карусель имеет верхнюю и нижнюю части. Верхняя часть состоит из подвижных патронов и неподвижного копира. Вращаясь по неподвижному копиру, патроны опускаются и прижимают бутылку к нижней части. В момент выхода бутылки из карусели патроны поднимаются.

Нижняя часть карусели состоит из подвижных столиков, на оси которых насажены шестерни, находящиеся в зацеплении с зубчатыми секторами.

Механизм подачи и резки бумаги предназначен для протягивания бумаги определенной длины и смазывания конца бумаги клеем. Он состоит из подающих роликов и клеевых патронов.

Машина снабжена блокировкой «нет бутылки – нет бумаги».

Машина ВЗПК работает следующим образом. Бутылки конвейером 1 подаются к машине, на входе в которую они разделяются делительной звездочкой 2, и турникетной звездочкой 3 подаются в карусель 6. Двигаясь по карусели, бутылка смачивается водой. Далее она разворачивается таким образом, чтобы обеспечить точную встречу смоченного места бутылки и бумаги. В этот момент включается механизм подачи бумаги, который протягивает бумагу определенной длины и просекает ее по вертикали. Конец бумаги проходит через гребенку и попадает в клин, образованный

бутылкой и внутренней прижимной щеткой. При дальнейшем движении бутылки по карусели и вращении ее вокруг своей оси происходят наматывание бумаги на бутылку, отрыв ее в месте насечки, приклеивание конца бумаги, ее разглаживание и выход бутылки из карусели. Затем завернутая в бумагу бутылка выносится на конвейер.

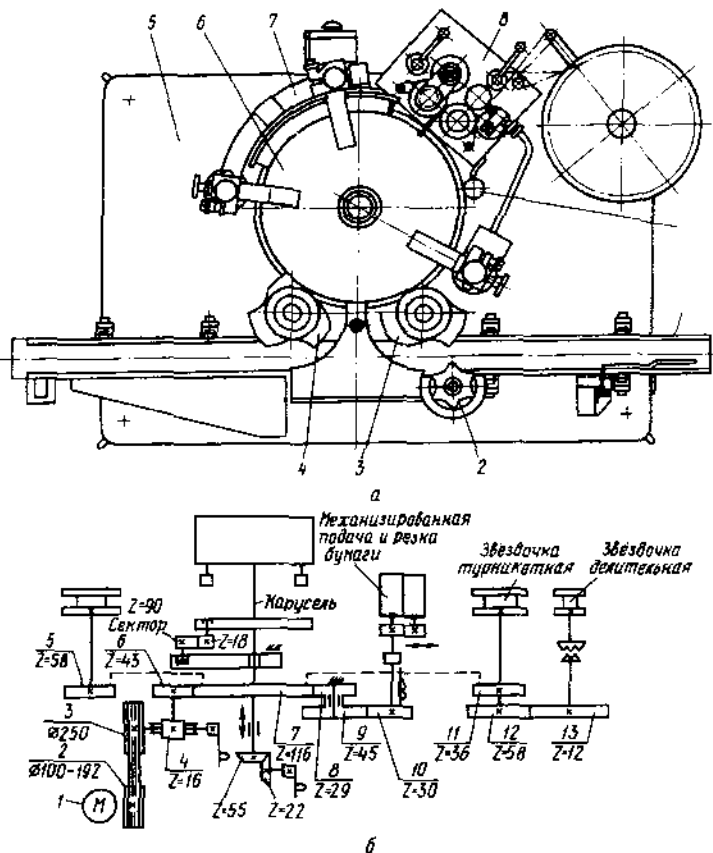


Рис. 7.76. Заверточная машина ВЗПК:

*a* – общий вид (1 – конвейер; 2 – делительная звездочка; 3, 4 – турникеты; 5 – станина; 6 – карусель; 7 – механизм разглаживания бумаги; 8 – механизм обработки бумаги; 9 – устройство для подачи воды); *б* – кинематическая схема (1 – электродвигатель; 2, 3 – шкивы; 4 – редуктор; 5–13 – шестерни)

На ведущем валу механизма подачи бумаги установлена кулачковая муфта, подвижный кулачок которой может включать или отключать вал механизма резки бумаги. Муфта управляется электромагнитом.

Производительность машины ВЗПК - 6000±30 бутылок в час.

Расчет таких машин производится так же, как и этикетировочных.

Для полного завертывания бутылок в бумагу используется в основном импортное оборудование.

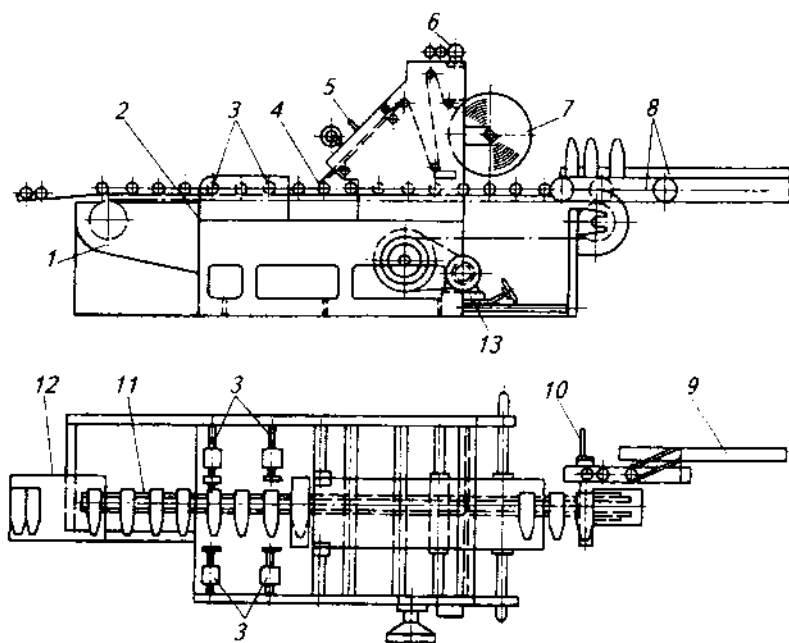


Рис. 7.77. Заверточная машина 544 (общий вид):

1 - станина; 2 - защитный кожух; 3 - механизм закручивания бумаги по горлышку и дну; 4 - механизм обертки бутылок; 5 - механизм подачи и резки бумаги; 6 - печатный механизм; 7 - рулон бумаги; 8 - промежуточный конвейер; 9 - питающий конвейер; 10 - механизм перевода бутылок в горизонтальное положение; 11 - люлечный конвейер; 12 - приемный лоток; 13 - привод с бесступенчато-регулируемой передачей

Машина модели 544 фирмы «Verpackung Automaten» (ФРГ) (рис. 7.77) работает следующим образом. Бутылка поступает на пластинчатый цепной конвейер 9 и далее - на промежуточный конвейер, с

которого опрокидывателем укладывается на люлечный цепной конвейер 11. Он несет бутылку к механизму обертывания 4, перед которым установлен первичный преобразователь, дающий команду на подачу и отрезку бумаги. Печатный механизм 6 работает только при подаче бумаги. Поступив в механизм обертки 4, бутылка зажимается в осевом направлении втулками. Эти втулки начинают вращаться с бутылкой, зажав зацепками лист отрезанной бумаги. Завернутая бутылка направляется в механизм закручивания 3. Пройдя две стадии закручивания, завернутая в бумагу бутылка направляется или на сборный лоток 12, или на конвейер, несущий ее на склад готовой продукции.

Производительность машины – до 3000 бутылок в час. По тому же принципу работает машина ВОБ/4, входящая в состав отечественной линии отделки шампанского ВОБ.

Заводы шампанских вин большой мощности оснащаются завертывающими машинами SFS-80 фирмы «Schäfer+Flottmann» (ФРГ) и др.

## **7.8. Машины для извлечения бутылок из ящиков и укладки их в ящики и кораба**

### **7.8.1. Общие сведения**

На современных винодельческих предприятиях бутылки с готовой продукцией упаковывают по-разному: либо их упаковывают в полимерные ящики (деревянные ящики применяются сейчас уже сравнительно редко), либо в картонные коробки. В принципе возможно группировать бутылки в пакеты на картонных подложках (с бортами и без них) с последующей обтяжкой термоусадочной пленкой, либо просто обтягивать их такой пленкой. Однако этот вид упаковки бутылок пока находит ограниченное применение в отрасли. Количество бутылок в ящике, коробе и пакете определяется вместимостью упаковываемых бутылок и требованиями потребителя.

Современные машины для извлечения бутылок из ящиков и коробов, а также укладки их в ящики и кораба в последние годы относятся к роботам и манипуляторам [10].

### **7.8.2. Машины для извлечения бутылок из ящиков и укладки их в ящики и контейнеры**

Машины для извлечения бутылок из ящиков и укладки их в ящики можно классифицировать по различным признакам, например: по конструкции рабочего органа (с захватами или сталкивающими и направ-

ляющими устройствами; с последними могут быть только укладчики). по конструкции захватных устройств (с индивидуальными и рядными. рядные устройства относятся к устаревшим); по количеству рабочих органов – захватных головок (с одной, двумя, четырьмя).

Различают эти машины и по типу привода (с механическим, пневматическим и гидравлическим приводом), используемой системы управления, виду бутылок и ящиков, для которых предназначены машины; по характеру движения ящиков и захватных устройств (с непрерывным, совмещенным по скорости и направлению и с прерывистым). Кроме того, по производительности их условно делят на машины малой (до 6000 бутылок в час), средней (до 12000 бутылок в час) и высокой (свыше 12000 бутылок в час) производительности.

Практически машины для извлечения бутылок из ящиков (иногда называемых дейкрейтерами) и укладки их в ящики (крейтеры) устроены одинаково; в них используются одни и те же механизмы. Разница лишь в схеме и порядке работы.

Из имеющихся на предприятиях отрасли машин указанного назначения производительностью до 6000 бут./ч следует отметить машины ВИУ-6 и ВУУ-6 (устаревшие марки), ОИА и ОУА, а также более поздние их варианты ОИ2А и ОУ2А. Были разработаны также машины АИА и АУА. В принципе машины ОИ2А, ОУ2А, АИА и АУА могут обеспечить и гораздо большую производительность: это зависит от количества захватных головок (их может быть одна, две или четыре; в последнем случае производительность машины может достигать 1200 ящ./ч, что соответствует 24000 бут./ч), для линий малой производительности выпускаются также машины нового поколения ОИМ и ОУМ. Все перечисленные машины автоматического действия. Машины ВИУ-6 и ВУУ-6<sup>1</sup> снабжены одной захватной головкой.

На рис. 7.78 показан общий вид машины ВИУ-6. Она работает следующим образом. При подаче ящиков первый из них останавливается против оси захватной головкой 8 с помощью специального упора, а последующий приподнимается планками механизма разделения, которые одновременно удерживают остальные ящики потока от перемещения.

По мере остановки ящика под осью захватной головки (с индивидуальными для каждой бутылки захватными устройствами) последняя под действием силы тяжести опускается в ящик, захватные устройства с

<sup>1</sup> При перечислении марок вначале указывается марка машины для извлечения бутылок из ящиков (вторая буква «И»), а затем – для их укладки (вторая буква «У»).

помощью сжатого воздуха зажимают горлышки бутылок, и захватная головка, поднимаясь под действием пневмоцилиндра, извлекает бутылки из ящиков.

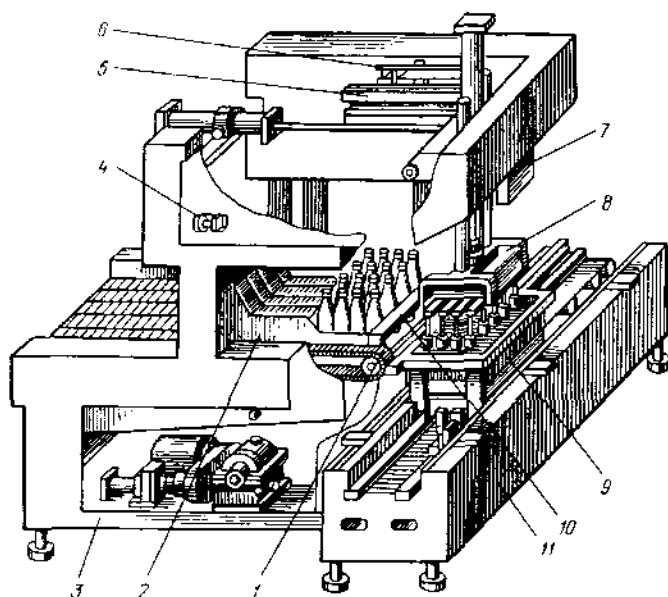


Рис. 7.78. Машина ВБУ (общий вид):

1 – стол для бутылок; 2 – воронитель; 3 – корпус; 4 – электрооборудование; 5 – механизм перемещения головки; 6 – пневмооборудование; 7 – пульт управления; 8 – захватная головка; 9 – направляющее устройство; 10 – упорная планка; 11 – механизм перемещения ящиков

Когда захватная головка с бутылками достигает крайнего верхнего положения, на столе для бутылок / освобождается место для установки бутылок. При поступлении сигнала об этом от пневмоблокировки, установленной на столе для бутылок, каретка с головкой перемещается к столу. Одновременно на механизме перемещения ящиков // отводится планка механизма зажима ящика, опускаются упор и планки механизма разделения, порожний ящик отводится из машины, а на его место поступает следующий ящик из потока.

Захватная головка над столом для бутылок опускается под действием силы тяжести и устанавливает бутылки на неподвижные конвейер-

ры стола для бутылок. Захваты освобождают бутылки, и головка поднимается. Включается стол для бутылок, и бутылки выводятся из машины. Захватная головка с разжатыми захватами перемещается к конвейеру для ящиков, и цикл повторяется.

Порядок работы машины для укладки бутылок в ящики – обратный. Отличие в устройстве и работе машин для укладки бутылок состоит в том, что они оснащены центрирующей кассетой, расположенной над заполняемым ящиком. Гнезда кассеты имеют направляющие лепестки. В момент опускания захватной головки кассета также опускается, лепестки обеспечивают попадание бутылок в гнезда ящиков и частично замедляют падение бутылок, предотвращая их бой. После заполнения ящика кассета поднимается.

Машины ОИ2А-1 и ОУ2А-1 (варианты машин серии ОИ2А и ОУ2А с одной захватной головкой) отличаются механизмом перемещения захватной головки (криволинейное движение по дуге), что при уменьшенных габаритах позволило почти вдвое увеличить производительность машин, а также уменьшить уровень шума при их работе (это достигнуто также и за счет установки двойных глушителей).

На рис. 7.79, а показан общий вид машины ОИ2А-1. Работает машина следующим образом. При включении пневмораспределителя в режим «автоматическая работа» захватная головка 7 с разжатыми захватами занимает верхнее положение над механизмом перемещения ящиков 9. Ящики, наполненные бутылками, подаются по конвейеру. Первый ящик отделяется от общего потока и останавливается на месте извлечения. Захватная головка опускается в ящик, захватывает бутылки (если при этом свободен бутылочный стол) и перемещается по криволинейной траектории к бутылочному столу 3, включая механизм перемещения ящиков. Переместившись и установив на неподвижный стол бутылки, захватная головка двигается к механизму перемещения ящиков, включая бутылочный стол. За время, пока происходит перемещение захватной головки с бутылками и возврат ее без бутылок (до положения ожидания), механизм перемещения ящиков выводит из машины порожний и подает следующий, наполненный бутылками ящик. При наличии ящика на месте извлечения из него бутылок захватная головка, минуя положение ожидания, опускается в ящик. Цикл повторяется.

Конструкция механизма перемещения захватной головки обеспечивает неодинаковую скорость ее в разные периоды цикла (в момент захвата и установки бутылок она снижена).

Принципиальная кинематическая схема машины представлена на рис. 7.79, б.





Машина ОУ2А-1 отличается от машины ОИ2А-1 тем, что в ней над бутылочным столом смонтированы ворошители. Направляющие распределяют бутылки порядно, по шагу расположения захватных патронов. Для устранения заклинивания бутылок перегородки ворошителя совершают возвратно-поступательное движение (ворошение) в направлении, перпендикулярном движению цепей бутылочного стола.

Над направляющими бутылочного стола находится фотоблокировка, которая фиксирует наличие необходимого количества бутылок в каждом ряду под захватной головкой.

На механизме расположения ящиков имеется устройство для центрирования ящиков и бутылок. Центрирование бутылок по гнездам ящиков производится при помощи кассеты, установленной на этом устройстве.

Работает машина ОУ2А-1 следующим образом. При включении пневмораспределителя захватная головка с разжатыми захватами занимает верхнее положение над бутылочным столом. Порожние ящики по конвейеру подаются к механизму перемещения ящиков. Первый ящик отделяется от общего потока и останавливается на месте укладки. Бутылки поступают на бутылочный стол, где распределяются направляющими под захватной головкой порядно, в соответствии с количеством гнезд в ящике вдоль длинной стороны. При наличии в каждом ряду необходимого количества бутылок срабатывает фотоблокировка, бутылочный стол останавливается, захватная головка опускается и захватывает бутылки, упорная планка механизма остановки бутылок отходит, освобождая бутылки от усилий напора. При наличии на месте укладки ящика захватная головка, минуя положение ожидания, по криволинейной траектории передвигается к механизму перемещения ящиков, включая бутылочный стол, упорная планка механизма остановки бутылок занимает исходное положение. Переместившись, захватная головка опускается в ящик и, уложив бутылки, поднимается и перемещается к бутылочному столу за следующей партией бутылок. Включается механизм перемещения ящиков, отводя наполненный и подавая порожний ящик. При наличии бутылок на столе цикл повторяется.

Машины ОИМ (рис. 7.80) и ОУМ предназначены для тех же линий, что и машины ВИУ-6 и ВУУ-6. Они проще, компактнее, управление рабочими органами в них – пневматическое с применением микропроцессоров. Машины извлекают (укладывают) бутылки вместимостью от 0,5 до 1,0 л и могут работать с ящиками из полимерных материалов и проволочными корзинами.

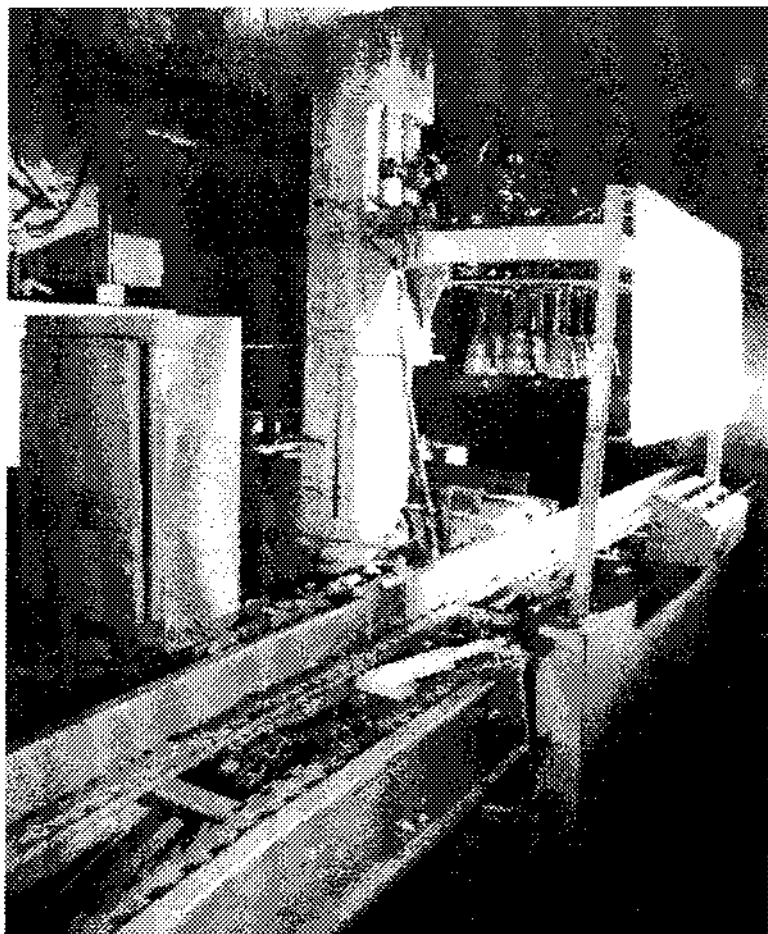


Рис. 7.80. Машина ОИМ (общий вид)

Из зарубежных машин аналогичного назначения, используемых на отечественных предприятиях, можно отметить машины фирм «SEN», «Holstein+Kappert» (ФРГ), «Baele-Gangloff» (Франция) и др. [13, 31].

**Основные механизмы машин для извлечения бутылок из ящиков и укладки их в ящики.** Основным рабочим органом машин для извлечения бутылок из ящиков и укладки их являются захватные голов-

ки. Их устройство определяет технологическую схему машины в целом и, следовательно, ее конструкцию.

Захватные устройства бывают рядными и индивидуальными. Последние обладают рядом преимуществ:

- при отклонении размеров горла одной из бутылок выше допустимой нормы захватная головка захватывает все бутылки, кроме «неправильной», что практически не снижает производительности машины;
- при захвате бутылок уменьшаются удельные нагрузки на горлышки, что снижает бой бутылок;
- индивидуальный захват позволяет компенсировать разницу между шагом расположения бутылок в ящике и на бутылочном столе.

Индивидуальные захватные устройства весьма разнообразны по конструкции (рис. 7.81). Они могут быть рычажными (рис. 7.81, а, б) и с центраторами (рис. 7.81, в, г). При использовании первых схема перемещения захватных головок та же, что и в рядных. Устройство, показанное на рис. 7.81, а, предохраняет горло бутылки от скола, но зато не центрируется относительно бутылки (отсюда незахват части бутылок, падение их). В устройстве, показанном на рис. 7.81, б, захват бутылок происходит при подаче сжатого воздуха (или масла) в манжету.

На рис. 7.81, в показано захватное устройство с центратором и резиновым чулком, а на рис. 7.81, г – с центратором и манжетой. Последние более совершенны (манжета более стойка, чем чулок).

На рис. 7.81, д показано такого же типа захватное устройство машин ОИ2А-1 и ОУ2А-1.

Возможные варианты схем перемещения захватных головок с такими устройствами показаны на рис. 7.82

В зарубежных машинах аналогичного назначения захватные устройства принципиально такие же.

Более подробно механизмы машин для извлечения бутылок из ящиков и укладки их в ящики, а также вопросы монтажа, эксплуатации и безопасного обслуживания описаны в литературе [8, 24].

Особое внимание при эксплуатации этих машин должно быть уделено подготовке (очистке) воздуха, используемого в пневмосистеме.

**Устройства для загрузки бутылок в контейнеры.** Загрузка бутылок в тару-оборудование (контейнеры) в современном отечественном виноделии применяется нечасто из-за использования более рациональных видов упаковывания бутылок (см. 7.8.4). Однако оборудование для этого процесса разнообразно.

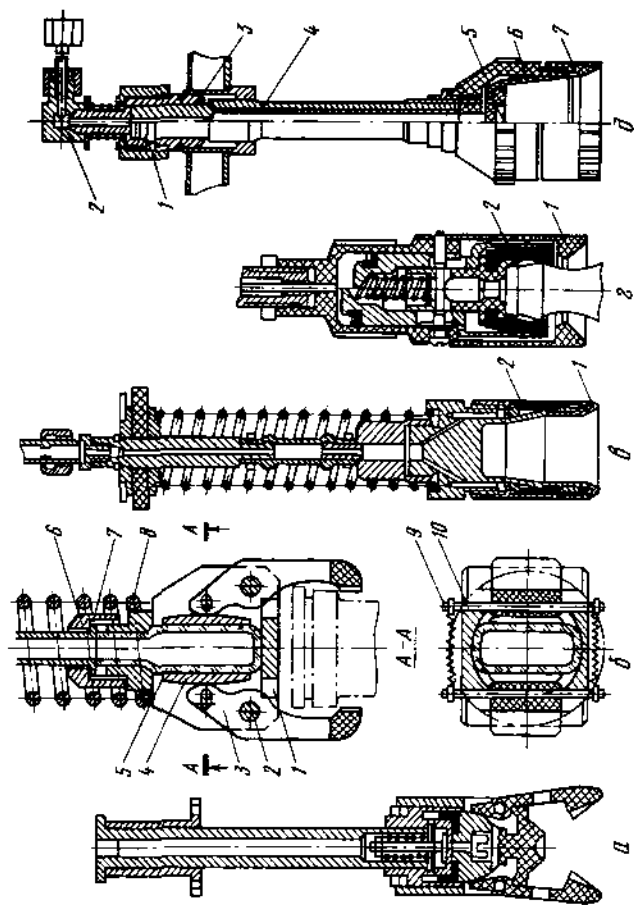


Рис. 7.81. Индивидуальные захватные устройства:

а, б - рычажные (1 - корпус; 2 - ось; 3 - зажим; 4 - манжета; 5 - опора; 6 - гайка; 7 - шланг; 8, 10 - втулки; 9 - штифт); в - с центратором (1) и чулком (2); г - с центратором (1) и манжетой (2); д - то же (1 - обойма; 2 - усольник; 3 - втулка; 4 - подвеска; 5 - манжета; 6 - корпус; 7 - центратор)

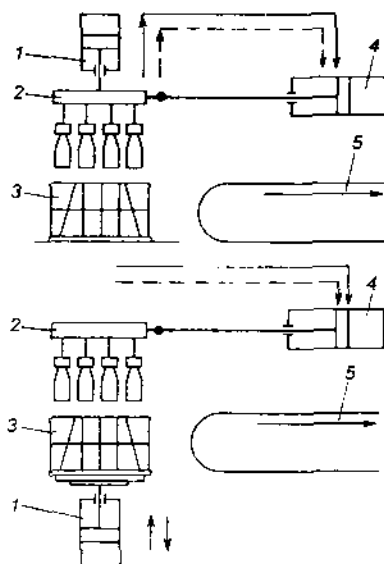


Рис. 7.82. Технологические схемы перемещения захватных головок:

1, 4 – пневмоцилиндры; 2 – захватная головка; 3 – ящик; 5 – стол для бутылок

Принципиальным отличием использования контейнеров является необходимость многоярусной укладки в них стеклотары. Она может достигаться за счет использования рабочих органов, выполняющих перенос сформированного слоя на различные уровни укладки, либо за счет устройств, осуществляющих шаговое перемещение самого контейнера. В первом случае возникает необходимость новых конструктивных решений, тогда как во втором возможно использование опыта, накопленного при создании устройств для укладки бутылок в ящики.

Оба эти направления нашли отражение в машинах, созданных в нашей стране и за рубежом.

К ним относятся машины ВВУ-0,5 (0,7), установки фирм «Мераб», «Thiegiop» (Франция) и др. Описание их приведено в литературе [10].

### 7.8.3. Машины для укладки бутылок в короба

Процесс упаковывания бутылок в картонные короба включает следующие операции:

- формирование короба с одновременным укреплением створок дна;

- формирование картонных перегородок и укладка их в короб;
- укладка бутылок в короб;
- обандероливание короба;
- наклеивание каких-либо этикеток на короб (маркирование).

Наиболее сложными являются первые две операции. Существует несколько способов скрепления створок днища картонного короба: с помощью клея («Декстрин», «Латекс» и «горячий» клей), с помощью металлических скрепок, а также клеей бумажной лентой или скотч-лентой.

Последний, благодаря простоте и надежности широко распространен и наиболее перспективен.

Формирование из отдельных картонных листов гнездовой перегородки и укладка ее в картонные короба тоже весьма сложны.

Для упрощения конструкции машин, выполняющих эти операции, разработаны новые методы образования перегородок или принципиально другие способы. Так, ряд зарубежных фирм перешел на новый тип перегородки, в виде картонной полосы, огибающей все бутылки, находящиеся в коробе. Надо, однако, иметь в виду, что почти все машины для выполнения этих операций весьма производительны (иначе их применение экономически не оправданно) и в линиях упаковывания малой производительности применяются нечасто. В основном оборудование этого назначения выпускаются зарубежными фирмами (Германия, Франция, Италия) [24].

Некоторые зарубежные машины поставляются в Россию, например, полуавтоматическая машина Siat модели F 104. Она формирует короб, закрывая нижние фалды, фиксирует верхние в вертикальном положении, а затем подает далее по линии. Производительность машины до 600 коробов в час.

Машина для укладки бутылок в короба работает так же, как и машина для укладки бутылок в ящики. В основном, такое оборудование выпускается зарубежными фирмами [30].

Для заклеивания коробов сверху и снизу выпускаются полуавтоматические машины Siat моделей SM8-P и SR4. На обеих короба одновременно заклеиваются снизу и сверху скотч-лентой шириной 50 мм. Верхние створки короба закрываются оператором вручную. Обе машины имеют производительность до 800 коробов в час.

На отечественных предприятиях используется также оборудование для оформления коробов этикетками (по типу описанного в 7.7), например, устройства Area модели AS, Gemini и др. производительность таких устройств определяется скоростью ленты (как правило, 20 м/мин) и длиной короба.

Перечисленное оборудование описано в литературе [16].

#### 7.8.4. Машины и установки для группирования бутылок и обтяжки их термоусадочной пленкой

Этот вид упаковывания бутылок с готовой продукцией удобен, прост, сравнительно дешев и приобретает все большее распространение.

Для обтяжки группы бутылок (на различных видах подложек или без них) используют термоусадочную пленку марки У, О и Т толщиной от 20–200 мкм и шириной 200–1600 мм. Материал пленки – полиэтилен высокой или низкой плотности, ПВХ и т. п.

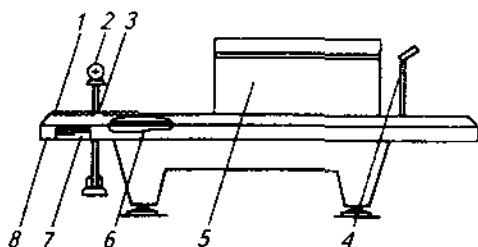
Процесс упаковывания бутылок в термоусадочную пленку включает в себя следующие операции:

- группирование бутылок (на подложке или без нее);
- упаковывание группы бутылок термоусадочной пленкой, поступающей из рулонов с термосваркой пакета и обрезкой пленки;
- обдув пакета бутылок горячим воздухом в термоусадочном туннеле с целью усадки пленки и обтяжки бутылок.

Оборудование для осуществления этих операций выпускается в виде блоков машин предприятиями как отечественными, так и зарубежными. Практически все оно построено по одному принципу и схожо с конструктивной точки зрения.

Блоки состоят из двух частей: упаковочной машины и термоусадочной камеры (туннеля). Разница между оборудованием различных марок в ручной и автоматической подаче подложек (если таковые используются). Общая принципиальная схема такого блока показана на рис. 7.83.

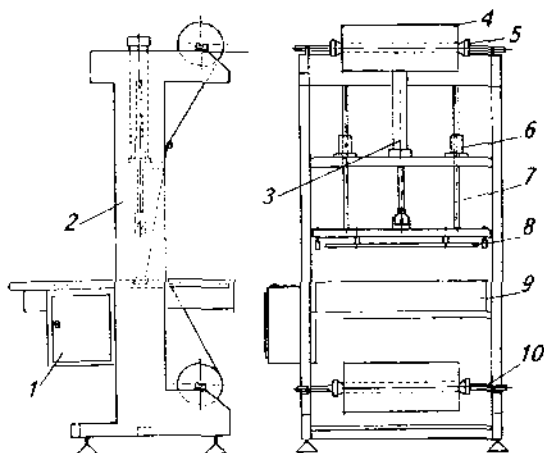
Примером может служить блок SW 60/50, состоящий из упаковочной машины PNKS 60/5Q и термоусадочной камеры (туннеля) SH 60/50



**Рис. 7.83.** Термоусадочная упаковочная машина (схема общего вида):

1 рольганг для установки подложек с бутылками; 2 бобина термопленки; 3 пневмомоторнож; 4 блок воздушного охлаждения; 5 термокамера; 6 металлический конвейер; 7 пульт управления; 8 корпус

В упаковочной машине PNKS 60/50 (рис. 7.84) – группа бутылок формируется на установленной вручную подложке и автоматически упаковывается при нажатии оператором кнопки на пульте управления или от ножной педали. Полиэтиленовая пленка поступает из двух рулонов (верхнего и нижнего) таким образом, что группа бутылок находится между двумя лентами пленки. При опускании ножа конец сваривается и пленка отрезается. Бутылки оказываются упакованными. Режущий нож – хромоникелевая проволока диаметром 80 мкм, а сварочный нож – хромоникелевая полоса 2×0,25 мм.



**Рис. 7.84.** Упаковочная машина PNRS 60150:

1 – электрошкаф с пультом управления; 2 – рама; 3 – пневмоцилиндр; 4 – рулон термопленки; 5, 10 – оси для крепления рулонов; 6 – направляющие втулки; 7 – направляющие штанги; 8 – нож сварки и резки; 9 – ролик

После упаковывания группа бутылок продвигается по ролям в термоусадочной камере, и оператор формирует следующую группу на следующей подложке.

Термоусадочная камера (туннель) (рис. 7.85) включает семь ТЭНов по 2 кВт (шесть U-образных и один M-образный). Горячий воздух подается на упаковку с температурой 200° С. Камера работает по тому же принципу, что и термоусадочные каналы для колпаков на горлышках бутылок (см. п. 7.7). Усадка пленки происходит по мере перемещения пакета в туннеле. Вышедший пакет обдувается холодным воздухом из вентилятора и снимается вручную оператором.



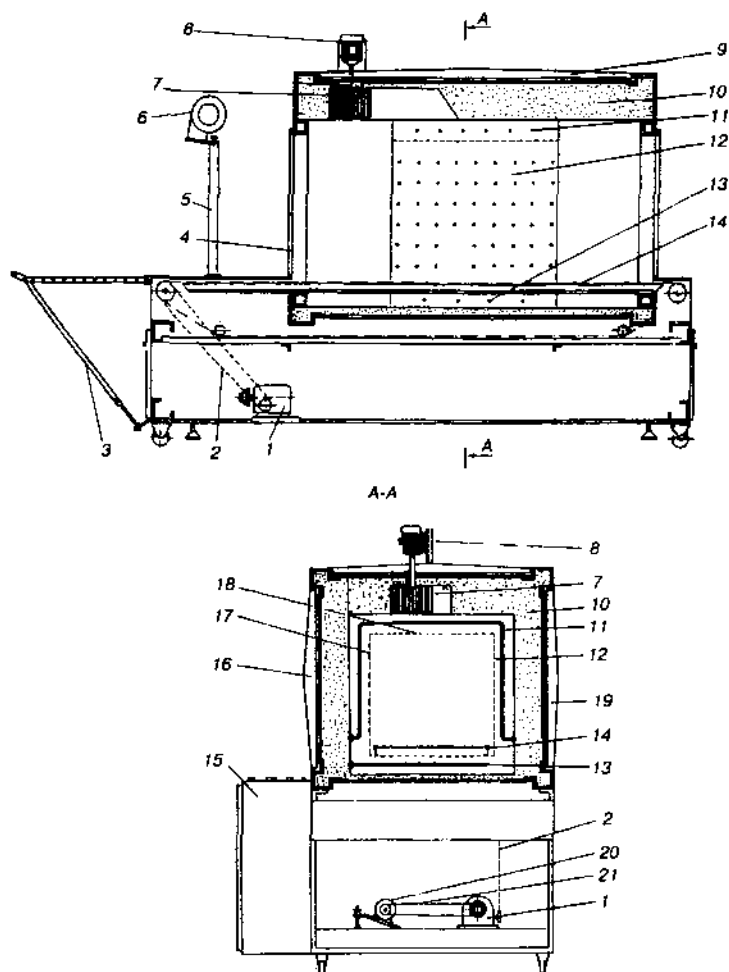


Рис. 7.85. Термоусадочная камера (туннель):

1 - редуктор; 2, 21 - цепные передачи; 3 - регулируемая стойка рольганга; 4 - силиконовые шторки; 5 - стойка; 6 - вентилятор воздушного охлаждения; 8 - электродвигатель вентилятора; 9 - верхняя крышка; 10 - теплоизоляция; 11 - U-образный ТЭН; 12, 17, 18 - тепловые экраны; 13 - M-образный ТЭН; 14 - конвейер; 15 - шкаф электрооборудования с пультом управления; 16, 19 - боковые ограждения с крышками; 20 - электродвигатель

Производительность блока SW 60/50 200-300 упаковок в час. Оборудование аналогичного назначения разных марок (например, серии ТПЦ, установки ТУРБОПАК, полуавтоматы серии ПУМ, автоматические установки АУК, АУМ, ТУК и др.) выпускаются отечественными предприятиями, а также поставляются зарубежными фирмами Германии, Турции, Польши. Перечисленное оборудование описано в литературе [16].

### **7.9. Отдельные виды вспомогательного оборудования**

Наряду с описанным основным технологическим оборудованием в состав линий упаковывания вин входят и другие виды оборудования, которые с определенной степенью условности могут быть отнесены к вспомогательному. Это обосновывается сравнительно малой распространенностью отдельных машин, их специфичностью, небольшой степенью использования (например, не со всеми бутылками выполняется та или иная операция или вообще она является необязательной, выполняемой по мере надобности). К вспомогательному относится и транспортное оборудование (см. главу 8).

Номенклатура вспомогательного оборудования весьма велика. Оно разнообразно по значимости, назначению и принципу действия. Поэтому описание его приводится в несистематизированном виде.

**Установки для подготовки пробок.** На современных винодельческих предприятиях делаются попытки механизировать операции по подготовке укупорочных средств и подаче их к укупорочным машинам. Для этого разработаны специальные установки для стерилизации пробок. Стерилизация производится 1,5–2 %-ным раствором диоксида серы в герметичных ваннах. После обработки пробки извлекаются из ванны и подаются в центрифугу для удаления избытка раствора. Подготовленные пробки засыпают в бункер-приемник, откуда они по пневмоприво-ду поступают в бункер укупорочной машины.

Полиэтиленовые пробки из ванн подаются в бункер-приемник без предварительного их центрифугирования.

Для пробок, изготовленных из ферромагнитных материалов, могут использоваться магнитные ленточные конвейеры для кронен-пробок. Магнитное поле в них создается между полюсами постоянного магнита или электромагнита, укрепленного с внутренней стороны несущей ветви конвейера. Примером может служить устройство ВЗБ, предназначенное для подачи кронен-пробок и состоящее из магнитного конвейера и приемника для кронен-пробок вместимостью 130 тыс. шт. Управление работой маг-

нитных конвейеров может осуществляться автоматически с помощью сигналов, посылаемых шупом, установленным в бункере для пробок.

Высокое качество укупоривания шампанского обеспечивается рядом мероприятий, среди которых важное место занимает подогрев пробки до 40–45° С с целью придания ей эластичности.

Оригинальная установка для обработки шампанских пробок предложена фирмой «Thierion» (Франция). Она включает также устройство для распределения и ориентирования композиционных (наиболее распространенных за рубежом) пробок. Пробки подаются на ориентирующий механизм в горизонтальном положении «на ножи», после чего пробка падает в одну из сторон, но в любом случае более тяжелой частью вниз. Так как композиционная пробка состоит из двух частей – прессованной крошки и слоев натуральной корки, а прессованная часть тяжелее, то пробка падает именно на ту сторону, где располагается эта часть. Производительность устройства – до 12000 пробок в час.

Другая часть установки – подогреватель пробок, представляющий собой компактное устройство, в котором нагревание длится всего 2 с благодаря применению ультразвука. Производительность этой части – 6000–8000 пробок в час.

**Машины для изготовления, алюминиевых колпачков.** Для этой цели чаще всего применяется упомянутая в разделе 7.4 штамповочная машина ША (в составе агрегата ШУ-Р-1). Машина ША устанавливается либо отдельно (вне линии), либо в блоке с машиной ВУУ-0,5 (в этом случае она устанавливается сзади нее) [10].

Разработана также штамповочная машина ВАК [10].

Производительность машин ША и ВАК соответственно 10 и 24 тыс. колпачков в час.

Для изготовления мюзле на некоторых заводах шампанских вин применяется современная машина автоматического действия фирмы «Schneider» (ФРГ) производительностью 5 тыс. шт./ч.

**Устройства для подачи пробок к укупорочным машинам.** Такие устройства особенно целесообразно использовать в линиях большой производительности. Разработаны магнитные транспортеры (для колпачков из ферромагнитных сплавов), пневматические, механические. Примером современного устройства такого рода может служить транспортер ЛПМ8.1-9021.

**Оборудование для санитарной обработки ящиков в линиях.** Оно может устанавливаться в линиях упаковывания вина большой производительности. Дощатые ящики, как правило, подвергаются механи-

ческой чистке, а полимерные, кроме того, моются щелочным раствором и водой при температуре 50–60° С. В основном все эти машины – линейного типа. Примером может служить отечественная машина ААЯ для чистки ящиков производительностью 1700 ящиков в час.

В состав линий улаковывания шампанского входит ряд специфических видов оборудования. К ним относятся установки для контрольной выдержки шампанского (в тех случаях, когда она не заменяется подогревом его в бутылках), машины для наружной мойки и сушки бутылок.

**Механизированные установки для контрольной выдержки шампанского.** Они состоят из стеллажей и устройств для загрузки и выгрузки бутылок.

Контрольную выдержку шампанского можно заменить выдержкой его в специальной термокамере.

**Машины для наружной мойки бутылок.** Они могут быть линейными и карусельными. Первые предусматривают перемещение бутылок в туннеле по прямолинейному конвейеру (в отдельных конструкциях с одновременным вращением бутылок вокруг своей оси). При этом бутылки орошаются теплой водой и очищаются горизонтально расположенной щеткой.

Процесс мойки бутылок в машинах карусельного типа в принципе протекает так же.

Применение на современных заводах пастеризаторов для нагрева бутылок (вместо контрольной выдержки) исключает необходимость использования моечных машин.

**Машины для сушки бутылок.** Для сушки бутылок перед их отделкой используют машины линейного и карусельного типов. Сушка производится горячим воздухом.

На рис. 7.86 показан общий вид машины ВРМ/4 для сушки бутылок. Все составные части машины монтируются на основании 1, представляющем собой сварную конструкцию из листовой стали. В основание встроена секция транспортного устройства 3 для перемещения бутылок, подвергаемых сушке. Цепь в состав транспортного устройства не входит, она пропускается через машину при присоединении к ней прилегающих транспортных устройств для перемещения бутылок в линии во время монтажа.

В нижней части основания установлен центробежный вентилятор 11 для подачи воздуха на обдув бутылок.

Устройство для обдува 6 смонтировано над конвейером и представляет собой короб прямоугольного сечения для создания равномерного по ходу движения бутылок потока воздуха. Ко дну короба

прикреплены направляющие, через которые осуществляется обдув бутылок в нужном направлении. Устройство для обдува регулируется по высоте.

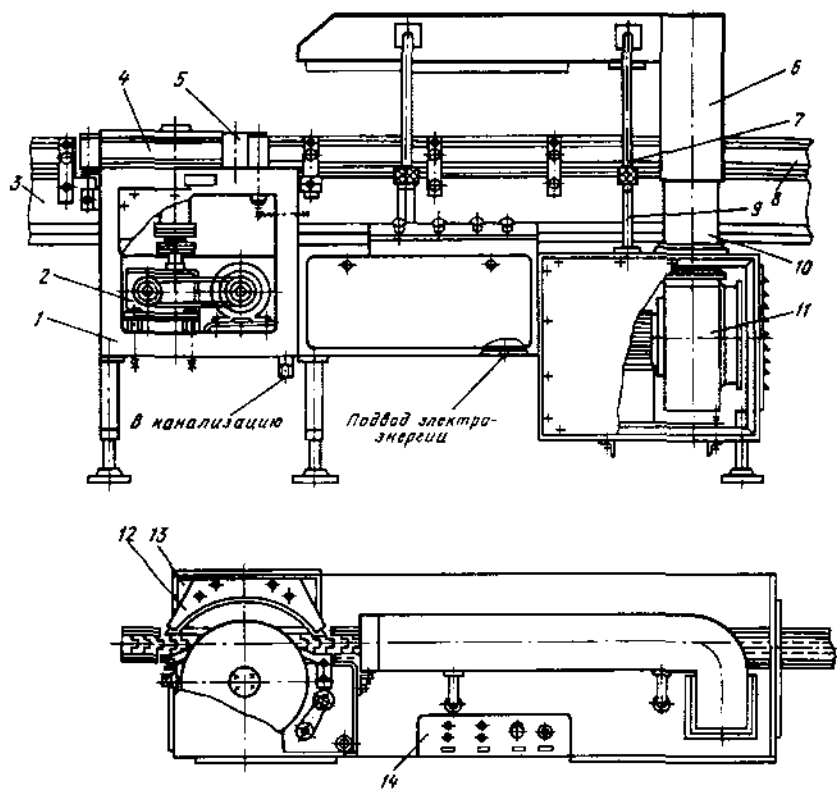


Рис. 7.86. Машина для сушки бутылок BPM14 (общий вид):

1 - основание; 2 - привод; 3 - секция; 4 - сушильный барабан; 5 - отжимной ролик; 6 - устройство для обдува; 7 - стойка; 8 - направляющая бутылок; 9 - направляющая стойки; 10 - воздуховод; 11 - вентилятор; 12 - направляющая барабана; 13 - основание направляющей; 14 - пульт

Далее по ходу движения конвейера расположен сушильный барабан 4 для удаления влаги с цилиндрической части бутылок. Ширина обечайки барабана равна высоте цилиндрической части бутылки. Ось барабана смещена относительно оси конвейера так, что над конвейером располагается лишь часть барабана, которая при его вращении должна

провернуть бутылку вокруг своей оси не менее чем на 1,5 длины ее окружности. Прижим бутылок к барабану осуществляется направляющими 12. Для удаления влаги с поверхности бутылки на барабане имеется легкосменяемый слой влаговпитывающего материала. Привод 2 барабана размещен в нижней части основания под конвейером. Основание в месте установки вентилятора закрыто кожухами с шумоизоляцией.

Управление работой машины осуществляется с пульта, размещенного на основании. На пульте имеются кнопки управления приводом барабана и вентиляционной установкой, кнопка аварийной остановки машины и транспортного устройства для перемещения бутылок, а также сигнальная лампа, указывающая на наличие напряжения в цепи питания электродвигателей.

Производительность (техническая) машины ВРМ/4 – 6600 бутылок в час.

**Накопители.** Специфическим видом вспомогательного оборудования линий являются накопители. Конструктивно накопители могут быть выполнены в различных вариантах (рис. 7.87). С точки зрения организации движения бутылок накопители делят на транзитные и компенсационные, с сохранением основного направления движения потока бутылок и изменением его, с делением потока и без деления и т. д.

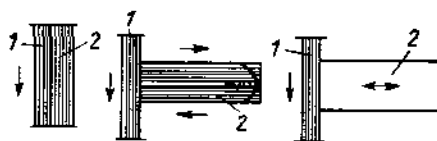


Рис. 7.87. Накопительные устройства (варианты):

*а* – в виде параллельных конвейерных лент; *б* – в виде отводных конвейеров; *в* – в виде столов; 1 – основной конвейер; 2 – накопитель

В отечественных линиях упаковывания вин устанавливаются накопители моделей ВИП и ВНБ. Накопитель ВИП (рис. 7.88) состоит из приводного 2 и натяжного 4 блоков, роликовых направляющих 6 и 7, привода 5, кронштейна 1 для крепления привода, рамы сварной конструкции и опор. Исследованиями установлено, что вместо роликовых направляющих, установленных, например, в накопителе ВИП, более целесообразно использовать неподвижные направляющие с криволинейным профилем, а скорости конвейерных лент должны быть разными (в симметричных конструкциях ленты должны перемещаться с тем большей скоростью, чем ближе они располагаются к центру накопителя).

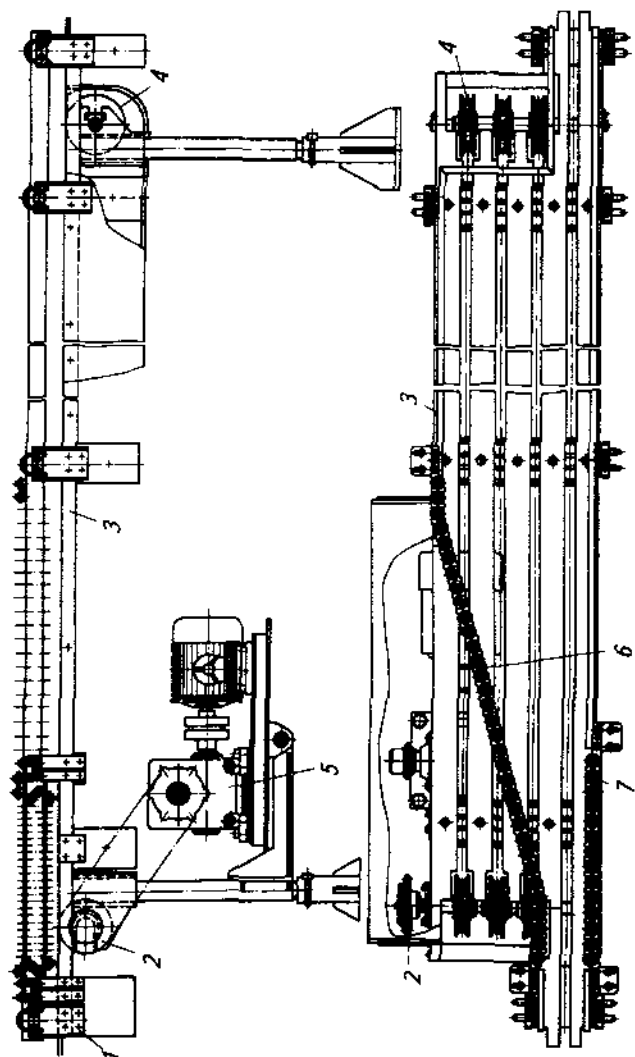


Рис. 7.88. Стол-накопитель ВИП (общий вид):

1 - крошитель; 2 - приводной блок; 3 - рама; 4 - натяжной блок; 5 - привод; 6, 7 - направляющие

Накопитель ВНБ выполнен в виде вращающегося стола, на котором собираются бутылки. Такой накопитель чаще всего используют в линиях для приема бутылок после заверточной машины.

Исследование конструкций и работы накопителей проведены В. В. Цимбаловым [37]. Им предложена математическая модель перестроения потока бутылок, конструкция и методика расчета накопителей.

**Счетчики бутылок и ящиков.** Для учета готовой продукции используют счетчики. К наиболее простым устройствам относятся механические счетчики. Они устанавливаются на пути движения бутылок и ящиков и состоят из звездочки или другого пропускающего элемента, соединенного системой передач с валом суммирующего механизма. Примерами могут служить счетчики, схемы которых показаны на рис. 7.89. Принцип их действия ясен из рисунка.

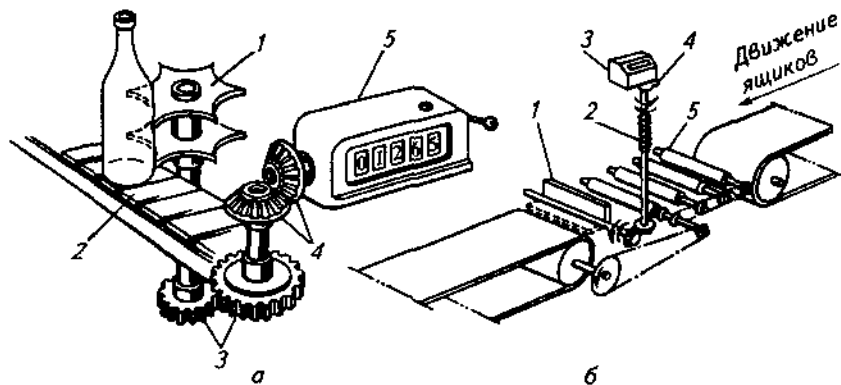


Рис. 7.89. Механические счетчики:

*а* – для бутылок (1 – звездочка; 2 – конвейер; 3, 4 – шестерни; 5 – счетчик);  
*б* – для ящиков (1 – поворотный затвор; 2 – пружина; 3 – счетный механизм; 4 – храповик; 5 – приводной ролик)

В настоящее время промышленность серийно выпускает датчики ВСА-6 для счетчиков бутылок. Датчик (рис. 7.90) представляет собой плиту с вваренной в нее осью, на которую посажена звездочка, закрытая кожухом. Датчик работает от напора скопившихся перед ним бутылок. Затягивая или отпуская гайки тормоза звездочки, можно регулировать усилие для ее вращения.

Бутылки, движущиеся по конвейеру, входят во впадины звездочки и поворачивают ее. На одном из 10 зубьев звездочки приварен палец.



Таким образом, при прохождении каждой десяти бутылок, отсчитываемых звездочкой, через выключатель подается импульс счетчику импульсов СИ-208.

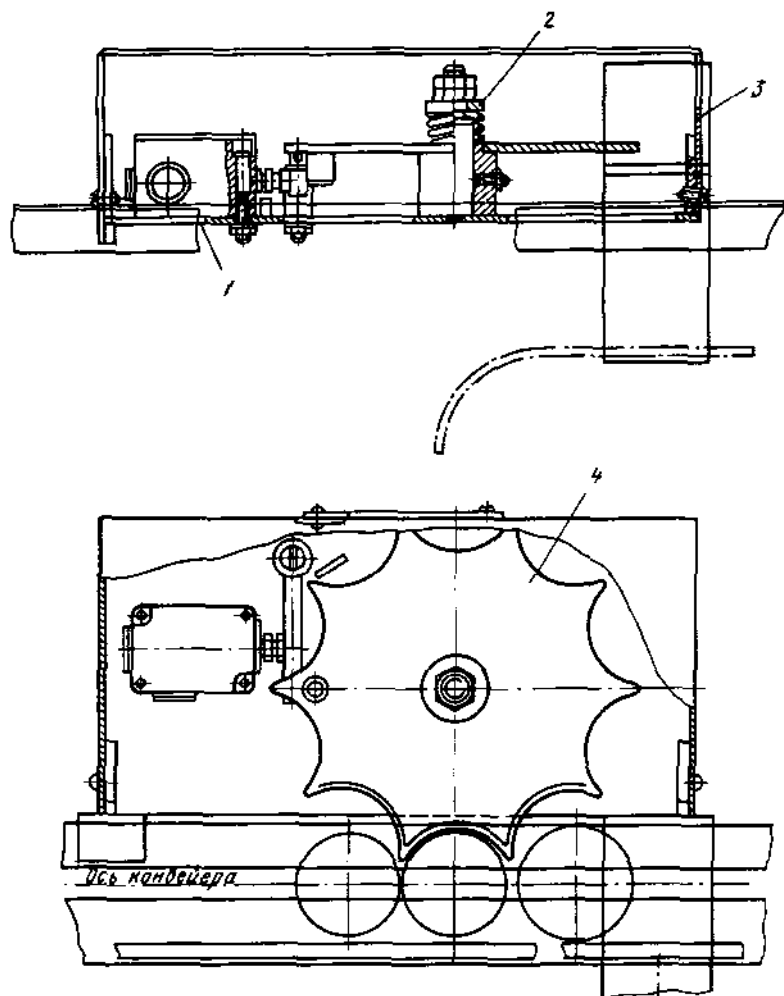


Рис. 7.90. Датчик ВСА-6 (разрез общего вида):

1 – плита; 2 – тормоз; 3 – кожух; 4 – звездочка

Счетчик устанавливается в шкафу электрооборудования. При снятии показаний с быстродействующего импульсного счетчика количество импульсов необходимо увеличить в 10 раз.

При изменении типа бутылок необходимо заменить сменную сварную звездочку, соответствующую данной бутылке.

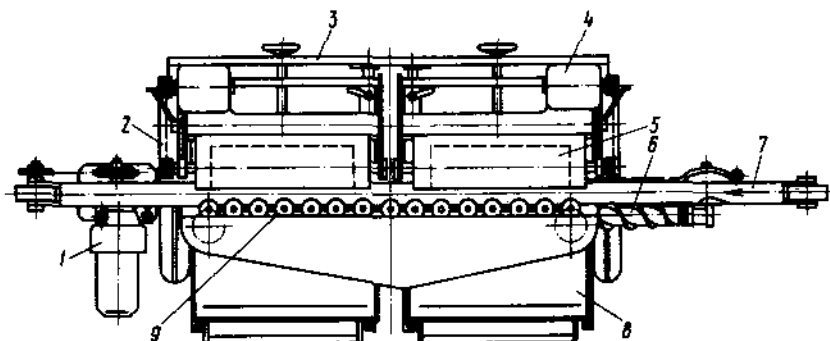
Фотозлектронные счетные устройства в отличие от механических не требуют соприкосновения бутылок с рабочими элементами счетчиков. Принцип действия их основан на прерывании светового луча между электролампой и фотозлементом при прохождении между ними учитываемых предметов. Электролампу, излучающую свет, устанавливают напротив фотозлемента на противоположной стороне конвейера. Счетное устройство срабатывает при пересечении бутылкой или ящиком с готовой продукцией луча света, в результате чего на усилитель поступают импульсы, которые передаются на счетчик.

В радиоизотопных счетчиках вместо световых лучей, применяемых в фотозлектронных счетчиках, используются радиоактивные излучения. В качестве источника излучения применяют изотопы таллия или стронция. Преимущество радиоизотопных счетчиков состоит в большой точности и надежности их работы, а также долговечности в эксплуатации.

**Машины для удаления с бутылок фольги.** В тех случаях, когда используются оборотные шампанские бутылки, в состав линий упаковки вина могут входить машины для удаления фольги с бутылок перед мойкой. Наиболее известные машины фирм «Virey-Garnier» (Франция) и «Max Kettner» (ФРГ). Машины эти однотипные. На рис. 7.91 показана машина фирмы «Virey-Garnier». Работает она следующим образом. Бутылки подаются конвейером 7 к щековому распределителю 6, захватываются роликами 9 и, перемещаясь в машине, получают вращательно-поступательное движение за счет перекачивания по обрешиненной направляющей. Пройдя зону обеих вращающихся щеток 5, которые сдирают с них фольгу, бутылки по конвейеру выходят из машины. Разгрузка сборников фольги периодическая.

Производительность описанной машины 8 тыс. бутылок в час.

**Установки для приготовления, подачи и регенерации моющих растворов.** Для нормального функционирования бутылкомоечных машин существенное значение имеет работа установки для приготовления, подачи и регенерации моющих растворов. Эти операции могут быть организованы по-разному в зависимости от конкретных условий производства, числа машин и других факторов. Как правило, такая установка включает систему резервуаров и фильтров.



**Рис. 7.91.** Машина для удаления фольги с бутылок:

1, 4 – электродвигатели; 2 – ременная передача; 3 – станция; 5 – металлическая щетка; 6 – шнековый распределитель; 7 – конвейер бутылок; 8 – сборник фольги; 9 – роликовый конвейер

## 7.10. Поточные линии упаковывания вин

**Состав линий.** В разное время было разработано несколько типов линий для винодельческих производств: ВЛВ, ВФГ-6, ВРК, ВВС. Их номинальная производительность – соответственно 6000, 6000, 12000 и 18000 бутылок в час. Линия ВФГ-6 предназначена для горячего фасования вин. Производительность отечественных линий упаковывания шампанского ВРО и ВРМ – 6000 бутылок в час (линия ВРО в двухпоточном исполнении). Для упаковывания сувенирной продукции в бутылки вместимостью 50 и 100 мл, а также в бутылки типа «фляга» вместимостью 250 и 380 мл разработана линия ВФП производительностью 6000 бутылок в час [13].

На рис. 7.92, в качестве примера приведен общий вид (в плане) линии ВФГ-6. В какой-то степени он иллюстрирует и возможное компоновочное решение (на рисунке приведены некоторые размеры), хотя в реальных условиях компоновка линий и даже их состав могут быть несколько иными. (В проведенном варианте использованы старые марки оборудования, поэтому в подписи под рисунком марки машин не приводятся).

Следует отметить, что перечисленные линии не отвечают современным требованиям производства. В настоящее время разработаны новые линии различной производительности, в том числе и малой производительности необходимые отрасли [16].

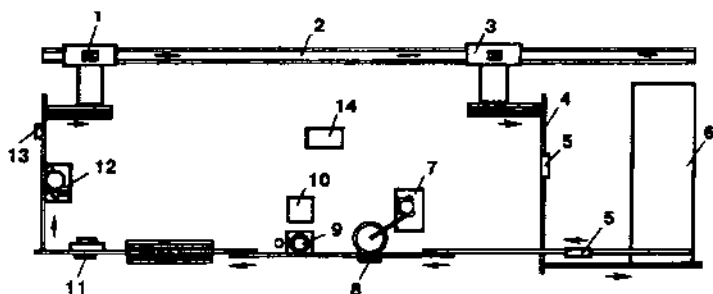


Рис. 7.92. Линия упаковывания вин ВФГ-6 (общий вид в плане):

1 – машина для извлечения бутылок из ящиков; 2 – конвейер для ящиков; 3 – бутылкомоечная машина; 4 – световой экран; 5 – установка для подогрева вина; 6 – фасовочная машина; 7 – закупорочная машина; 8 – закупорочная машина; 9 – инспекционная машина; 10 – машина для отделки горлышек бутылок; 11 – этикетировочная машина; 12 – машина для завертывания бутылок в бумагу; 13 – накопители; 14 – машина для укладки бутылок в ящики

На рис. 7.93–7.95 показаны принципиальные компоновочные схемы некоторых линий, которые также могут быть несколько иными в зависимости от конкретно используемого оборудования и конкретных условий производства.

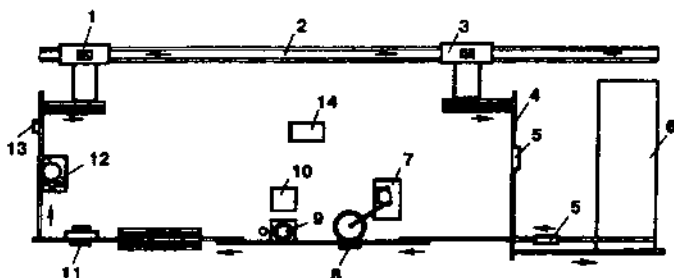
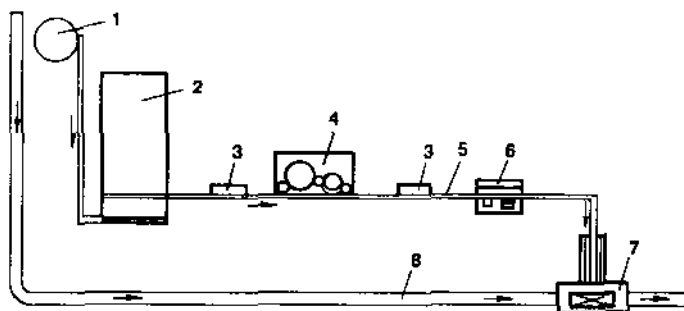


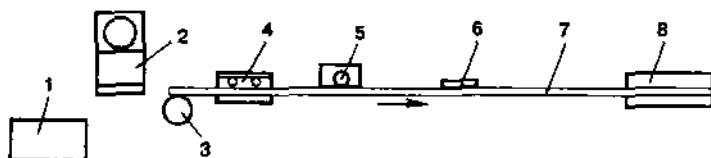
Рис. 7.93. Линия горячего упаковывания вин  
производительностью 6000 бутылок в час:

1 – машина для укладки бутылок в ящики; 2 – транспортное цепное устройство для перемещения ящиков; 3 – машина для извлечения бутылок из ящиков; 4 – транспортное устройство для перемещения бутылок; 5 – инспекционное устройство (световой экран); 6 – бутылкомоечная машина; 7 – пастеризационная трубчатая установка; 8 – фасовочная машина; 9 – закупорочная машина; 10 – устройство для подачи пробок; 11 – машина для визуального контроля жидкостей в бутылках; 12 – этикетировочная машина; 13 – счетчик бутылок; 14 – шкаф электрооборудования



**Рис. 7.94.** Схема размещения комплекта оборудования для упаковывания вина и других тихих пищевых жидкостей производительностью 1000 и 500 бутылок в час:

1 - отмочная ванна; 2 - щеточная моечная машина; 3, 8 - столы-накопители; 4 - фасовочная машина (полуавтоматического действия); 5 - упаковочная машина (полуавтоматического действия); 6 - инспекционное устройство (световой экран); 7 - транспортное устройство для перемещения бутылок

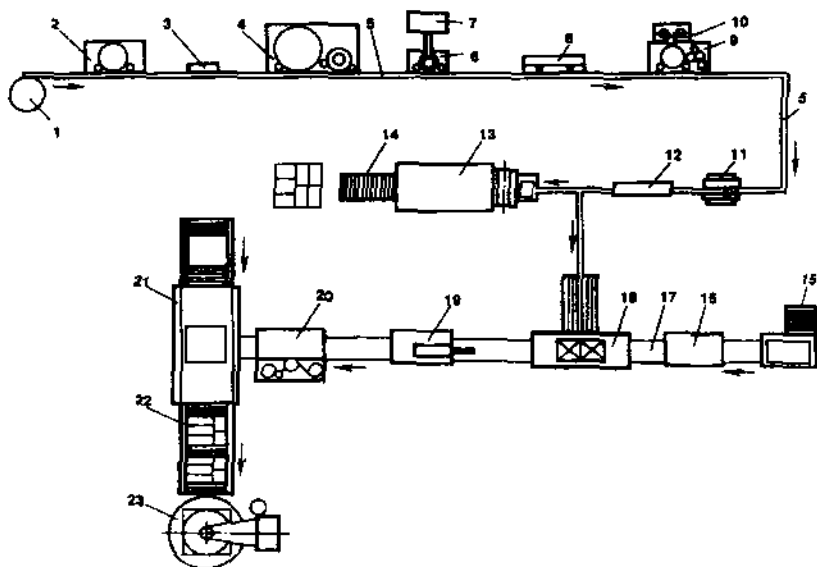


**Рис. 7.95.** Линия упаковывания вина и других тихих пищевых жидкостей производительностью 1500 бутылок в час:

1 - стол-накопитель; 2 - бутылкомоечная машина; 3 - инспекционное устройство (световой экран); 4 - фасовочно-укрупочная машина; 5 - транспортное устройство для перемещения бутылок; 6 - этикетировочная машина; 7 - машина для укладки бутылок в ящики; 8 - транспортное устройство для перемещения ящиков

На рис. 7.96 показано общее компоновочное решение перспективной линии упаковывания тихих вин с учетом имеющих тенденций развития как самих линий, так и входящих в их состав оборудования. Линия рассчитана на использование необоротной тары.

На винодельческих предприятиях используется и большое число импортных линий, в основном фирм ФРГ, Франции, Италии.



**Рис. 7.96.** Рекомендуемая линия упаковывания вина и других тихих жидкостей в стеклянные необоротные бутылки производительностью 6000 бутылок в час:

1 - стол-накопитель; 2 - машина для ополаскивания бутылок; 3 - инспекционное устройство (световой экран); 4 - фасовочно-укупорочная машина; 5 - транспортное устройство для перемещения бутылок; 6 - укупорочная машина для корковых пробок; 7 - подъемник пробок; 8 - инспекционная машина; 9 - этикетировочная машина; 10 - приставка для приклеивания штрих-кода; 11 - машина для наклеивания акцизной марки; 12 - термоусадочный канал для колпачков; 13 - термоусадочная машина; 14 - транспортное устройство для перемещения упаковок; 15 - машина формирования коробов; 16 - машина склеивания короба снизу; 17 - транспортное устройство для перемещения коробов; 18 - машина для укладки бутылок в короба; 19 - обандероливающая машина; 20 - устройство для маркирования коробов (наклейка этикеток на короба); 21 - машина для формирования пакета на поддоне; 22 - транспортер для перемещения поддонов; 23 - машина для обивки пакета на поддоне

**К расчету и проектированию линий.** Результаты анализа данных промышленности показывают, что в качестве ведущего оборудования, определяющего производительность всей линии, должна быть принята фасовочная машина или фасовочно-укупорочный агрегат. Производительность остальных машин, входящих в линию, должна быть принята в

следующих пределах в зависимости от конкретных условий (меньшая цифра для надежно работающего оборудования и при хорошей организации производства).

Вид оборудования	Производительность, % к производительности фасовочно-укупорочного агрегата
Машина для расформирования пакетов и ящиков	120-125
Машина для извлечения бутылок из ящиков	115-120
Бутылкомоечная машина	110
Инспекционное устройство	105
Фасовочно-укупорочный моноблок	100
Отметочная машина	110
Машина для укладки бутылок в ящики	115-120
Машина для формирования пакетов ящиков	120-125

Приведенные данные, однако, не в полной мере соответствуют реальному положению в отрасли. В общем случае это частично учитывается основной характеристикой оборудования – технической производительностью. Создание такого рода «запасов» производительности позволяет, с одной стороны, компенсировать потери производительности отдельных машин, а с другой – быстро заполнить буфер (конвейер-накопитель), что, в свою очередь, сможет компенсировать следующий простой той или иной машины.

При наличии в составе линии упаковывания пастеризатора непрерывного действия, именно последний выполняет роль ведущего оборудования, так как простой пастеризатора менее всего допустим по технологическим соображениям, вино в бутылках может перегреться или переохладиться, либо изменится режим его обработки.

Опыт промышленности показывает, что увеличение производительности линии упаковывания, введение в ее состав дополнительных видов оборудования и другие факторы неминуемо приводят к более сложным компоновочным решениям, не говоря уже об учете конкретных ситуаций (наличие построенного помещения, необходимость использования имеющегося оборудования, экономические соображения и т. п.).

Компоновка оборудования линий упаковывания вин может быть осуществлена по-разному. Как известно, располагать технологическое оборудование можно либо по прямой (линейно), либо Г- или П-образно, либо по замкнутому контуру. Каждая из этих схем имеет определенные преимущества и недостатки.

При рассмотрении вопросов компоновки линий упаковывания надо иметь в виду, что рациональная компоновка оборудования во многом определяет и надежность работы всей линии.

Линии упаковывания вин, как и других пищевых жидкостей, по характеру связи входящих в них элементов относятся в основном к линиям с гибкой связью, что обуславливает необходимость использования межоперационных конвейеров-накопителей, устанавливаемых между отдельными машинами (см. рис. 7.92). По данным зарубежных исследований, жесткая связь целесообразна лишь для линий производительностью до – 5000 бутылок в час. Конвейеры-накопители обеспечивают сравнительную независимость по производительности машин друг от друга, так как являются не только питателями, но и накопителями межоперационных запасов бутылок. Это позволяет сохранять производительность отдельных машин заданной, не зависящей от возможных перерывов в работе других машин.

Как известно, коэффициент потерь линий  $k_{\text{пот. л}}$  определяется суммой коэффициентов потерь машин, составляющих линию. Например, при двух машинах  $k_{\text{пот. л}} = k_{\text{пот. 1}} + k_{\text{пот. 2}}$ . Если же между двумя машинами имеется накопитель бесконечно большой вместимости, то действительная производительность зависит только от потерь выпускающей машины:  $k_{\text{пот. л}} = k_{\text{пот. 2}}$ .

В реальных условиях в любом случае общий коэффициент потерь линии при использовании буферных конвейеров-накопителей меньше суммы частных коэффициентов потерь входящих в линию машин.

Большую роль в повышении надежности и стабильности работы линий играет и транспортное оборудование.

К основным проблемам, возникающим при проектировании и эксплуатации конвейеров для бутылок, можно отнести следующие: регулирование производительности и скорости; снижение уровня шума.

Наибольшие трудности вызывают в этом отношении не прямолинейные участки конвейеров, а места соединения и разделения потоков бутылок, различного рода поворотные устройства, ибо именно на них, как правило, имеют место падения бутылок, а шум превышает допустимые нормы. Шум вызывается в основном соударением бутылок на этих участках, особенно при их скапливании, а также ударами бутылок об ограждения транспортеров.

Помимо известных мероприятий общего и специального характера, весьма эффективным методом частичного решения этих проблем является применение специальной системы регулирования скорости конвейеров, ибо именно от их скорости зависит скорость соударения бутылок, в большой степени определяющая уровень шума.



Система сводится к установке регулируемого привода на одном из участков конвейера. Наиболее целесообразно устанавливать такой привод на конвейере-накопителе, выполняющем роль буферной емкости. Тогда сравнительно легко можно создать требуемый по организационным и технологическим соображениям запас бутылок перед той или иной машиной линии улаковывания. Запас этот определяется опытным или расчетным путем на основании анализа эксплуатационных показателей машины: фактической производительности, технического состояния, степени износа, длительности и частоты отказов, пропускной способности конвейера, диаметра бутылок и других факторов.

Система регулирования скорости конвейеров предусматривает широкое использование устройств автоматического контроля количества бутылок, проходящих по конвейеру.

Схема на рис. 7.97, а иллюстрирует работу всей системы для случая разделения потока бутылок. В варианте I датчики не работают, скорости всех участков конвейера одинаковы ( $v=1$ ).

В варианте II при срабатывании датчиков 1 и 2, что свидетельствует о полной загрузке обеих ветвей отводящего конвейера, скорость буферного конвейера (конвейера-накопителя), находящегося перед отводящим конвейером, снижается до  $v=2/3$ . В дальнейшем при срабатывании датчиков 3 и 4, скорость его доводится до 0 (вариант III). При освобождении датчиков 3 и 4 конвейер-накопитель снова включается в работу со скоростью  $2/3v$ .

Регулирование скорости подводящего конвейера может быть осуществлено при использовании тех же датчиков.

Такие же схемы разработаны для случая прямолинейного многопоточного конвейера (рис. 7.97, б), а также для случая, когда необходимо создание постоянного и определенного напора бутылок (например, при подаче их в бутылкомоечную машину (рис. 7.97, в)). Описанная система позволяет в определенной степени обеспечивать большую эксплуатационную надежность линий в целом и снижение уровня шума на них.

Более высокая степень проектирования линий улаковывания и транспортно-оборудования – введение так называемого «островного» регулирования производительности отдельных участков линии [7]. Суть его заключается в том, что во избежание частых остановок и пусков машин производительность последних варьируется в определенных пределах в зависимости от количества имеющихся на накопителях, до и после них бутылок и фактической производительности каждой последующей машины. Изменение производительности происходит ступенчато, однако в тех случаях,

когда управление работой линии осуществляется при помощи микропроцессорной техники, такое регулирование может быть бесступенчатым.

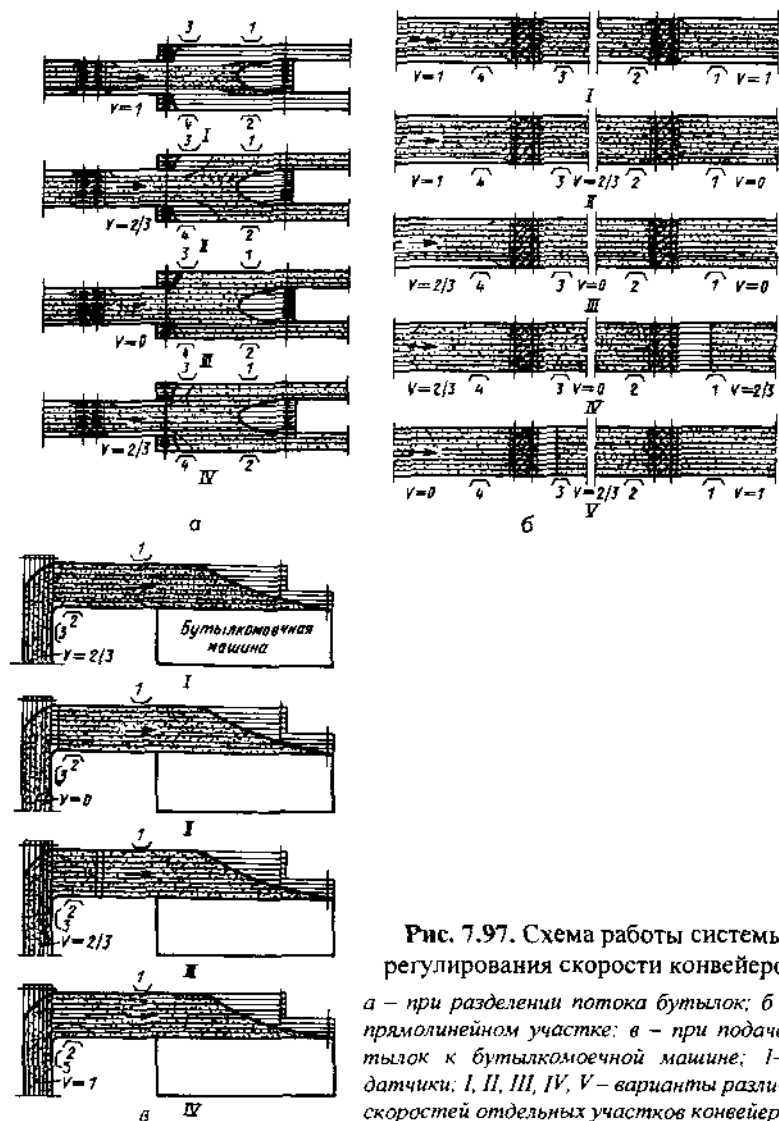


Рис. 7.97. Схема работы системы регулирования скорости конвейеров:

а – при разделении потока бутылок; б – на прямолинейном участке: в – при подаче бутылок к бутылкомяющей машине; 1–4 – датчики; I, II, III, IV, V – варианты различных скоростей отдельных участков конвейера

Большие возможности в области регулирования производительности линий упаковывания пищевых жидкостей открывают результаты исследований на базе построения и анализа математических моделей, в аналитической или статистической форме описывающих зависимости эксплуатационных и надежностьных характеристик линий от их технологических параметров, структуры и надежности оборудования. Результаты позволяют построить структурные схемы систем регулирования линий и оптимизировать их параметры.

Проектную производительность линий и отдельных видов входящего в ее состав оборудования определяют, исходя из следующих данных:

$B$  – годовое количество вина, фасуемого в бутылки;  $C$  – число смен работы цеха в году (по нормативам: 249 смен при 5-дневной рабочей неделе и 8-часовой рабочей смене; 285 смен при 6-дневной рабочей неделе и 7-часовой рабочей смене);

$T$  – число часов работы цеха в смену;

$K_{II}$  – коэффициент использования ведущего оборудования;

$K_{II}$  – коэффициент, учитывающий максимально допустимые потери бутылок на линии, возникающие на оборудовании, установленном после ведущего.

Часовая производительность цеха по ведущему оборудованию (в тех же единицах измерения, что  $B$ )

$$A = \frac{BK_{II}}{CTK_{II}}. \quad (7.121)$$

Производительность каждой линии определяют в зависимости от числа линий в цехе.

Коэффициент использования того или иного вида оборудования

$$K_{II} = K_M K_B, \quad (7.122)$$

где  $K_M$  и  $K_B$  – соответственно коэффициенты использования оборудования по мощности и по времени.

Первый коэффициент учитывает потери, возникающие при бое бутылок, повторной обработке их и других видах брака, второй – потери, возникающие вследствие простоев оборудования по тем или иным причинам.

При расчетах производственной мощности коэффициент использования оборудования в соответствии с нормативами принимают не ниже 0,9. Однако в практике возможны значительные отклонения, зависящие от ряда причин.

В тех случаях, когда предусмотренный срок службы оборудования превышен, вводят поправочный коэффициент в зависимости от фактического состояния оборудования. Пересчет производят и при других специфических условиях работы предприятия. Так, при большей продолжительности смены (8 ч 12 мин или 8 ч 15 мин) вводят корректировочный коэффициент 1,03, при фасовании марочных вин и коньяков на оборудовании, рассчитанном на фасование ординарных вин, – коэффициент 0,9.

Особый элемент расчета линий – определение вместимости накопителя, устанавливаемого на линии после той или иной машины. Вместимость накопителя (в единицах продукции)

$$E = \tau_{п\max} П, \quad (7.123)$$

где  $\tau_{п\max}$  – максимально допустимый одновременный простой участка линии после машины;  $П$  – техническая производительность машины.

На практике вместо  $\tau_{п\max}$  подставляют средневзвешенную продолжительность простоя, представляющую собою частное от деления суммарной продолжительности простоев машины на число простоев. Обе эти величины определяют в результате хронометража работы машины [14].

Более точный расчет вместимости основан на данных о надежности работы машин и времени их подналадок. Чем выше надежность работы отдельных машин, тем, естественно, меньшей может быть вместимость накопителей. В пределе – это жесткая связь между машинами. Тем не менее устройство накопителей в линиях с гибкой связью, к которым относят линии упаковывания вин, чаще всего бывает необходимым.

Некоторые параметры накопителей можно рассчитать по следующим формулам:

количество бутылок  $A$  (шт.) по ширине накопителя (суммарной ширине лент)  $B$  (м)

$$A = (B - d) / (d \cos 30^\circ) + 1, \quad (7.124)$$

где  $d$  – диаметр бутылки, м;

скорость бутылки (м/с)

$$v = Пd / A, \quad (7.125)$$

где  $П$  – производительность участка линии, бут/с.

Если накопитель однопоточный (или его роль выполняет обычный пластинчатый однопоточный транспортер), то длину его  $L$  рассчитывают по формуле

$$L = Ed, \quad (7.126)$$

[обозначения те же, что и в формулах (7.123) и (7.125)].

На рис. 7.98 приведены принципиальная расчетная схема и блок-схема алгоритма расчета накопителей. Для примера взят накопитель  $H$ , расположенный между машинами  $A$  и  $B$ , производительность которых  $P_A$  и  $P_B$  бутылок в час. На накопителе находятся бутылки в количестве  $X$  шт. Цель расчета – определение вместимости накопителя (в бутылках), расчет ведется по времени цикла  $T$  (в с) – времени, в течение которого подводится или отводится определенное количество бутылок.

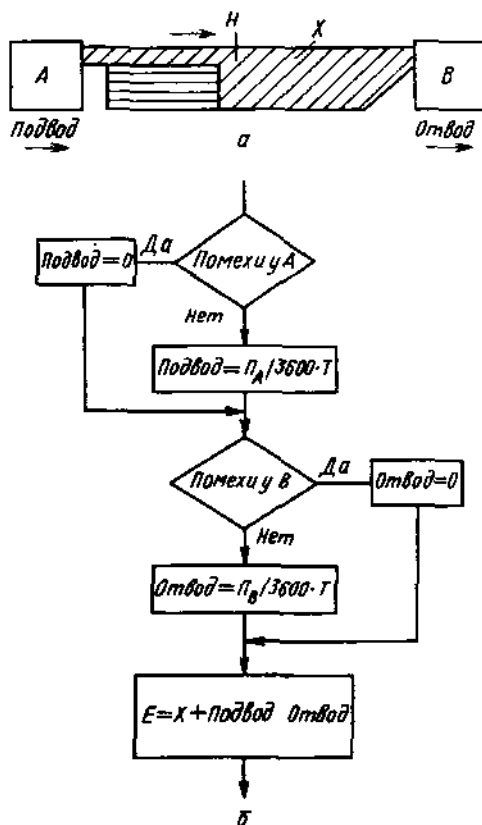


Рис. 7.98. Принципиальная расчетная схема (а) и блок-схема алгоритма расчета (б) накопителя

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПРТС РАБОТ. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

Транспортные средства являются неотъемлемой частью современного технологического процесса, они устанавливают и регулируют темп производства, обеспечивают его ритмичность, способствуя тем самым повышению производительности труда и увеличению выпуска продукции.

На винодельческих предприятиях производятся следующие погрузочно-разгрузочные, транспортные и складские (ПРТС) работы: загрузка и разгрузка средств транспортирования и доставки винограда и плодово-ягодного сырья на завод для переработки; перемещение винограда, плодово-ягодного сырья и продуктов их переработки (мезги, выжимки и др.) на заводе; перемещение сусла, виноматериалов и вина при всех видах обработки, приемке и отправке; перемещение бочек, ящиков, бутылок и другой винодельческой тары на заводе; формирование и расформирование стопок, пакетов ящиков; загрузка и разгрузка транспортных средств с бутылками, ящиками, бочками. Здесь не учтены транспортные операции с топливом, вспомогательными материалами и другими продуктами, а операции по перемещению их составляют значительную часть транспортных работ, осуществляемых на производстве.

Номенклатура транспортных средств, применяемых на винодельческих предприятиях, достаточно широка. Помимо транспортных средств общего назначения, на винодельческих предприятиях, особенно на заводах вторичного виноделия, применяют ряд машин специального назначения, часть которых входит в состав линий упаковывания (см. главу 7), а часть применяется в экспедициях.

### 8.1. Средства внутризаводского транспортирования технологических продуктов виноделия и тары

На винодельческих предприятиях для перемещения сырья, технологических продуктов и тары применяются практически все виды конвейеров: ленточные, пластинчатые, цепные, тросовые, шнековые и др. Они могут использоваться в виде как типовых устройств общего назначения, так и базовых, на основе которых разработаны специальные конструкции.

**Ленточные конвейеры.** Ширину и скорость ленты выбирают в зависимости от характера и размеров перемещаемого продукта или груза. Для

перемещения сыпучих грузов (мезги, выжимки) скорость ленты принимается в пределах 1-3 м/с, для штучных - 0,3-1,5 м/с. При ручной укладке или съеме ящиков с конвейера скорость ленты не должна превышать 0,75 м/с, но и с точки зрения обслуживания удобнее всего 0,4-0,5 м/с.

В промышленности чаще всего применяют ленты шириной 400, 500, 600, 700, 900 и 1000 мм. Для перемещения ящиков используют, в частности, ленты шириной 400 и 500 мм. Расстояние между ящиками следует принимать равным удвоенной длине ящика, что обеспечивает удобство его остановки и съема и исключает образование затворов при переходах ящика с одного конвейера на другой.

Ленточный конвейер лежит в основе элеватора ГЭ (рис. 8.1).

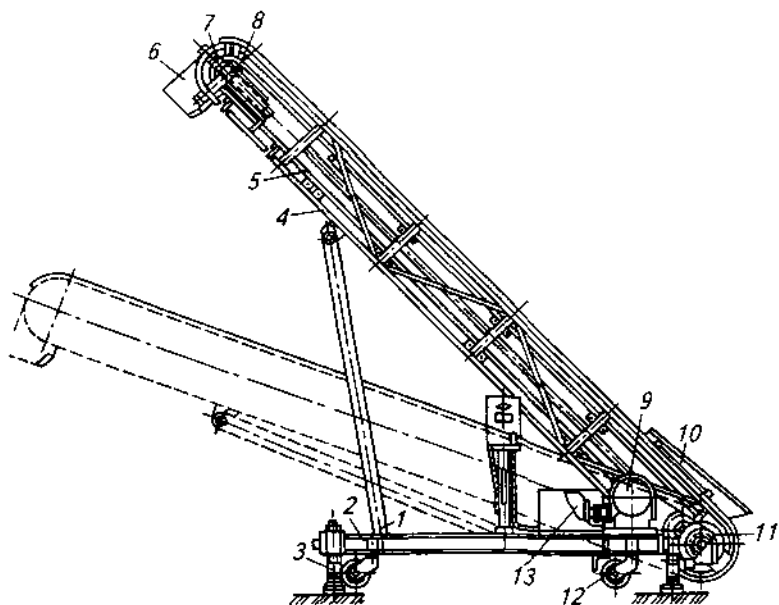


Рис. 8.1. Элеватор ГЭ:

1 - штанга; 2 - тележка; 3 - домкрат; 4 - каркас; 5 - лента; 6 - лоток; 7 - натяжная станция; 8 - натяжной барабан; 9 - редуктор; 10 - воронка; 11 - приводной барабан; 12 - колесо; 13 - электродвигатель

Элеватор имеет трубчатый каркас 4, установленный на передвижной четырехколесной тележке 2 (при работе тележка снимается с колес 12 и устанавливается на домкраты 3). На каркасе крепятся приводная 11

и натяжная 7 станции. Между приводным и натяжным барабанами натянута прорезиненная лента 5, на которой через каждые 300 мм закреплен скребок, препятствующий скатыванию продукта.

Продукт загружается в воронку 10 и выгружается из лотка 6. Изменение уровня подачи сырья осуществляется при помощи перемещающихся штанг 1, которые изменяют угол наклона элеватора от 20 до 45° (см. пунктирные линии на рис. 8.1).

Производительность элеватора ТЭ – 1500 кг/ч; ширина ленты – 400 мм.

Теоретическую производительность ленточных конвейеров (кг/с) при перемещении сыпучих грузов определяют по формуле

$$П = vF\rho, \quad (8.1)$$

где  $v$  – скорость ленты, м/с;  $F$  – площадь поперечного материала на ленте, м<sup>2</sup>;  $\rho$  – объемная масса продукта, кг/м<sup>3</sup>.

Ориентировочно эту производительность можно подсчитать иначе: для плоской ленты

$$П = 42b^2v\rho; \quad (8.2)$$

для желобчатой ленты

$$П = 80b^2v\rho, \quad (8.3)$$

где  $b$  – ширина ленты, м.

При установке ленточных конвейеров в наклонном положении их производительность уменьшается:

$$П_H = П_r(1 - 0,02\beta), \quad (8.4)$$

где  $П_r$  – производительность конвейера в горизонтальном положении;  $\beta$  – угол наклона конвейера, град.

При перемещении штучных грузов производительность (кг/с)

$$П = mv/a \quad (8.5)$$

где  $m$  – масса одного груза, кг;  $v$  – скорость ленты, м/с;  $a$  – расстояние между грузами, м.

При определении количества перемещаемых грузов (шт/с) массу не учитывают и формула принимает вид

$$П = v/a \quad (8.6)$$

**Пластинчатые конвейеры.** Такие конвейеры чаще всего применяются для перемещения бутылок в линиях упаковывания вин. Пластинчатые конвейеры выпускаются в разных вариантах и с различными



видами пластин и тяговых элементов. На рис. 8.2, а показан общий вид пластинчатого конвейера (участок с приводной звездочкой). Как правило, пластинчатые конвейеры состоят из секций; бутылки переходят с одной секции на другую. При применении специальных ромбических пластин (подобных показанным на рис. 8.3, а) конвейеры можно монтировать с криволинейными участками; в этом случае используются поворотные блоки (рис. 8.2, б).

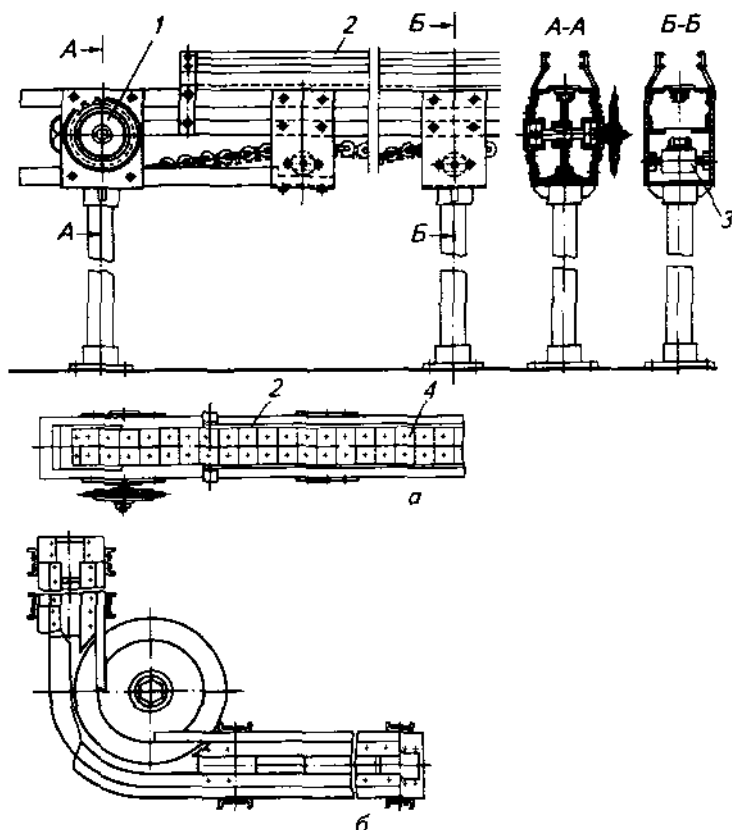
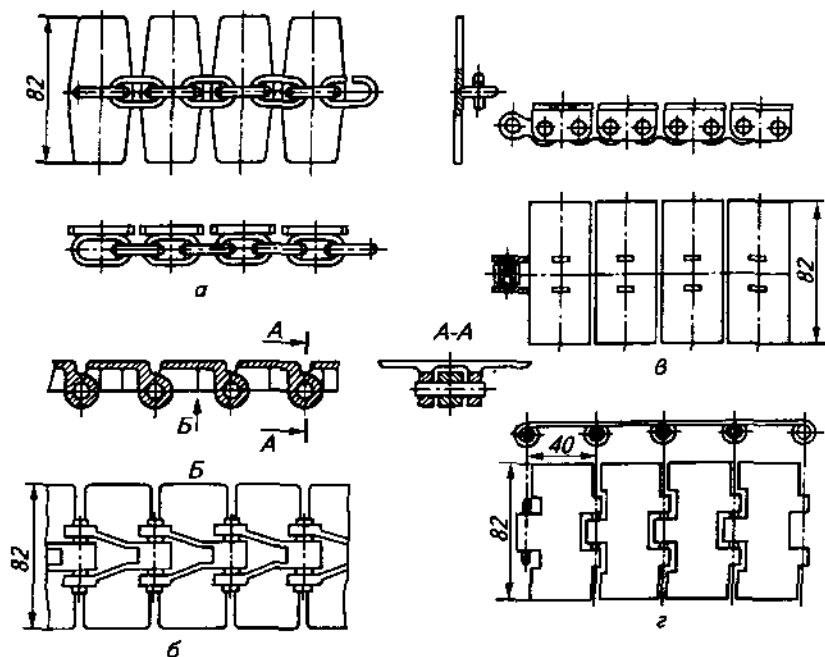


Рис. 8.2. Пластинчатый конвейер для бутылок:

а — участок общего вида (1 — приводная звездочка; 2 — перила для бутылок; 3 — натяжной ролик; 4 — пластинка-носитель); б — поворотный блок (вариант)

На рис. 8.3 показаны различные виды цепей и пластин, применяемых в пластинчатых конвейерах; возможны и другие конструктивные варианты показанных элементов.



**Рис. 8.3.** Тяговые элементы пластинчатых конвейеров:

*а* – сварная цепь с пластинами; *б* – пластинчатая цепь; *в* – втулочно-роликовая цепь с пластинами; *г* – петлевая (шарнирно-пластинчатая) цепь

Производительность конвейеров должна обеспечивать производительность линий; скорость их – 0,11; 0,21; 0,41; 0,50 и 0,65 м/с (производительность – соответственно 3; 6; 12; 18 и 24 тыс. бутылок в час).

Отечественными машиностроительными предприятиями в разное время были разработаны типовые конструкции транспортеров, которыми оснащены производства отрасли. Наиболее распространенные марки: ВТГ-3, ВТГ-6, ВТ1А-1, ВРШ-6, ВРШ-12 и др. Производительность транспортеров приведенных марок соответственно 3, 6, 6, 6 и 12 тыс. бут./ч, длина секции 750, 1500 и 3000 мм [6, 8].

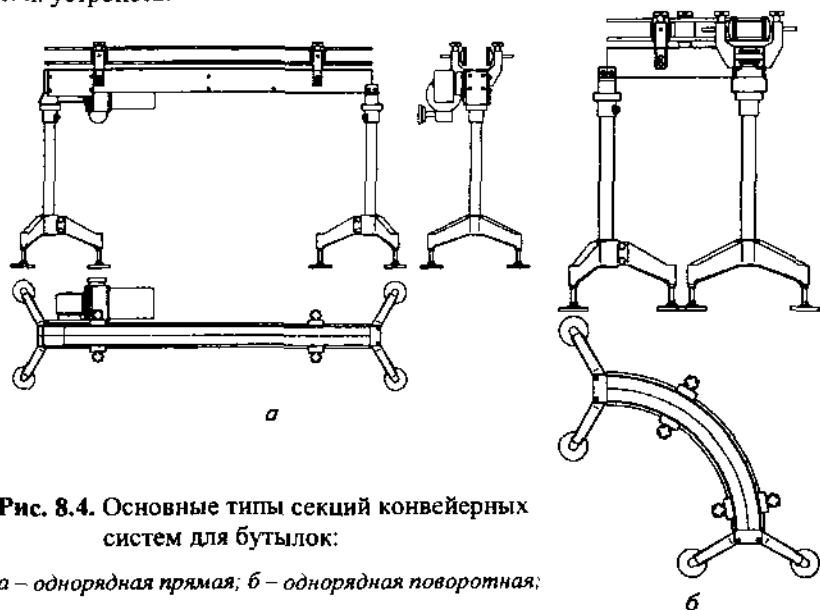
В настоящее время рекомендуются к установке более современные конструкции транспортирующих устройств для бутылок, в основе которых лежат пластинчатые конвейеры. Примером могут служить конвейерные системы, включающие следующие секции: однорядные (прямые, поворотные, проходные, с отбраковкой), многорядные (прямые, поворотные, проходные, разделительные), переходные (многорядные – однорядные, однорядные – многорядные) и др.

Некоторые из перечисленных секций показаны на рис. 8.4. Из них может быть скомпонована конвейерная система любой конструкции, особенно в сочетании с подъемниками (см. ниже) [16].

Современные пластинчатые транспортеры выпускают с регулируемым приводом.

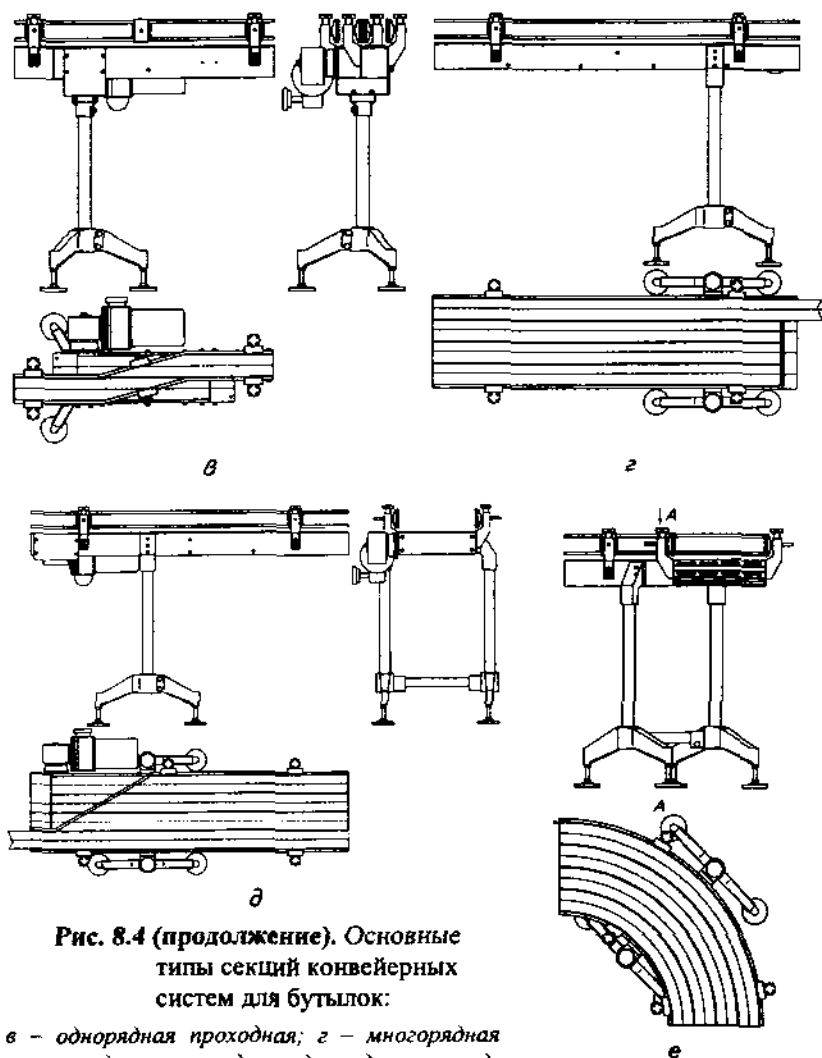
Специфическим элементом конвейеров для перемещения бутылок являются перегрузочные устройства – соединители и разделители потоков. Их значение возрастает с повышением уровня механизации транспортных операций на линиях упаковывания. По конструкции перегрузочные устройства бывают весьма разнообразными [6, 10].

**Цепные конвейеры.** Они находят применение для перемещения бутылок и ящиков, а также в качестве рабочих органов элеваторов и т. п. устройств.



**Рис. 8.4.** Основные типы секций конвейерных систем для бутылок:

*а* – однорядная прямая; *б* – однорядная поворотная;



**Рис. 8.4 (продолжение). Основные типы секций конвейерных систем для бутылок:**

*б* – однорядная проходная; *г* – многорядная прямая; *д* – многорядная-однорядная проходная; *е* – многорядная поворотная

Примером цепного конвейера для ящиков может служить конвейер ВЯА-6, состоящий из приводной и ведомой станций, соединенных друг с другом направляющими для цепей и ящиков. Тяговым органом кон-

вейера является специальная шарнирная цепь, позволяющая осуществлять как продольный, так и поперечный изгиб по радиусу поворотной секции.

Производительность конвейера ВЯА-6 – 200–300 ящиков в час.

Для перемещения ящиков были разработаны цепные конвейеры ВУЛ/1 и ВТА производительность которых соответственно 400 и 1500 ящ./ч.

Для перемещения сыпучих грузов (плодово-ягодного сырья, выжимки, гребней) используется элеватор «Гусиная шея» (рис. 8.5), который тоже можно рассматривать в качестве цепного конвейера. Он представляет собой наклонно расположенный конвейер, имеющий в нижней и верхней частях горизонтальные участки. В нижней горизонтальной части, служащей для загрузки продукта, установлены приемная воронка 2, две натяжные звездочки 1. В верхней разгрузочной части располагаются две приводные звездочки 6 и 14, приводящие в движение две бесконечные цепи 7 с ковшами 3.

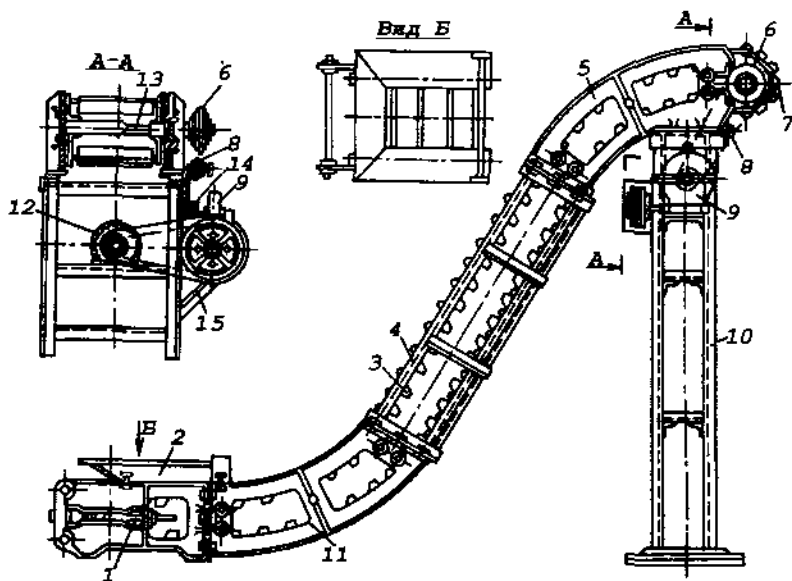


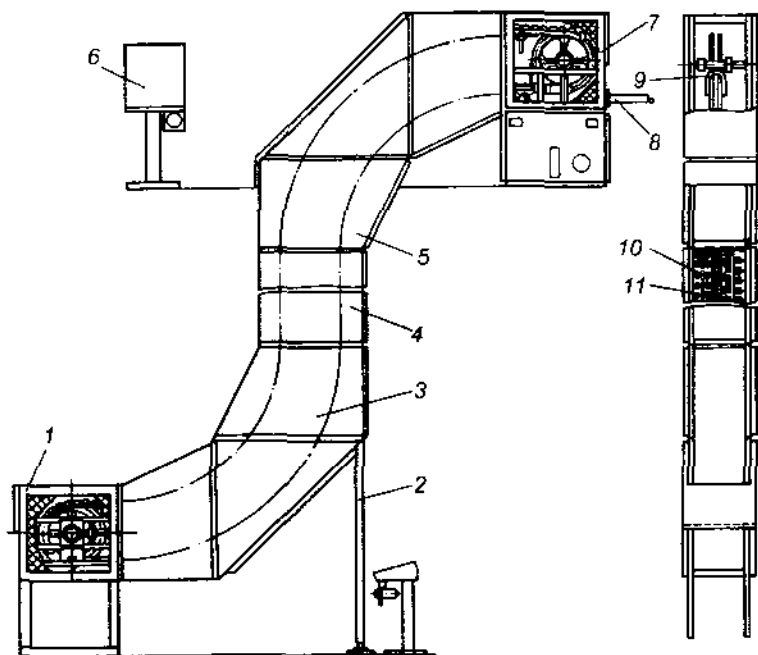
Рис. 8.5. Элеватор «Гусиная шея»:

1 – натяжное устройство; 2 – воронка; 3 – ковши; 4 – каркас; 5, 11 – основания; 6, 8, 14 – звездочки; 7 – цепь; 9 – редуктор; 10 – стойка; 12 – электродвигатель; 13 – вал; 15 – ременная передача

Несущая часть конструкции состоит из верхнего и нижнего чугунных оснований *5* и *11*, между которыми располагается каркас *4*.

Элеваторы «Гусиная шея» выпускаются различных марок – А-6, А-9, ЭГШ-1; ЭГШ-2. Производительность машин А-6 и А-9 – 2000 кг/ч, ЭГШ-1 и ЭГШ-2 – 2000–5000 кг/ч.

В основу подъемника для бутылок ВТ2-П тоже положен цепной конвейер. Подъемник (рис. 8.6) состоит из секций, соединенных друг с другом и образующих каркас подъемника, обшитый щитами. Внутри каркаса расположен цепной конвейер, имеющий прижимы бутылок.



**Рис. 8.6.** Подъемник для бутылок ВТ2-П:

*1* – натяжная и *7* – приводная секция; *2* – подставка; *3*, *4*, *5* – промежуточные секции; *6* – щит управления; *8* – механизм останова; *9* – скоба; *10*, *11* – цепи

Натяжная секция *1* представляет собой сварную конструкцию, внутри которой на подшипниках качения установлен вал со звездочками, а на кронштейнах – копир и направляющие цепей *10* и *11*. В натяж-

ной секции предусмотрено натяжное устройство, с помощью которого регулируется натяжение цепей бутылконесущего конвейера.

Приводная секция 7 состоит из каркаса, в верхней части которого установлены приводной вал со звездочками, копир и направляющие цепей. В нижней части каркаса смонтирован привод, передающий вращательное движение приводному валу от двигателя через предохранительную муфту, вариатор скорости, клиноременную передачу, редуктор, цепную передачу и звездочку.

С помощью натяжного устройства осуществляется регулирование натяжения клиновых ремней передачи. Средняя часть подъемника состоит из поворотных и промежуточных секций 3, 4, 5, представляющих собой сварные конструкции, внутри которых установлены направляющие цепей с прижимами.

Для придания подъемнику большой устойчивости предусмотрена подставка 2.

При работе подъемника на подъем бутылок натяжная секция находится внизу, а приводная – вверху. При работе подъемника на спуск бутылок указанные секции необходимо поменять местами.

Бутылконесущий цепной конвейер состоит из двух параллельных замкнутых цепей. На одной из них расположены подвижные, а на другой – неподвижные прижимы бутылок. Цепи соединены между собой скобами 9, расположенными с шагом 400 мм, с целью надежной работы подъемника при большой производительности. Подвижные и неподвижные прижимы состоят из обрезиненных дисков, скрепленных стержнями, которые расположены в полых валиках цепей.

Подвижный прижим имеет возможность перемещаться по полюму валику и пружиной поджимает бутылку к неподвижному прижиму. С целью надежного захвата бутылок подвижный прижим выполнен плавающим и установлен со смещением на полшага цепи относительно неподвижного прижима.

На противоположном конце стержня подвижного прижима имеется регулировочная гайка, ограничивающая ход стержня, и установлен упор, который, взаимодействуя с копирами в местах загрузки и выгрузки бутылок, уменьшает или увеличивает расстояние между дисками прижимов и осуществляет тем самым захват освобожденных транспортируемых бутылок.

С помощью гаек можно регулировать расстояние между подвижными и неподвижными прижимами в зависимости от вместимости транспортируемых бутылок.

С целью предотвращения поломки подъемника в случае остановки или перегрузки бутылками отводящего конвейера предусмотрен механизм останова 8. При работе на подъем холостые ветви цепей с прижимами движутся сверху вниз.

Перемещаемые подающим конвейером бутылки находятся между дисками подвижных и неподвижных прижимов и плотно зажатые дисками прижимов перемещаются к месту выгрузки на отводящий конвейер. Выгрузка бутылок на отводящий конвейер происходит в обратном порядке. Копиры должны обеспечить загрузку и выгрузку бутылок. Скорость ленты подающего конвейера должна быть строго согласованной со скоростью бутылконесущих цепей.

Скорость отводящего конвейера должна на 10% превышать скорость бутылконесущих цепей подъемника. Управление работой подъемника осуществляется либо со щита управления 6, установленного в зоне выгрузки бутылок, либо с пульта, расположенного в зоне загрузки бутылок.

Подъемник ВТ2-П позволяет перемещать от 3300 до 19800 бутылок в час.

На рис. 8.7 показан подъемник КВ-02, представляющий собой двоянный вертикально-замкнутый цепной транспортер с электромеханическим приводом, состоящим из электродвигателя, механического вариатора, червячного редуктора и карданной передачи, синхронизирующей скорость цепей.

Несущая конструкция подъемника – сварные рамы 2 и 4, выполненные из профиля прямоугольного сечения – представляет собой набор прямолинейных и поворотных (в горизонтальной плоскости) секций. Длина и компоновка подъемника зависит от конкретных производственных условий.

На раме смонтированы привод 6, натяжное устройство 1 и система прямолинейных и круговых направляющих 3, обеспечивающих перемещение цепей. Цепи, оснащенные резиновыми захватами, осуществляют подъем или опускание бутылок.

Надежность захвата бутылки цепями достигается перемещением кронштейнов, несущих направляющие, на необходимое расстояние.

Пропускная способность подъемника зависит от скорости цепей, варьируемой в пределах 3–18 м/мин.

Элементы подъемников аналогичного типа, как упоминалось, хорошо сочетаются с конвейерными системами. Из них можно образовать даже «ворота» (рис. 8.8), применяемые в современных линиях для раз-



вязки пересекающихся конвейеров, находящихся на одном уровне, и для обеспечения удобного и безопасного прохода обслуживающего персонала к оборудованию.

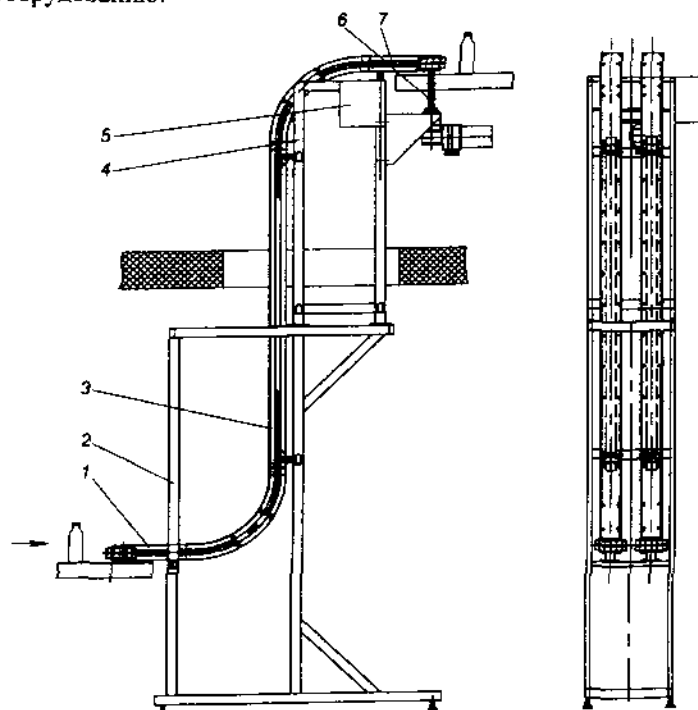


Рис. 8.7. Подъемник KB-02 (общий вид):

1 – натяжное устройство; 2, 4 – рамы; 3 – направляющая; 5 – коробка с электрооборудованием; 6 – привод; 7 – секция приводная

На винозаводах используют также подъемники марок ОАЭ, ЭРС-12 и др. Последний имеет производительность 2000–12000 бутылок в час.

**Роликовые и дисковые конвейеры.** Такие конвейеры часто применяют для перемещения ящиков и других штучных грузов. По конструкции ролики могут быть прямыми и коническими (на закругленных участках конвейеров). Как правило, роликовые конвейеры (рольганги) состоят из отдельных секций длиной 2–3 м. Конвейеры могут быть приводными и не приводными (в винодельческом производстве применяются редко). Вторые устанавливаются с уклоном 0,02–0,03 (с подшипниками качения) и 0,05–0,06 (с подшипниками скольжения).

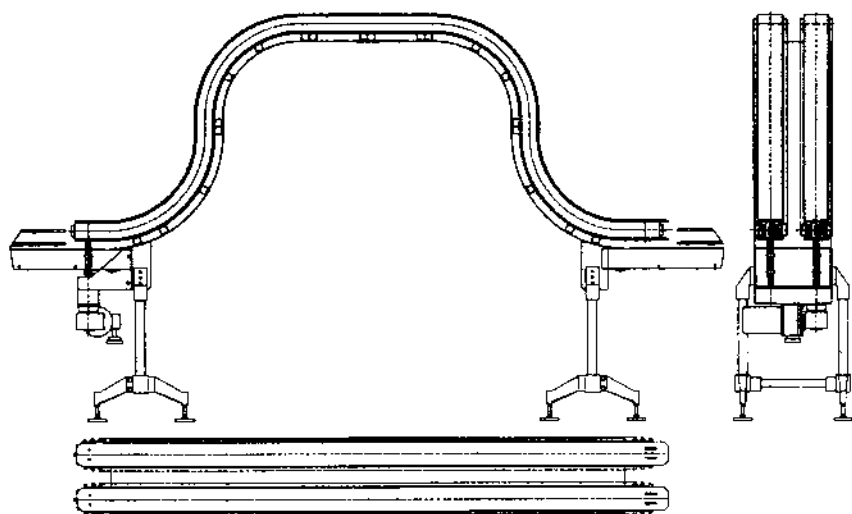


Рис. 8.8. Двойные «ворота» в конвейерной системе

Из отечественных роликовых конвейеров на предприятиях отрасли используют конвейер ВРЗ/2 производительностью до 800 ящ./ч.

Роликовые конвейеры могут быть стационарными, передвижными и даже растяжимыми (рис. 8.9, а). Последние могут растягиваться от 1,4 до 4,5 м и изгибаться до  $180^\circ$ , что позволяет использовать их при различных компоновочных решениях размещения оборудования в помещении ограниченной площади.

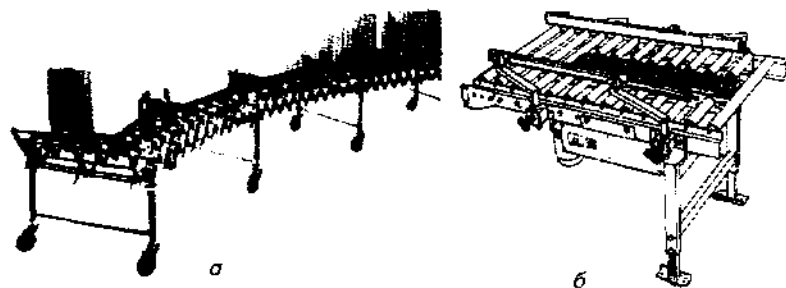


Рис. 8.9. Роликовые конвейеры:

а — растяжимый; б — со специальными тормозящими устройствами

Роликовые конвейеры могут быть оснащены специальными тормозящими устройствами (рис. 8.9, б), которые предотвращают столкновение и одновременное поступление двух перемещаемых грузов (ящиков, коробок) для проведения какой-либо операции, например, учета или заклеивания коробов.

Производительность пластинчатых, цепных, дисковых, тросовых и роликовых конвейеров, чаще всего применяемых для перемещения штучных грузов (ящиков, бутылок и т. п.), рассчитывают так же, как и для ленточных конвейеров, т. е. по формуле (8.6).

Специфика расчета роликовых и дисковых конвейеров (неприводных) заключается в определении их максимальной длины (м)

$$L = H/i, \quad (8.7)$$

где  $H$  – разница между высотой конвейера в начале и в конце, м;  $i$  – величина уклона конвейера (при использовании шарикоподшипников 0,02–0,03, подшипников скольжения 0,05–0,06).

**Шнековые (винтовые) конвейеры.** Они являются составной частью бункеров-питателей для винограда (см. главу 1), а также применяются для транспортирования мезги, выжимки, гребней.

Шнековый конвейер ВТВ-12,5 (рис. 8.10) состоит из привода, желоба, шнека и промежуточных опор.

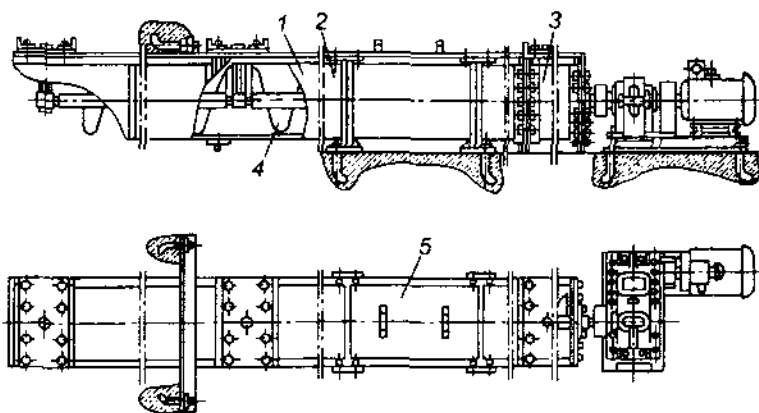


Рис. 8.10. Шнековый конвейер ВТВ-12,5:

1, 2, 3 – секции; 4 – шнек; 5 – крышка

Желоб представляет собой сборную конструкцию из восьми секций – головной 1, шести промежуточных 2 и концевой 3. В каждой сек-

ции на подвесных подшипниках установлены шнеки 4, соединенные друг с другом соединительными валиками. С целью обеспечения безопасности обслуживания конвейера желоб закрыт быстростъемными крышками 5.

Вращение сообщается шнеку от привода, состоящего из электродвигателя, редуктора и муфты.

Производительность конвейера ВТВ-12,5 – 12,5 м<sup>3</sup>/ч (при коэффициенте наполнения 0,4); диаметр шнека – 300 мм.

Производительность винтовых (шнековых) конвейеров (кг/с)

$$P = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} S n \rho \varphi C, \quad (8.8)$$

где  $D$  – наружный диаметр шнека, м;  $d$  – диаметр вала, м (для приближенных расчетов можно не учитывать);  $S$  – шаг шнека, м (принимается  $0,8D$ );  $n$  – частота вращения шнека, с<sup>-1</sup>;  $\rho$  – объемная масса продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $\varphi$  – коэффициент заполнения сечения желоба шнека ( $\varphi=0,2-0,4$ );  $C$  – коэффициент, учитывающий наклон шнека (при угле наклона  $15-30^\circ C=0,8-0,9$ ).

Транспортирующие шнеки выпускают отдельными звеньями правого и левого вращения длиной по 2 м. Общая длина конвейеров не должна превышать 30 м. Рекомендуемые размеры шнеков приведены ниже:

Диаметр, мм	100	125	160	200	250	320	400	500	650	800
Шаг, мм	80	100	125	160	200	250	320	400	500	650

Номинальную частоту вращения шнека в минуту рекомендуется выбирать из ряда: 6; 7,5; 9,5; 11,8; 15; 19; 23,6; 30; 37,5; 47,5; 60; 75; 95; 118; 150 мин<sup>-1</sup>, хотя в практике имеют место отклонения от приведенных значений.

**Гидравлические транспортеры.** Применяются для перемещения плодово-ягодного сырья к месту переработки. Преимуществом гидравлического транспортирования является то, что плоды (яблоки, груши) при их перемещении подвергаются частичной мойке.

Гидравлический транспортер представляет собой открытый желоб, в большинстве случаев железобетонный, определенного сечения, чаще всего прямоугольного, укладываемый в землю с уклоном к месту потребления сырья (8–12 мм на 1 м длины). С головного конца желоба подается вода, которая в силу первоначально сообщенной скорости, а также уклона желоба направляется к месту дальнейшей переработки. На пути следования воды по желобу в него сбрасываются тем или иным способом плоды, увлекаемые затем водой.

Радиусы закруглений желоба должны быть не менее 2,5–3,0 м. Воду в гидравлический транспортер нужно подавать со скоростью не менее 2,0–2,5 м/с. Скорость потока должна быть не меньше той, при которой оседают на дне частицы песка и земли, так как иначе они будут быстро накапливаться в желобе. Обычно скорость смеси принимают 1–1,5 м/с. Чтобы плоды не застревали, ширина желоба должна быть не менее 350 мм. Полная высота сечения должна быть примерно в 2 раза больше ширины.

Производительность гидравлических транспортеров, часто называемых лотками, применяемых в плодово-ягодном виноделии, по смеси (вода + продукт) (кг/с) можно ориентировочно определять по общей формуле

$$П = F \varphi \rho v k, \quad (8.9)$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения желоба, м<sup>2</sup>;  $\varphi$  — коэффициент, отношение используемого сечения ко всему сечению гидротранспорта ( $\varphi=0,4-0,7$ );  $\rho$  — плотность смеси продукта и воды, кг/м<sup>3</sup> (для приближенных расчетов может быть принята равной плотности воды);  $v$  — скорость потока смеси, м/с; ( $v=1,0-1,5$  м/с);  $k$  — коэффициент неравномерности подачи продукта в транспортер ( $k=0,75-1,5$ ).

Однако расчет гидравлических транспортеров имеет свою специфику. Надо иметь в виду, что в нем движется смесь воды и плодов и что большое значение имеют гидравлические характеристики самой конструкции (гидравлический радиус, уклон и др.). Поэтому секундный объем смеси  $V$  (м<sup>3</sup>/с) определяют как

$$V = (w + q) / \rho, \quad (8.10)$$

где  $w$  — секундный расход воды, кг;  $q$  — секундное количество плодов, кг;  $\rho$  — плотность смеси продукта и воды, кг/м<sup>3</sup>.

Величину  $w/q=K$  называют коэффициентом кратности или кратностью расхода воды. Она показывает, во сколько раз в смеси содержится больше воды, чем плодов. Таким образом, секундный объем смеси (м<sup>3</sup>/с)

$$V = q(K+1)/\rho. \quad (8.11)$$

Количество плодов в 1 м<sup>3</sup> смеси (кг/м<sup>3</sup>)

$$\rho_{п} = \rho F / (1+K). \quad (8.12)$$

Расход воды в гидравлическом транспортере составляет в среднем 400–600% по массе продукта, т. е.  $K=4-6$ .

Так как гидравлический транспортер представляет собой открытый канал, формула для подсчета скорости потока и (м/с), входящей в формулу (8.9), имеет вид

$$v = C\sqrt{R_f i}, \quad (8.13)$$

где  $C$  – коэффициент шероховатости, который можно определить по эмпирической формуле

$$C = \frac{6K(K-1,1)}{K+1,1}, \quad (8.14)$$

где практически при  $K=4-6$  коэффициент  $C=14...20$ ;  $R_f$  – гидравлический радиус, равный отношению площади залитого сечения  $F$  к длине смоченного периметра  $\Pi_c$ , м ( $R_f=F/\Pi_c$ ); величина  $R_f$  зависит от формы и размеров желоба транспортера (рис. 8.11),  $i$  – уклон желоба на 1 м длины ( $i=8...12$  мм/м).

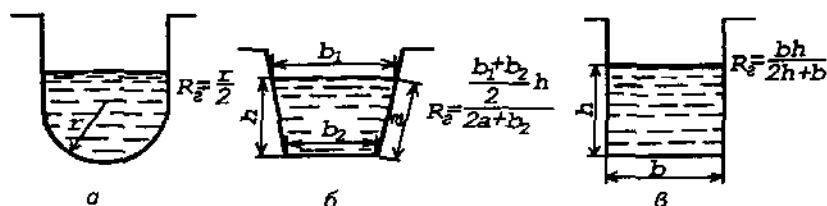


Рис. 8.11. Схемы к расчету гидравлического радиуса  $R_f$  гидротранспортера при различных формах желоба:

а – полуциркулярной; б – трапециевидной; в – прямоугольной

При проектных расчетах предпочтительнее пользоваться результатами, определенными по формулам (8.13) и (8.14), а при проверке производительности существующих гидротранспортеров можно после проведения соответствующих обмеров ограничиться цифрами, приведенными вместе с обозначениями единиц, входящих в формулу (8.9).

При расчете производительности по продукту (плодам) (кг/с) формула (8.9) принимает вид

$$\Pi = F\varphi\rho k \frac{1}{k}. \quad (8.15)$$

Производительность тележек, автопогрузчиков и других средств транспорта (кг/ч), применяемых на винзаводах, определяют по формуле

$$\Pi = q \frac{3600}{t_1 + t_2 + S/v}, \quad (8.16)$$

где  $q$  – грузоподъемность транспортного средства, кг;  $t_1$  и  $t_2$  – соответственно время, необходимое на загрузку и разгрузку транспортного средства, с;  $S$  – путь, проходимый транспортным средством в оба конца, м;  $v$  – средняя скорость транспортного средства, м/с ( $v=1,3...1,5$  м/с).

По этой формуле можно определить производительность в объемных или штучных показателях. Для этого вместо  $q$  нужно поставить объем или количество продукта, перемещаемое за один раз.

Производительность различных подъемников, в том числе лифтов, талей и др. (кг/ч), рассчитывают по формуле

$$П = \frac{3600q}{2h/v + t_1 + t_2}, \quad (8.17)$$

где  $h$  – высота подъема груза, м [остальные обозначения те же, что и в формуле (8.16)].

Скорость  $v$  в этих устройствах принимают от 0,1 до 1,5 м/с.

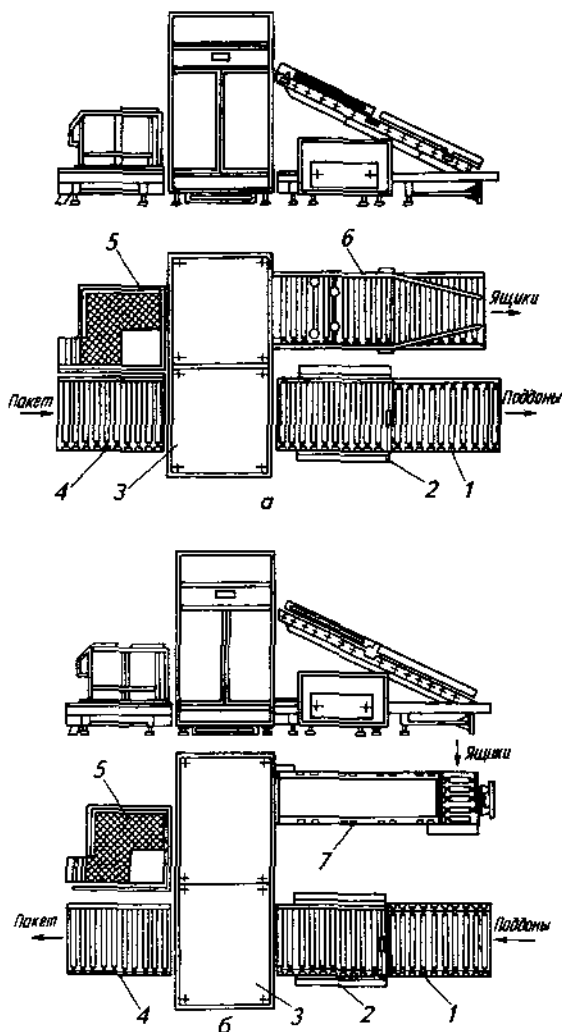
## 8.2. Специальные средства механизации ПРТС работ

**Машины для расформирования и формирования пакетов ящиков.** Расформирование пакетов, как и их формирование, выполняют вручную либо при помощи пакеторасформирующих или пакетоформирующих машин. Формирование пакетов на поддонах производится, например, по следующим схемам: сборка ящиков в стопки и последующая установка их на поддон; сборка ящиков в горизонтальные ряды и укладка их один на другой в несколько рядов с последующей установкой пакета на поддон; сборка ящиков в горизонтальные ряды и укладка их на поддон сверху в несколько рядов. Разборка пакетов производится в обратном порядке.

Различные организационные решения в существующих и проектируемых складах предприятий обуславливают необходимость изготовления пакеторазборщиков и пакетосборщиков с различной компоновкой их механизмов, позволяющих осуществлять различные варианты схем подачи и отвода ящиков, поддонов и пакетов.

Пакеторасформирующая машина-пакеторазборщик ПРА-50 (ВРГ) показана на рис. 8.12, а.

Процесс расформирования пакета ящиков в ней происходит следующим образом. Пакет устанавливается электропогрузчиком на приводной рольганг 4; при наличии в нижнем исходном положении свободной каретки подъема пакета включается привод рольганга, и пакет подается до упора на каретку, вместе с которой затем поднимается в зону разборки ящиков 3. Верхний ряд ящиков захватывается пальцевыми захватами каретки. Пакет опускается на 30–50 мм. Каретка с ящиками перемещается к верхнему рольгангу, где захваты освобождают ящики и они устанавливаются на рольганг 6. Каретка возвращается в исходное положение над пакетом, и процесс повторяется.



**Рис. 8.12.** Пакеторасформирующая (а) и пакетоформирующая (б) машины:

1, 4, 6 - рольганги; 2 - магазин поддонов; 3 - зона соответственно разборки и сборки ящиков; 5 - площадка с пультом управления; 7 - ленточный конвейер



С рольганга 6 ящики отводятся из машины. После разборки пакета каретка подъема пакета опускается в нижнее исходное положение. Рольганг приводится в движение, и находящийся на ней поддон движется к магазину поддонов 2, где они укладываются в стопку и поступают на выгрузочный рольганг 1.

Работа машины предусматривается в автоматическом режиме с дистанционным управлением с пульта, установленного на площадке 5.

На рис. 8.12, б показана пакетоформирующая машина-пакетосборщик ПФА-50 (ВСТ). Поступающие по конвейеру деревянные ящики сталкивающим устройством перегружаются на наклонный ленточный конвейер 7. Полимерные ящики этим же устройством перегружаются на наклонный конвейер с одновременным их поворотом. Наверху ящики сталкиваются рычажным устройством на площадку, где они формируются в ряд (число ящиков в ряду может быть различным в зависимости от типа ящика и поддона). Ящики захватываются пальцевыми захватами каретки. Каретка перемещается в зону укладки ящиков, где захваты освобождают ящики и они укладываются на поддон. Операции повторяются. Ящики укладываются на поддон в 4 или 5 рядов.

Поддоны стопкой подаются электропогрузчиком на рольганг 1, откуда они направляются в магазин 2. Из магазина нижний в стопке поддон поступает на рольганговую каретку, которая перемещается вверх и устанавливает поддон в зону укладки ряда ящиков 3. После укладки первого ряда ящиков каретка опускается на высоту ящика. Следующий ряд устанавливается на ранее уложенный. После укладки 4 и 5 рядов ящиков каретка устанавливается в исходное положение, рольганг приводится в движение, и пакет перемещается на выгрузочный рольганг 4, откуда его снимают и отвозят в склад электропогрузчиком.

Работа машины предусматривается в автоматическом режиме или дистанционным управлением с пульта, установленного на площадке 5.

Используя специальные захваты, можно пакетировать и картонные короба.

Производительность машин ПРА и ПФА – 54 пакета в час.

Машины ПРА и ПФА могут работать в блоке с междуэтажным подъемником (опускателем) пакетов.

Машины для расформирования и формирования пакетов широко применяются за рубежом. Наиболее известны машины фирм «Enzinger», «Holstein+Kappert», «Max Kettner» (ФРГ), «Mepal» (Франция) и др., используемые на некоторых отечественных предприятиях. На рис. 8.13 для примера показана схема действия установки Markant фирмы «Holstein+Kappert»,

которая может быть использована для формирования и расформирования пакетов. В основе ее – захватное устройство, перемещающееся по вертикали и горизонтали.

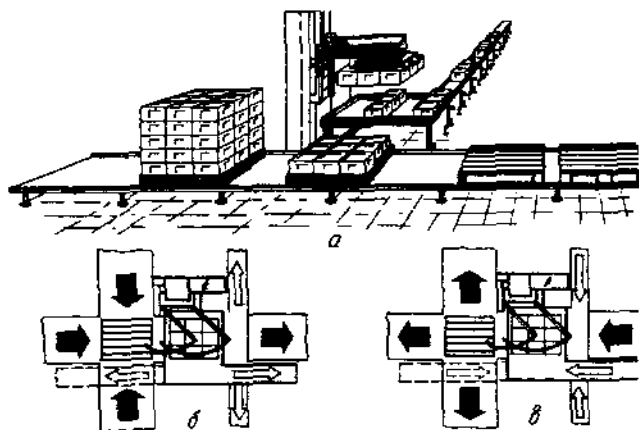


Рис. 8.13. Установка Markant:

*a* – общий вид; *б* – схема расформирования пакета; *в* – схема формирования пакета

Компоновочные решения могут быть самыми разнообразными. Ряд зарубежных машин позволяет подавать ящики на различную высоту, что упрощает формирование пакета и расширяет возможности их применения.

Устройства для загрузки пакетов ящиков в транспортные средства. Наиболее распространенным транспортным средством, используемым для доставки готовой продукции и тары к потребителю, являются автомобили типа «фургон».

Для загрузки и разгрузки машин пакетами применяются уравнительные площадки (столы) и вилочные ручные тележки. Примером может служить установка УИПА (рис. 8.14, *a*).

Уравнительный стол 7 устанавливается у оконного проема в стене, закрываемого откидной дверью 2. Подъем и опускание стола осуществляются с помощью гидропривода 6. На столе имеются три шарнирно закрепленных откидных трапа. Если кузов имеет узкие двери, то на пол кузова откидывается только средний трап. При широких дверях (на всю ширину кузова) откидываются все три трапа.

Погрузка пакетов осуществляется следующим образом. Автомобиль 1 с открытыми задними дверями подъезжает к проему в стене, после чего оператор устанавливает стол 7 в уровень с полом кузова и откидывает трапы (один или три).

Электропогрузчиком 5 пакет 3 устанавливают на стол, после чего оператор вводит в окна поддона вилы ручной тележки 4, поднимает пакет от пола на высоту 40–50 мм и перемещает пакет в кузов автомобиля, где устанавливает его на пол, а тележка отходит в исходное положение на столе.

Аналогично производится загрузка и остальных пакетов в автомобиль. Разгрузка производится в обратном порядке.

Схемы размещения пакетов в автомобилях типа «фургон» выбирают в зависимости от применяемого типа поддонов и размеров кузова.

Среднее время загрузки одного пакета с помощью описанной установки – 1 мин.

Грузоподъемность установки УППА 1250 кг; высота подъема площадки 1600 мм, мощность привода – 3,0 кВт; габаритные размеры стола и рамы – соответственно 5000×1800 и 2500×1180 мм.

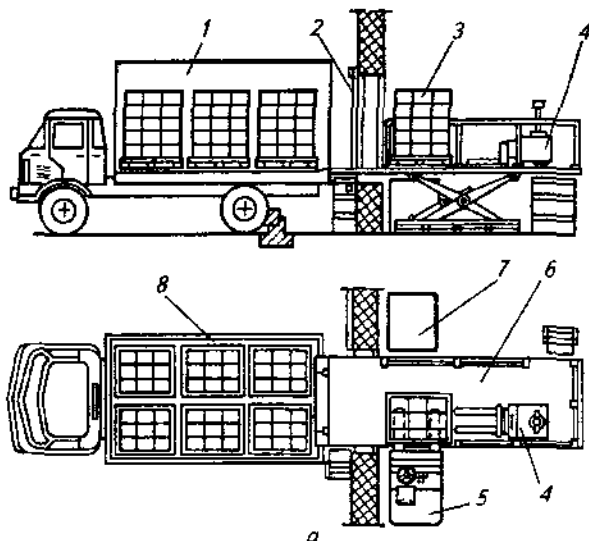
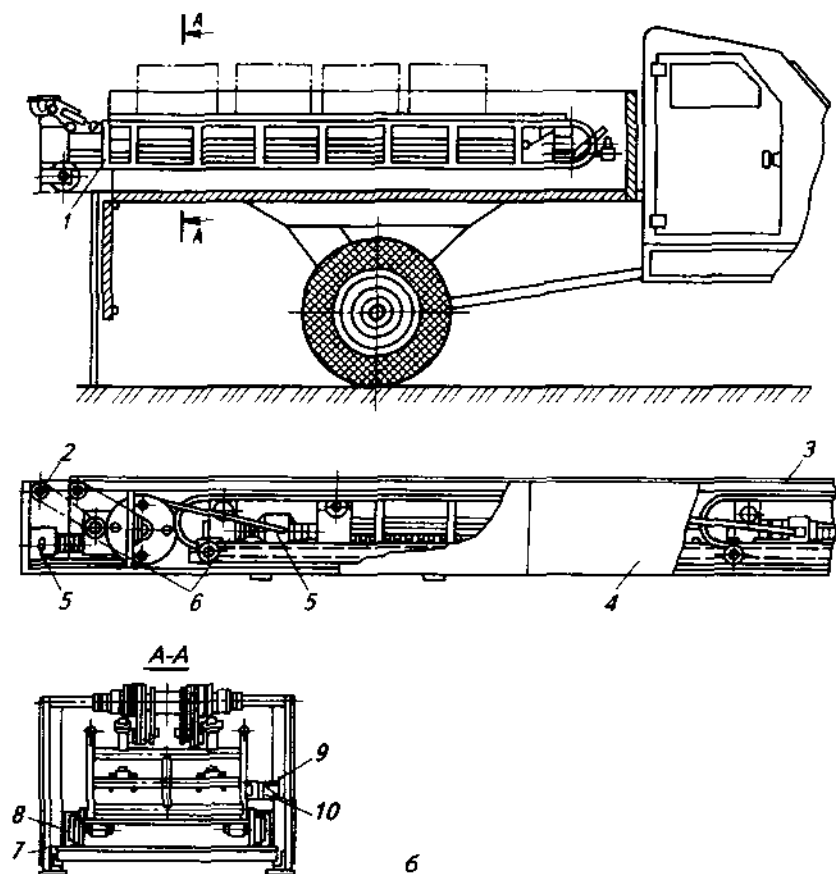


Рис. 8.14. Установки для погрузки ящиков:

*а* – УППА (1 – автомобиль; 2 – откидная дверь; 3 – пакет; 4 – вилочная гидротележка; 5 – электропогрузчик; 6 – гидروпривод; 7 – выравниватель стол



**Рис. 8.14 (продолжение). Установки для погрузки ящиков:**

*6 – ВПЯ (1 – выдвижной конвейер; 2 – приводная звездочка; 3 – втулочно-роликовая цепь; 4 – стационарный конвейер; 5 – электродвигатель; 6 – редуктор; 7 – ролики для передвижения конвейера; 8 – направляющие выдвижного конвейера; 9 – фиксатор; 10 – приспособление для остановки конвейера – стопорный механизм)*

Для загрузки ящиков в автомобиль и выгрузки их из него на многих предприятиях успешно применяют выдвижные конвейеры ВПЯ (рис. 8.14, б), которые состоят из двух конвейеров – стационарного 4 и выдвижного 1, расположенных один под другим. Выдвижной конвейер

может перемещаться относительно стационарного, причем стрела (вылет) выдвижного конвейера во время погрузки или разгрузки ящиков может заходить в кузов автомобиля. Максимальный вылет выдвижного конвейера — 3 м. Несущим органом стационарного и выдвижного конвейеров являются две втулочно-роликовые цепи 3.

На выдвижном конвейере имеется предохранительное устройство, состоящее из конечного выключателя и рычажной системы, исключающее падение ящика на конце стрелы, и стопорный механизм 10, фиксирующий положение выдвижного конвейера при остановке в любом месте кузова автомобиля. Перемещается выдвижной конвейер поворотом рукоятки, расположенной на конце стрелы.

Реверсивное движение несущих цепей стационарного и выдвижного конвейеров производится при помощи пакетного переключателя.

Для работы с пакетированными грузами в складах чаще всего используются электропогрузчики, электроштабелеры и т. п. установки, а для междуэтажного перемещения пакетов разработан специальный подъемник (опускатель) вертикального типа с рольганговой кареткой.

**Установки для механизации производства шампанского бутылочным способом.** Производство шампанского бутылочным способом весьма трудоемко, оно требует больших затрат ручного труда.

Сведение осадка в бутылке на пробку (ремюаж) проводят на пюпитрах, представляющих собой две створки из досок, скрепленных сверху шарнирами, а внизу — цепочкой, которая позволяет раздвинуть створки на расстояние 100–112 см. Каждая створка имеет 10 горизонтальных и 6 вертикальных рядов косых отверстий, в которые наклонно устанавливаются бутылки.

С целью последующего отделения дрожжевого осадка от внутренних стенок бутылок последние взбалтывают на специальных устройствах, например машине ВВТ производительностью 1200–2000 бутылок в час.

Для облегчения дегоржажа (удаления дрожжевого осадка) и снижения потерь осадок замораживается на пробке и вместе с пробкой удаляется.

Для замораживания осадка в горлышке бутылок используются камерные и карусельные аппараты.

Камерный аппарат прямоугольной формы имеет ванну для рассола. Наружные стенки и крышка камеры теплоизолированы. На дне ванны располагается змеевик, в котором циркулирует хладоноситель, а для улучшения теплообмена в ванне мешалкой создается движение жидко-

сти. Над поверхностью рассола в ванне установлена перегородка с гнездами для бутылок. Бутылки вручную устанавливаются в гнезда и погружаются горлышками в охлажденную жидкость. Глубина погружения горлышка регулируется уровнем жидкости в ванне. Бутылки удаляются из ванны вручную.

Затем в бутылки на специальных машинах дозируется экспедиционный ликёр, после чего они направляются на укупорку и отделку, которые выполняются на том же оборудовании, что и при производстве резервуарного шампанского (см. главу 7).

Для механизации самых трудоемких операций (ремюажа, взбалтывания бутылок и замораживания осадка) на ряде отечественных предприятий используется импортное оборудование, разработанное Группой экономического сотрудничества 2МС (Франция).

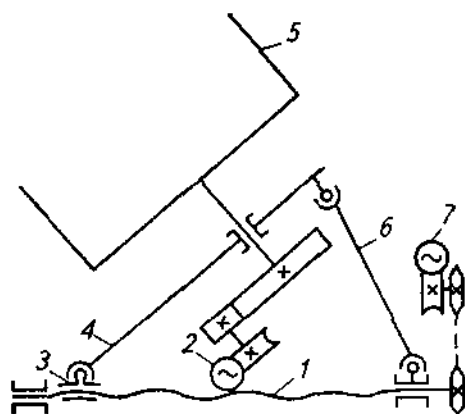
Укладка бутылок в контейнеры для хранения производится при помощи погрузчика Muta, выпускаемого фирмой «Thierion».

После выдержки бутылки выгружаются из контейнеров разгрузчиками Muta и после визуального просмотра при переходе мимо светового экрана подаются к машине фирмы «Mera», которая загружает их в ремюажный контейнер С 504. Бутылки укладываются в горизонтальном положении.

Ремюажный контейнер устанавливается на специальную установку Gyropalette, разработанную Шампанской станцией и обеспечивающую классический ремюаж: спокойное состояние вина, увеличивающийся наклон и круговое вращение бутылок. Одна установка обеспечивает ремюаж 20–25 тыс. бутылок в год (40–50 ремюажных циклов). На площади 675 м<sup>2</sup> можно разместить 100 таких установок и, следовательно, ремюажовать 2–2,5 млн. бутылок в год.

После ремюажа контейнеры С 504 складываются в положение, когда бутылки в них находятся горлышками вниз, а затем, после выдержки в течение необходимого времени, контейнеры направляются в специальную замораживающую установку, разработанную предприятием Champage!. Продолжительность замораживания осадка – 10 мин. Установки эти могут быть кольцевого типа и линейными, они полностью автоматизированы.

На рис. 8.15 показана кинематическая схема установки Gyropalette. В контейнеродержателе 5 посредством легко разборного замка крепится контейнер с бутылками, которые ориентированы горлышками к подвижной раме. Подвижная рама 4 шарнирно установлена на плавающие гайки 3 винтов опрокидывания 1 и шарнирно же закреплена с неподвижной рамой.



**Рис. 8.15.** Кинематическая схема установки Gyropalette:

1 – винт опрокидывания; 2, 7 – электродвигатели; 3 – плавающая гайка; 4 – подвижная рама; 5 – контейнеродержатель; 6 – шатун

Блок управления процессом позволяет программировать работу установки на цикл ремюажа или по ходу процесса. Управление ремюажем производится дискретными командами на включение электродвигателей 2 и 7, осуществляющих вращение контейнеров на  $1/16$ ;  $1/8$ ;  $3/16$  или  $1/4$  оборота и изменение угла наклона до вертикального положения.

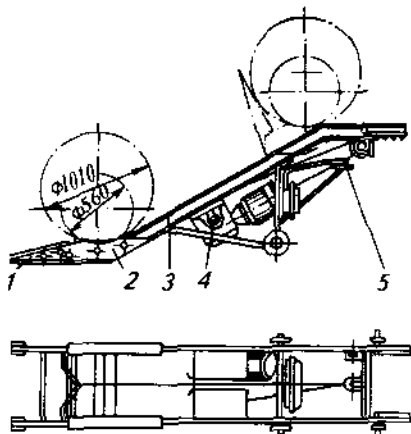
Сведение осадка на пробку осуществляется постепенным увеличением угла наклона бутылок одновременно с вращением их с заданной амплитудой и частотой. Темп изменения угла наклона бутылок, амплитуда, частота и направление вращения контейнера зависят от структуры осадка.

Для выдержанных кюве белых вин с однородным осадком обычно задают программу, предусматривающую подъем контейнера на  $25^\circ$  (после этого блокировка электродвигателя, приводящего во вращательное движение корпус контейнеродержателя, отключается) с последующим вращением поддона на  $1/6$  оборота через каждые 8 ч в течение 3–5 сут. Затем программой предусматривается вращение с той же амплитудой и частотой и с одновременным изменением угла наклона бутылок на  $2-5^\circ$  через каждые 16 ч. Для увеличения степени сведения осадка на пробку программой предусмотрено по ходу процесса 2–3 реверсирования вращения на  $1/16$  оборота через каждые 3–4 дня работы установки. По этой программе продолжительность ремюажа составляет 15–25 сут (при круглосуточной работе установки).

**Оборудование для механизации работ с бочкотарой.** Из выпускаемого серийно оборудования для механизации работ с бочкотарой следует отметить бочкопогрузчик ВВП-100 и машину для мойки бочек ВМБ.

Бочкопогрузчик ВВП-100 (рис. 8.16) предназначен для погрузки бочек на автомобили и железнодорожные платформы и разгрузки с них. Он состоит из сварной рамы 3, которая одним концом опирается на пол кузова автомобиля (железнодорожной платформы) и закрепляется за откидной борт, а другим – упирается в землю. Управление бочкопогрузчиком осуществляется кнопками управления «Вверх» и «Вниз».

При перемещении каретки в крайнее верхнее положение металлический трос натягивается и поворачивает под углом откидные лапы 1, автоматически обеспечивая поддержку транспортируемой бочки. Достигнув крайнего верхнего положения, каретка 2 соприкасается с роликом конечного выключателя и останавливается.



**Рис. 8.16.** Бочкопогрузчик ВВП-100 (общий вид):

1 – откидная лапа; 2 – каретка; 3 – рама; 4 – лебедка; 5 – кнопки управления

При нажатии на кнопку управления «Вниз» каретка под действием собственной массы опускается на раму.

Кнопка «Вниз» в рабочем положении удерживается до тех пор, пока каретка не займет нижнее положение, а откидные лапы – горизонтальное.

Разгрузку автомобилей (железнодорожных платформ) производят в обратном порядке.



Производительность бочкопогрузчика ВБП-100 – 100 бочек в час.

Машина для мойки бочек ВМБ показана на рис. 8.17, а. Основной частью машины является кривошипный вал 6, предназначенный для опоры стола и сообщающий столу плоско-поступательное и реверсивно-вращательное движения.

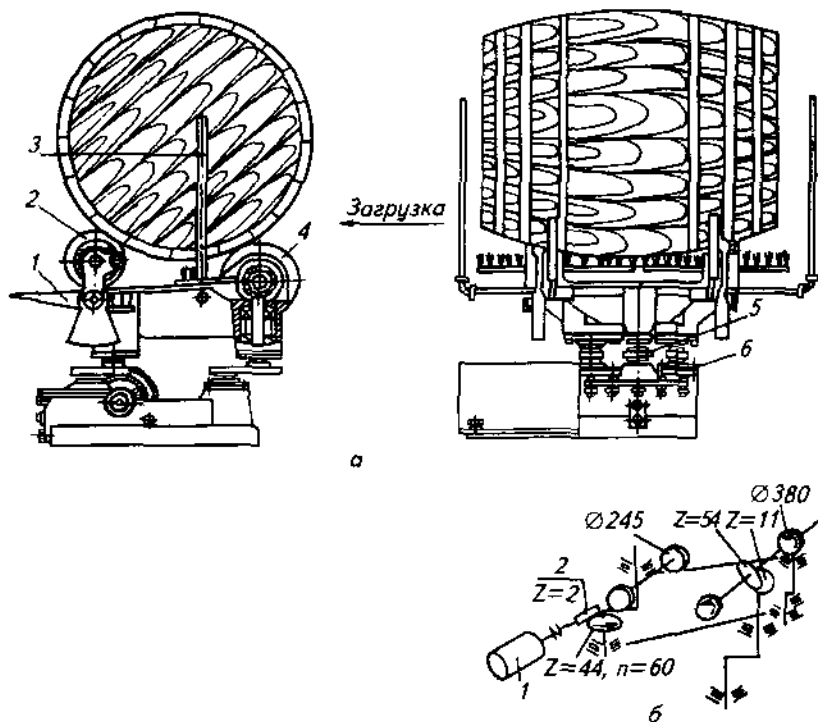


Рис. 8.17. Машина для мойки бочек ВМБ:

а – общий вид (1 – стол; 2, 4 – катки; 3 – трубопровод; 5 – коленчатый и 6 – кривошипный валы); б – кинематическая схема (1 – электродвигатель; 2 – редуктор)

Трубопровод 3 предназначен для орошения бочек водой в процессе их наружной мойки. На трубе имеются отверстия с определенным шагом для выпуска струи воды, а также для крепления щеток к наружной мойке.

Бочка по направляющим подается к машине и вручную останавливается на катках 2 и 4. Опираясь на катки, бочка получает вращательное движение от ведущих и ведомых катков и вращается вокруг своей оси. Ведомые катки свободно сидят на оси рычага. Они изготовлены из чугуна и обрешинены снаружи с целью увеличения трения между катками и бочкой.

Бочка по направляющим подается к машине и вручную останавливается на катки машины. В бочку заливается 40 л холодной воды.

Нажатием на кнопку «Пуск» включается электродвигатель, и механизм стола 1 получает возвратно-поступательно-вращательное движение, одновременно при помощи катков бочка вращается вокруг своей оси. Находящаяся в бочке вода с большой силой инерции ударяется о стенки, благодаря чему и осуществляется процесс мойки. Спустя 1–2 мин электродвигатель включается, бочка освобождается от холодной воды и в нее заливается сначала 25–35 л горячего содового раствора, а затем – горячая вода. В конце происходит ополаскивание холодной водой.

Нажатием на педаль рычаг освобождается, вымытая бочка под действием собственной массы давит на ролики, поворачивает рычаг и выкатывается из машины, после этого противовес рычагов возвращает их в исходное положение.

Кинематическая схема машины РЗ-ВМБ для мойки бочек представлена на рис. 8.17, б.

Производительность машины ВМБ-5 – 8 бочек в час.

Кроме описанных на многих предприятиях страны используют оборудование аналогичного назначения, созданное силами самих винозаводов.

### **8.3. Насосные установки для технологических продуктов виноделия**

На винодельческих предприятиях используется сравнительно большая номенклатура насосных установок разных типов и производительности, различающихся прежде всего назначением (для мезги, сусле или вина) и принципов действия (поршневые, центробежные, винтовые и др.).

Хотя общие принципы конструирования и расчета винодельческих насосов те же, что и принятые в насосостроении, имеются некоторые отличия в схемах насосов, что связано со спецификой перекачиваемых продуктов.

**Поршневые насосные установки.** В настоящее время предприятия отрасли оснащены установками следующих марок: ПМН-28 (для

мезги); ВНГ-80 (для мезги, сусла, вина); ВНП-10/25; ВПН-10/32; ВНП-20/2,5 (для сусла и вина) соответственно производительностью 28, 100, 10, 10 и 20 м<sup>3</sup>/ч и напором 0,3; 0,25; 0,25; 0,32 и 0,25 МПа [10]. На рис. 8.18 показаны принципиальные схемы некоторых из перечисленных насосных установок.

Установка ПМН-28 предназначена в основном для перекачивания мезги и работы в блоке с дробилкой-гребнеотделителем, но может быть использована также самостоятельно.

Насос в ней – горизонтальный, одноцилиндровый, двойного действия, стационарного типа с индивидуальным приводом от электродвигателя.

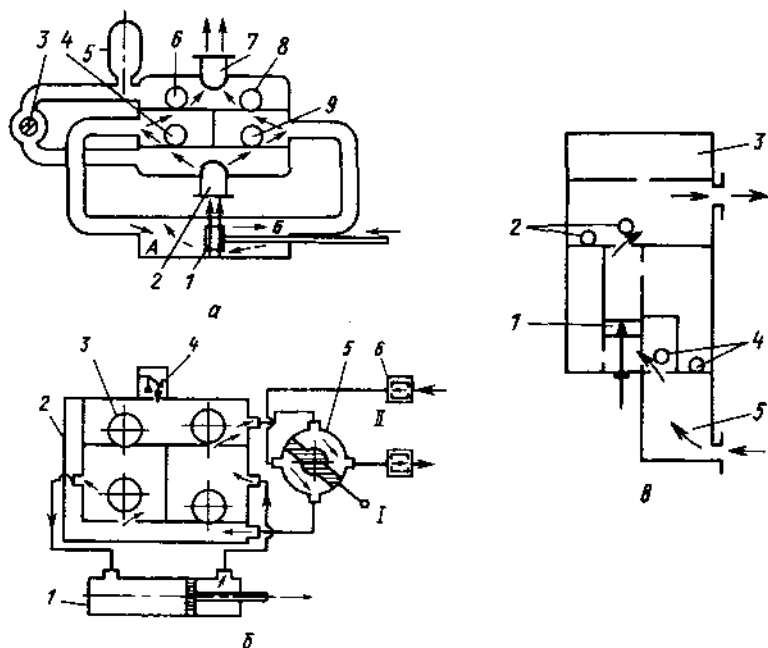


Рис. 8.18. Принципиальные схемы электронасосных агрегатов:

а – ПМН-28 (1 – поршень; 2, 7 – патрубки; 3 – перекусной клапан; 4, 6, 8, 9 – клапаны; 5 – воздушный козлак); б – ВПН-10/32 (1 – цилиндр; 2 – клапанная коробка; 3 – шаровой клапан; 4 – реле давления; 5 – четырехходовой кран в положении I; 6 – воздушный козлак); в – ВНП-20/2,5 (1 – поршень; 2, 4 – клапаны; 3, 5 – воздушные козлаки)

При ходе поршня вправо (см. принципиальную схему на рис. 8.18, а), поднимаются клапаны 4 и 8, влево – 6 и 9. В обоих случаях происходит всасывание через патрубок 2 и нагнетание через патрубок 7.

Для обеспечения равномерной подачи мезги насос снабжен воздушным клапаном. Насос имеет перепускной кран; поворачивая рукоятку этого крана вправо или влево от вертикального положения, можно уменьшить производительность электронасосного агрегата до  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ , не останавливая электродвигатель.

Принцип действия установки ВПН-10/32 ясен из рис. 8.18, б.

Установка ВПН-20/2,5 (рис. 8.18, в) представляет собой однопоршневой, одноступенчатый, вертикальный, передвижной насос двустороннего действия.

Воздушный колпак 3, служащий для защиты привода агрегата от перегрузок и уменьшения неравномерности подачи перекачиваемой жидкости, расположен в верхней части установки на цилиндре с помощью быстросъемного запорного устройства. Между колпаком и цилиндром установлены гнездо клапанов и два шаровых клапана 2. У цилиндра три полости, в одной из которых имеются гильза, рабочий поршень 1, две манжеты и шток. Две остальные полости, соединенные с первой окнами, являются каналами для перекачиваемой жидкости. В каждой полости в гнезде имеется шаровой клапан 4. Цилиндр установлен на основании, состоящем из двух полостей. Первая полость является собственно цилиндром, во второй полости установлены два патрубка, образующие с основанием каналы для перемещения всасываемой жидкости и воздушную камеру 5 для уменьшения неравномерности подачи перекачиваемой жидкости.

К поршневым относятся и широко применяемые в последнее время в виноделии электронасосные агрегаты-дозаторы серии НД. Это одноплунжерные насосы, горизонтальные, простого действия с индивидуальными электродвигателями и одноступенчатыми редукторами. Ход плунжера в них регулируется.

Насосы серии НД выпускаются нескольких типоразмеров производительностью  $0,025-1 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Кроме того, выпускаются дозировочные агрегаты серии ДА, состоящие из нескольких (от 2 до 6) дозировочных насосов.

**Центробежные насосные установки.** На винодельческих предприятиях используется сравнительно большая номенклатура центробежных электронасосных установок. Среди них не только специализированные установки, предназначенные для продуктов виноделия, но и

установки общетехнического назначения. К электронасосным установкам, выпускаемым в настоящее время для винодельческого производства, относятся установки ВЦН-10, ВЦН-20 и ВЦН-40 соответственно производительностью 10, 20 и 40 м<sup>3</sup>/ч и напором 0,2; 0,3 и 0,2 МПа. Наиболее сложна из них установка ВЦН-40, принципиальная схема которой показана на рис. 8.19.

Для пуска насоса жидкость заливается в напорную полость 5 корпуса через отверстие, закрываемое пробкой, при открытом клапане перетока 7. Напорная полость служит гравитационным сепаратором-отстойником, где происходит отделение воздуха от жидкости в период самовсасывания. При остановке насоса вытеканию жидкости препятствует всасывающий клапан 1, выполняющий роль обратного клапана.

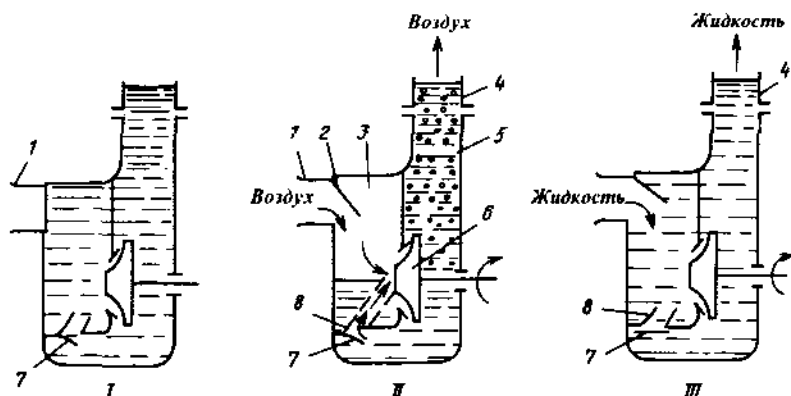


Рис. 8.19. Электронасосный агрегат ВЦН-40 (принципиальная схема работы самовсасывающего устройства):

1 — всасывающий патрубок; 2 — обратный клапан; 3 — всасывающая полость; 4 — напорный патрубок; 5 — напорная полость; 6 — рабочее колесо; 7 — клапан перетока; 8 — цилиндрическая труба-эжектор; I-III — рабочие положения: соответственно включение, самовсасывание и устойчивый режим

Рабочее колесо 6 подает жидкость в напорную полость корпуса, откуда она через патрубок поступает во всасывающую полость 3, при этом благодаря эффекту эжекции воздух отсасывается из всасывающего патрубка. Под действием разности давлений во всасывающем патрубке и трубопроводе клапан открывается, и воздух отсасывается из трубопровода. Отделение воздуха от жидкости происходит под действием разности их плотностей в напорной полости корпуса. Воздух удаляется

через открытый ventиль, а жидкость снова поступает в сопло для последующего эжектирования воздуха.

В период самовсасывания жидкость, заливаемая для пуска насоса, многократно циркулирует по кругу (рабочее колесо – напорная полость – всасывающая полость – рабочее колесо) до полного удаления воздуха из колпака и всасывающего трубопровода, затем при помощи клапана перетока эжектор  $\delta$  закрывается, и жидкость через ventиль поступает в напорную магистраль.

**Винтовые насосные установки.** Предназначены они для перекачивания виноградной мезги, густых дрожжевых осадков, вина и вино-материалов и представлены двумя моделями отечественного производства – 1В12/5-10/5БВ и 1В20/5-16/5БВ производительностью соответственно 10 и 16 м<sup>3</sup>/ч и напором 0,5 МПа.

Оба насоса – одновинтовые и устроены одинаково. Рабочими органами насоса являются однозаходный винт и резиновая обойма, внутренняя полость которой представляет собой двухзаходную винтовую поверхность с шагом, равным шагу винта. Эксцентриситет между винтом и обоймой 6 мм. Обойма установлена между всасывающими и нагнетательными патрубками.

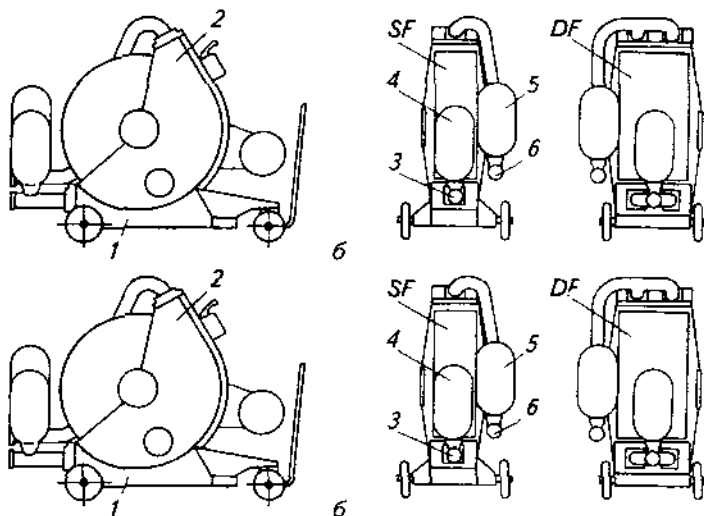
**Другие типы насосных установок.** Из применяемых в винодельческом производстве можно отметить оригинальные ротационные (называемые перистальтическими или шланговыми) установки, а также шестеренные и роторные пластинчатые.

Действие первых основано на перемещении продукта по трубе (рис. 8.20, *а*), выполненной из эластичного синтетического материала, при помощи роликов. Продукт перемещается порциями, равномерно. В виноделии такие насосы применяются для перемещения мезги, дрожжевых осадков, вино-материалов и вин. Ввиду того, что подача продукта осуществляется равномерно, эти агрегаты можно применять и для подачи продукта на фильтрование.

Фирма «Ragazzini» (Италия) выпускает такие электронасосные установки Rotho различных типоразмеров: с одной или двумя трубами соответственно марок SF и DE (рис. 8.20, *б*). В последнем случае ролики, сдавливающие каждую из труб, смещены относительно друг друга, что обеспечивает большую равномерность подачи продукта.

Производительность насосов марок SP и DF – соответственно 15–30 и 30–50 м<sup>3</sup>/ч, мощность привода – 7–15 и 10–20 кВт. Имеются также серии электронасосных установок марок MSF и MDF малой производительности. Различные модели установок отличаются величиной развиваемого напора,

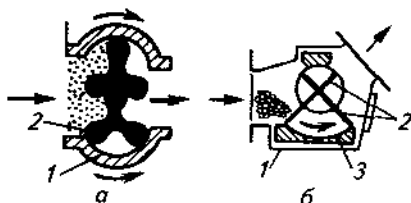
конкретным назначением, условиями эксплуатации и т. п. Они могут работать в блоке с другими машинами (дробилками, дозаторами).



**Рис. 8.20.** Ротационные (перистальтические) насосы:

*а* – принцип действия; *б* – общий вид агрегатов SF и DF (1 – тележка; 2 – корпус; 3 – всасывающий патрубок; 4, 5 – воздушные колпаки; 6 – нагнетательный патрубок)

На рис. 8.21, *а* показана схема работы шестеренного насоса (трехлопастного), выпускаемого фирмой «Рева» (Франция) и предназначенного для транспортирования винограда.



**Рис. 8.21.** Схема работы насосных агрегатов:

*а* – трехлопастного шестеренного (1 – корпус, 2 – лопасть); *б* – роторного пластинчатого (1 – корпус; 2 – пластина; 3 – облицовка)

Модели насосов 200 и 300 имеют производительность соответственно 50–70 и 90–120 т/ч. Они могут быть использованы для подачи винограда из бункеров-питателей к дробилкам (при этом обеспечивается равномерность подачи продуктов), а также для транспортирования мезги.

Схема работы роторной пластинчатой насосной установки РР, выпускаемого той же фирмой, показана на рис. 8.21, б. Такие установки перекачивают мезгу при минимальном перетирании ягод и гребней. Основные рабочие органы установки – пластины и облицовка выполнены из бронзы, корпус – из алюминия. Установки могут работать в блоке с сульфитодозатором. Установки РР выпускаются моделями 50 и 100 производительностью соответственно 50–60 и 80–110 т/ч.

**Сравнительная оценка электронасосных установок.** Центробежные насосы во многих отношениях имеют преимущества перед поршневыми: они весьма компактны и имеют непосредственный привод от двигателя, поэтому стоимость их изготовления, монтажа и эксплуатации ниже; они лучше приспособлены для перекачки жидкостей, содержащих твердые взвешенные вещества, например мутных вин, так как в этих насосах нет легко засоряющихся клапанов, которые имеются в поршневых насосах: центробежные насосы особенно эффективны при подаче вина на фильтры (с ростом толщины осадка на фильтре они автоматически уменьшают подачу, одновременно повышая напор).

С другой стороны, поршневые насосы в ряде случаев имеют определенные преимущества перед центробежными: их КПД выше, и при небольшой высоте всасывания нет необходимости предварительно заливать их, тогда как центробежные перед работой заливают обязательно.

То же в еще большей степени относится к винтовым насосам, наиболее плавно подающим виноматериалы; они менее металлоемки и универсальны. Весьма перспективны и ротационные (перистальтические) насосы.

При подборе и расчете потребного количества насосных установок нужно стремиться к оснащению предприятий однотипными установками, что значительно упрощает их ремонт и обслуживание.

Потребное количество стационарных установок определяют исходя из количества и видов перекачиваемого материала и производительности насосов; рекомендуется иметь несколько передвижных установок в резерве.

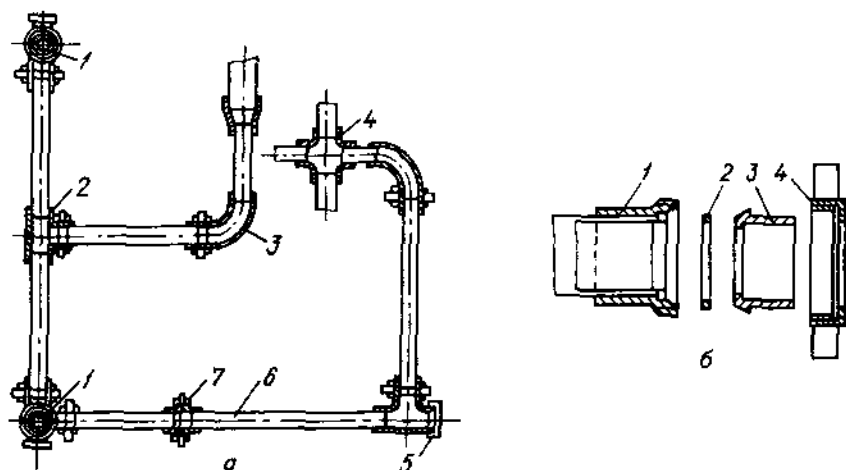
Целесообразно объединение насосных установок в централизованную станцию. Это упрощает работу при перекачке виноматериалов и значительно уменьшает потребное число единиц оборудования.



**Коммуникации.** К ним относят трубопроводы и шланги, оснащенные различными устройствами.

Трубопроводы состоят из отдельных труб, фитингов и арматуры. Трубы изготавливают из коррозиестойкой стали, стекла и полимерных материалов. Внутренний диаметр стеклянных труб, получивших распространение в винодельческой промышленности, — 38–100 мм; толщина стенок — 4–8 мм; длина выпускаемых труб — от 1,5 до 3 м. В зависимости от диаметра труб, конструкции и материала стыкового соединения стеклянные трубопроводы можно эксплуатировать при рабочем давлении 0,2–0,5 МПа в интервале температур от минус 30 до 150° С при условии, что резкий температурный перепад (тепловой удар) не превышает 60–70° С. При температуре выше 80° С в стыковых соединениях необходимо использовать термостойкую резину.

Виды соединения частей металлических трубопроводов показаны на рис. 8.22, а. Для этого используют тройники, отводы, крестовины, муфты, заглушки. Краны относятся к арматуре. В комплект муфты (рис. 8.22, б) входят ниппель, патрубков с резьбой, резиновое кольцо и накидная гайка.



**Рис. 8.22.** Соединения металлических трубопроводов:

*а* — арматура и соединительные части (1 — кран; 2 — тройник; 3 — отвод; 4 — крестовина; 5 — заглушка; *б* — трубопровод; 7 — муфта). *б* — комплект деталей муфты (1 — патрубков с резьбой; 2 — резиновое кольцо; 3 — ниппель; 4 — накидная гайка)

В виноделии часто используются подвижные соединения трубопроводов. В этих случаях применяют полумуфты, насаженные на наружную и внутреннюю обоймы подшипника. Для уплотнения предусмотрены эластичные прокладки или диафрагмы. Шарнирные элементы применяются реже.

При соединении стеклянных трубопроводов (рис. 8.23, а) используют металлические фланцы, резиновые (или деревянные) кольца, прокладки и болты.

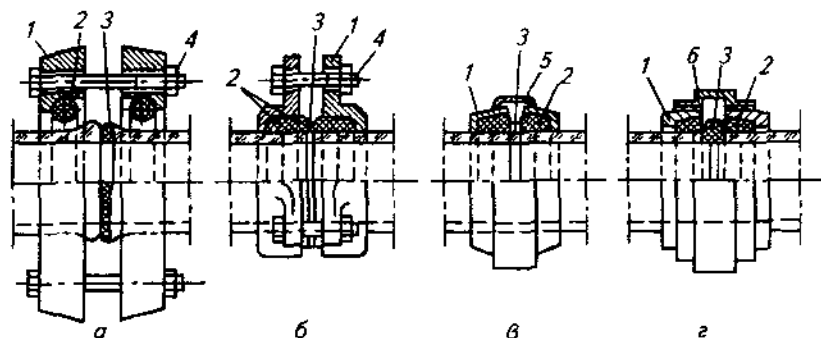


Рис. 8.23. Соединения стеклянных трубопроводов:

а, б – болтовые фланцевые; в – безболтовое фланцевое; г – со стягивающей муфтой (1 – фланец; 2 – резиновое кольцо; 3 – прокладка; 4 – болт; 5 – накидное кольцо; 6 – муфта)

Встречаются и другие виды соединений (рис. 8.23 б, в и г) с помощью металлических или пластмассовых фланцев, резиновых колец и прокладок Т-образного сечения. Для соединения труб на концы их надевают по два резиновых кольца. При правильной посадке фланец не достигает конца трубы на 3–6 мм. Между торцами труб помещают прокладку, после сборки фланцы закрепляют болтами.

На рис. 8.23, в показано безболтовое фланцевое соединение стеклянных трубопроводов с помощью накидного кольца, а на рис 8.23, г – соединение со стягивающей муфтой на резьбе.

Стеклянные коммуникации имеют преимущества по сравнению с металлическими. Они прозрачны, т. е. позволяют наблюдать за процессом, гигиеничны и легко промываются, устойчивы против коррозии. Недостаток их – разрушение при ударах.

Большое распространение получили также трубы из пластмасс. Некоторые из них армированы стеклянным волокном. Преимущества

этих труб следующие: они легки, нехрупки, антикоррозионны, малотеплопроводны, не дают запаха, негигроскопичны, долговечны. Их можно сравнительно легко склеивать, нарезать, свинчивать, разрезать и т. д.

Шланги могут быть всасывающими и напорными. Всасывающие имеют проволочный каркас для усиления жесткости.

К штуцерам насосов шланги крепятся при помощи накладных гаек. Закреплять шланги на штуцерах посредством проволочных хомутов не рекомендуется. Соединение одного шланга с другим производится ниппелями или металлическими трубками, на которых шланги закрепляются специальными хомутами.

Резиновые шланги изнашиваются как от механических повреждений, так и от химического воздействия вина или других продуктов. При работе с резиновыми шлангами надо принимать все меры к тому, чтобы не ломать и не изгибать их, так как при этом на резине появляются трещины, что ведет к быстрому изнашиванию шлангов.

На винодельческих предприятиях применяются шланги из полиэтилена, винилпласта и других материалов. Наибольшее распространение получили шланги диаметром 38–150 мм и длиной 1–5 м для всасывания продукта и диаметром 20 мм – для нагнетания.

При эксплуатации винопроводов особое внимание уделяют их санитарному состоянию. В конце каждой рабочей смены стационарные винопроводы и резиновые шланги промывают холодной водой (под напором) в течение 10–15 мин.

Загрязненные и инфицированные стеклопроводы промывают холодной водой 10–15 мин, обрабатывают 2 %-ным раствором кальцинированной соды или 0,5 %-ным раствором дезмола при 50–60° С в течение 20–30 мин, затем промывают водой 10–15 мин.

Для дезинфекции стеклопроводов, промытых только холодной водой, применяют антиформин, хлорную известь, перманганат калия, калий.

Резиновые шланги дезинфицируют 0,1 %-ным раствором сернистой кислоты или 0,5 %-ным раствором катапина, затем тщательно промывают водой. Применять растворы сильных кислот и хлорных препаратов для очистки резиновых шлангов не рекомендуется.

Стационарные винопроводы и шланги очищают эластичными шарами из пористой резины (губки), прокачивая их через винопровод под напором воды. Диаметр шара должен несколько превышать диаметр винопровода. При отсутствии шаров для очистки стеклопроводов можно использовать 1 %-ный раствор соляной кислоты с опилками.

Сильно загрязненные стационарные винопроводы, не поддающиеся мойке такими способами, разбирают и подвергают механической очистке.

При выборе трубопроводов исходят из кратчайшего расстояния для перемещения продукта на различных стадиях переработки. Кроме того, необходимо учитывать требование доступности для наблюдения, разборки и сборки трубопроводов. Не менее важно правильно выбирать диаметр трубопровода (внутренний), который определяют по сечению, исходя из пропускной способности трубопровода.

Ниже приводится некоторый расчетный материал по насосным установкам и коммуникациям.

Теоретическая производительность поршневых насосов ( $\text{м}^3/\text{с}$ )

$$P = iKFSn, \quad (8.18)$$

где  $i$  – кратность действия насоса;  $K$  – коэффициент, учитывающий влияние штока и зависящий от кратности насоса (для насосов одинарного действия  $K=1$ ; для насосов двойного действия  $K=1+1/2(d_0/d)^2$ , где  $d_0$  – диаметр поршня;  $d$  – диаметр штока);  $F$  – площадь сечения поршня,  $\text{м}^2$ ;  $S$  – ход поршня,  $\text{м}$ ;  $n$  – число двойных ходов поршня в секунду.

Теоретическая производительность центробежных и вихревых насосов ( $\text{м}^3/\text{с}$ )

$$P = \pi D B c \cos \alpha, \quad (8.19)$$

где  $D$  – наружный диаметр колеса,  $\text{м}$ ;  $B$  – ширина лопасти,  $\text{м}$ ;  $c$  – абсолютная скорость жидкости на выходе,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $\alpha$  – угол между абсолютной и окружной скоростью на выходе, град.

Высота  $H$  ( $\text{м}$ ), на которую центробежный насос может подать жидкость,

$$H \approx \eta_r \varphi D^2 n^2, \quad (8.20)$$

где  $\eta_r$  – гидравлический КПД (в зависимости от типа лопастей 0,5–0,8);  $\varphi$  – коэффициент напора ( $\varphi=0,7$ –0,9);  $n$  – частота вращения рабочего колеса,  $\text{с}^{-1}$ .

Между производительностью центробежных и вихревых насосов, развиваемым напором  $H$ , потребляемой мощностью  $N$  и частотой вращения рабочего колеса  $n$  существуют приблизительные зависимости:

$$P_1/P_2 = n_1/n_2; H_1/H_2 = n_1^2/n_2^2; N_1/N_2 = n_1^3/n_2^3$$

Теоретическая производительность винтового насоса ( $\text{м}^3/\text{с}$ )

$$P = 4eDnS, \quad (8.21)$$

где  $e$  – эксцентриситет поперечного сечения рабочего винта,  $\text{м}$ ;  $D$  – диаметр сечений рабочего винта,  $\text{м}$ ;  $n$  – частота вращения рабочего винта,  $\text{с}^{-1}$ ;  $S$  – шаг винта,  $\text{м}$ .

Уменьшение фактической производительности сравнительно с теоретической учитывается объемным КПД, величина которого равна примерно 0,8–0,9 для поршневых насосов, 0,3–0,5 для центробежных и вихревых и 0,6–0,7 для винтовых.

Мощность двигателя для привода насосов (кВт)

$$N = \Pi \Delta p / (1000 \eta), \quad (8.22)$$

где  $\Pi$  – производительность насоса, м<sup>3</sup>/с;  $\Delta p$  – давление, развиваемое насосом, Па;  $\eta$  – общий КПД насоса, состоящий из частных КПД:

$$\eta = \eta_0 \eta_r \eta_M, \quad (8.23)$$

здесь  $\eta_0$  – объемный КПД (см. выше);  $\eta_r$  – гидравлический КПД, учитывающий гидравлическое совершенство элементов проточной части ( $\eta_r = 0,8–0,9$ );  $\eta_M$  – механический КПД, учитывающий потери в двигателе и передачах ( $\eta_M = 0,8–0,9$ ).

Пропускная способность трубопровода (или любой другой коммуникации) (м<sup>3</sup>/с)

$$\Pi = F v, \quad (8.24)$$

где  $F$  – сечение трубопровода, м<sup>2</sup>;  $v$  – скорость жидкости, м/с.

Если скорость  $v$  (м/с) известна (или принимается известной), можно определить диаметр трубопровода (м)

$$d = \sqrt{\frac{4\Pi}{\pi v}} = 1,13 \sqrt{\frac{\Pi}{v}}. \quad (8.25)$$

Не следует устанавливать трубопроводы диаметром менее 25 мм, так как их трудно мыть и чистить.

Скорость продуктов по трубам принимают для вина 0,5–2,0 м/с, суслу 0,5–2,5, мезги 0,5–1,5 м/с.

В расчетах необходимо учитывать и гидравлические сопротивления коммуникаций.

Полное гидравлическое сопротивление трубопровода

$$\Delta p = \Sigma \Delta p_{тр} + \Sigma \Delta p_{м.с}, \quad (8.26)$$

где  $\Sigma \Delta p_{тр}$  – сумма гидравлических сопротивлений трения (на прямых участках трубы);  $\Sigma \Delta p_{м.с}$  – сумма местных сопротивлений (сопротивления в местах поворота потока, сужения или расширения, при входе, выходе и т. д.), Па.

В зависимости от вязкости жидкости гидравлическое сопротивление трения (в прямой трубе) (Па)

$$\Delta p_{тр} = \lambda_{тр} \frac{l}{d} \frac{\rho v^2}{2}, \quad (8.27)$$

местные сопротивления (Па)

$$\Delta p_{мс} = \zeta \frac{\rho v^2}{2}, \quad (8.28)$$

где  $\lambda_{тр}$  – коэффициент гидравлического сопротивления;  $\zeta$  – коэффициент местных сопротивлений;  $l$  – длина трубы, м;  $d$  – диаметр трубы, м;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $v$  – скорость жидкости, м/с.

При ламинарном режиме движения жидкости ( $Re < 2300$ ), когда сопротивление движению жидкости обусловлено силами внутреннего трения (вязкостью)

$$\lambda_{МП} = 64/Re. \quad (8.29)$$

При турбулентном режиме движения жидкости в пределах  $Re = 2,3 \cdot 10^3 \dots 10^8$ , когда начинают преобладать силы инерции,

$$\lambda_{тр} = 0,3164/\sqrt[4]{Re}, \quad (8.30)$$

где  $Re$  – число Рейнольдса, определяемое по формуле (6.16).

Гидравлическое сопротивление трения в змеевике  $\Delta p_{MP,ЗМ}$  (Па) определяют по эмпирической формуле

$$\Delta p_{тр,ЗМ} = [1 + 3,54(d/D)]\Delta p_{тр,пр}, \quad (8.31)$$

где  $d$  – диаметр трубы змеевика, м,  $D$  – диаметр витка, м;  $\Delta p_{тр,пр}$  – гидравлическое сопротивление трения в прямой трубе, Па [рассчитывают по формуле (8.27)].

В литературе приведены значения наиболее часто встречающихся коэффициентов местных сопротивлений [11].

Сумма сопротивлений трения и местных сопротивлений обуславливает необходимый перепад давлений в трубопроводе, а следовательно, и абсолютные давления на различных участках коммуникаций. По полному гидравлическому сопротивлению подбирается насос.

Толщину металлических труб, находящихся под внутренним давлением, определяют по формуле (4.5).

Для труб из стекла и других хрупких материалов при  $D/S \leq 3,2$  применяется формула

$$S = \frac{D_n}{2} \left( \sqrt{\frac{[\sigma] + p}{[\sigma] - p}} - 1 \right), \quad (8.32)$$

где обозначения те же, что и в формуле (4.5). Допускаемое напряжение при растяжении для стекла может быть принято равным 20–25 МПа.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Проблемы и тенденции развития технологического оборудования винодельческих предприятий определяются задачами, стоящими перед отечественным виноделием, главная из которых сводится прежде всего к возрождению отрасли и к дальнейшему развитию на базе современной технологии производства.

Решение этой задачи возможно лишь при замене устаревшего оборудования, обновлении технической базы отрасли, внедрении достижений науки и техники, использовании передового зарубежного опыта.

Развитие технологии виноделия обеспечивается реализацией принципиально новых идей, использованием современных физических методов интенсификации производства, внедрением в производство достижений химии и биологии.

Для совершенствования технологического оборудования виноделия большое значение имеет знание и учет при проектировании комплекса различных свойств винограда и плодово-ягодного сырья, промежуточных, готовых и вторичных продуктов. К таким свойствам, кроме морфологических и агробиологических особенностей сырья, относятся физические, физико-механические, структурно-механические, тепло-технические и другие свойства. Изучение реологических свойств винодельческих продуктов и выявление закономерностей изменения этих свойств в условиях различных механических воздействий – одна из актуальных научных проблем отрасли.

Совершенствование технологического оборудования требует серьезных теоретических исследований, ибо теория работы многих видов машин и аппаратов практически не разработана. Углубленный теоретико-экспериментальный анализ протекающих в оборудовании процессов позволит наметить пути его модернизации и создания новых видов машин аппаратов отрасли.

Теоретические исследования в отрасли оборудования должны быть направлены на создание физико-математических моделей процессов виноделия. Их использование даст возможность установить взаимозависимость параметров оборудования, свойств и качества перерабатываемых продуктов на разных этапах производства и будет способствовать созданию и выпуску оборудования сериями, в том числе оборудования малой производительности, модульного оборудования и т. п. А это само по себе является важнейшим и необходимым условием удовлетворения возросших потребностей современного производства и может быть от-

несено к актуальнейшим задачам отрасли и отраслевого машиностроения.

Требуют пересмотра технологические и технические требования к различным видам оборудования. Номенклатура показателей для оценки машин и аппаратов должна быть расширена на базе анализа работы существующего оборудования, его диагностики, оценки качества и оптимизации его работы.

Весьма перспективным и актуальным является выпуск технологического оборудования сериями (разной производительности для удовлетворения различных технологических требований) и, главное, в составе модульных компонентов, так как современное производство должно оснащаться не отдельными машинами и аппаратами, а именно комплексами для решения группы технологических задач. Это одно из важнейших направлений развития оборудования. Так, отрасли нужны модульные комплексы для переработки винограда и плодово-ягодного сырья, для обработки сула, для получения отдельных видов виноматериалов и вин, в том числе коньячных спиртов и коньяков, для комплексной обработки виноматериалов и вин, в том числе стабилизации вин, и линий упаковывания различного назначения и производительности, для переработки вторичного сырья и т. д. (создание некоторых из перечисленных комплексов включено в Федеральную целевую программу «Техника для продовольствия России» на период до 2005 года).

Создание нового оборудования возможно только на базе грамотного прогнозирования его развития и учета результатов прогнозов в реальных конструкторских разработках. При этом особое внимание должно быть направлено на создание энергосберегающего и экономичного во всех отношениях оборудования<sup>1</sup>.

Вместе с тем необходимо отметить, что развитие техники виноделия и в нашей стране, и за рубежом идет параллельными путями и базируется на использовании одних и тех же принципиальных идей. Однако оборудование, выпускаемое многими зарубежными фирмами, зачастую выгодно отличается от отечественного тщательностью конструкторской проработки, использованием высококачественных комплектующих изделий, совершенством эстетического оформления, т. е. в конечном итоге более высокой культурой изготовления.

---

<sup>1</sup> В приложении приводятся научно-методические материалы, связанные с прогнозированием развития винодельческого оборудования и представлению технологических систем виноделия в виде операторных моделей.



Это ставит серьезные задачи перед отечественным отраслевым машиностроением.

Активная работа в направлении решения перечисленных проблем будет способствовать возрождению отечественного виноделия и его успешному дальнейшему развитию.

Понимание и усвоение этого – основная задача пользователей настоящего учебника – будущих специалистов отрасли, деятельность которых должна быть направлена на благо славного своими традициями отечественного виноделия.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

### **1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ОБОРУДОВАНИЯ**

Прогнозирование развития оборудования – непереносимое условие дальнейшего его совершенствования. Научно-технический прогноз – это вероятная оценка возможных путей и результатов развития науки и техники.

Прогнозирование методически базируется на трех дополняющих друг друга способах:

- анкетировании, т. е. интервьюировании, опросе (особенно большое значение имеют экспертные оценки);
- моделировании, т. е. построении поисковых моделей с учетом вероятного изменения прогнозируемого явления на период упреждения прогноза;
- экстраполяции, т. е. построении динамических рядов развития показателей прогнозируемого явления в прошлом и перенос их закономерностей в будущее.

При этом три четверти из более чем 150 разработанных методик прямо или косвенно базируется на использовании именно третьего способа.

Однако в пищевой промышленности, особенно применительно к оборудованию, в частности винодельческому, этот способ неприменим, поскольку это оборудование в основном представляет собой машины и аппараты первого, а большей частью практически единственного поколения, что не позволяет выявить их динамические ряды.

Вместе с тем разработан метод прогнозирования, дающий возможность аналитически формировать перспективные ряды при отсутствии ретроспективных. Он нашел применение и получил развитие в пищевой промышленности [27].

Известно, что на любом этапе развития науки и техники появляющиеся идеи оформляются в виде авторских свидетельств, патентов, статей, монографий и т. д. Для решения задач прогнозирования необходимо формализовать потоки этих идей, проводя при этом их анализ.

Источники информации могут быть разделены на две следующие группы:

- непараметрические, которые содержат информацию, отражающую новые идеи без числовых данных;
- параметрические, которые содержат любую информацию в числовых параметрах.

При этом использование непараметрической информации представляет гораздо большую сложность, чем параметрической. Различают прогнозы и по срокам прогнозирования:

- дальнесрочный прогноз (период упреждения свыше 30 лет);
- долгосрочный прогноз (период упреждения 15...30 лет);
- среднесрочный прогноз (период упреждения 5...15 лет);
- краткосрочный прогноз (период упреждения 5 лет).

Прогнозирование по патентным источникам, дающим, как правило, непараметрическую информацию, относится к среднесрочному.

При этом ввиду отсутствия количественной информации прогнозирование базируется на системе взвешенных характеристик объекта прогнозирования, позволяющей преобразовать его качественное описание в обобщенную количественную оценку. Это возможно благодаря системе критериев, которые представляют собой совокупность ранжированных характеристик, отражающих заранее сформулированные требования к новым объектам, и сведены в так называемую генеральную определительную таблицу (ГОТ). В общем виде макет ГОТ приведен в табл. П.1.

Качество элемента технологической системы (а именно таковым следует рассматривать конструкцию способа реализации той или иной технологической операции) может быть оценено через инженерную значимость нового технического решения, а именно коэффициентом, который называется критерием качества элемента технологической системы (К).

$$K = q / Q = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \varphi(i) j(i)}{n \sum_{i=1}^{i=n} \varphi(i)} \quad (\text{П.1})$$

где  $q$  – сумма оценок, которых заслуживает патент по каждой характеристике ГОТ;  $Q$  – максимальная сумма оценок по тем же характеристикам ГОТ;  $n$  – число характеристик;  $\varphi(i)$  – функция, нормирующая весомость характеристик, образующих ГОТ;  $j(i)$  – оценка позиций характеристик.

Таблица П.1

Генеральная определительная таблица

Характеристика и ее весомость	Позиция	Оценка позиции по источнику информации, баллы	
		без учета весомости характеристики	с учетом весомости характеристики
$i_1; \varphi(i_1)$	$P_1$	1	$1 \varphi(i_1)$
	$P_2$	2	$2 \varphi(i_1)$
	$P_3$	3	$3 \varphi(i_1)$
	...	...	...
	$P_n$	$n$	$n \varphi(i_1)$
$i_2; \varphi(i_2)$	$P_1$	1	$1 \varphi(i_2)$
	$P_2$	2	$2 \varphi(i_2)$
	$P_3$	3	$3 \varphi(i_2)$
	...	...	...
	$P_n$	$n$	$n \varphi(i_2)$
...	...	...	...
$i_n; \varphi(i_n)$	$P_1$	1	$1 \varphi(i_n)$
	$P_2$	2	$2 \varphi(i_n)$
	$P_3$	3	$3 \varphi(i_n)$
	...	...	...
	$P_n$	$n$	$n \varphi(i_n)$

Нормирование позиций характеристик ведется по балльной системе. Например, в пятибалльной системе  $j=1, j=2, j=3, j=4, j=5$ , матрица характеристик для  $n=5$  будет иметь вид

$$A_{n=5} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \begin{matrix} i=1 \\ i=2 \\ i=3 \\ i=4 \\ i=5 \end{matrix}$$

Соответствующую расчетную матрицу можно получить из матрицы характеристик путем умножения ее строк на соответствующие абсолютные значения нормирующей функции  $\varphi(i): \varphi(i_1)=1, \varphi(i_2)=1, \varphi(i_3)=0,75, \varphi(i_4)=0,50, \varphi(i_5)=0,31$  [27]. Она будет иметь вид

$$A_{n=5} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0,75 & 1,50 & 2,25 & 3,00 & 3,75 \\ 0,50 & 1,00 & 1,50 & 2,00 & 2,50 \\ 0,31 & 0,62 & 0,93 & 1,24 & 1,55 \end{bmatrix}$$

Генеральная определительная таблица, таким образом, состоит из отдельных определительных таблиц, ранжированная последовательность характеристик которых убывает.

Если в формулу (П.1) внести минимальную оценку ( $j=1$ ), то качество технологической операции будет равно 0,20, а если максимальную ( $j=5$ ) – то 1,00. Следовательно, критерий  $K$  изменяется в пределах  $0,20 < K < 1,00$ . Чем ближе к 1 величина  $K$ , тем более перспективно инженерное решение, представленное в патенте, тем выше его прогностическая ценность.

Поэтому формулу (П.1) можно интерпретировать как средство определения вероятности внедрения этого решения.

Если интервал значений  $K$  между 0,20 и 1,00 разделить на 4 равные части и каждой из них присвоить определенную категорию прогнозирования, получим аттестационную шкалу оценки перспективности и технического решения.

Критерий качества объекта прогнозирования технологической системы
0,80...1,00
0,60...0,79
0,40...0,59
0,20...0,39

Категория перспективности прогнозирования объектов
Весьма перспективные
Перспективные
Малоперспективные
Неперспективные

Следовательно, критерий  $K$  позволяет оценить вероятность внедрения технического решения в производство, определить уровень техники в перспективе и тем самым прогнозировать использование новых технических решений в будущем.

Расчетный период прогнозирования  $T$  выражается интервалом времени, к концу которого возможна реализация событий с вероятностью, соответствующей качеству технического решения.

В общем случае

$$T = t_0 \exp [y(0,5y - 1) - \psi(0,5\psi - 1)], \quad (П.2)$$

где  $t_0$  – время, определяемое на основе анализа технической информации как время от зарождения идеи (например, подачи заявки на авторское свидетельство) до начала серийного производства прототипа прогнозируемого объекта;  $y$  – технический уровень объекта прогнозирования;  $\psi$  – минимальное значение технического уровня, иначе говоря,  $\psi = y_{\min}$ .

Для среднесрочных прогнозов (5...15 лет) при  $y=K$  и  $0,2 \leq K \leq 1,0$

$$T = t_0 \exp [K(0,5K - 1) + 0,18]. \quad (\text{П.3})$$

Существенную роль в прогнозировании играет верификация прогнозов как оценка достоверности и точности или обоснованности прогноза, так как с ее помощью можно проверить правильность методов расчета, а также методических предпосылок, положенных в основу этих расчетов.

Следует подчеркнуть, что любой прогноз, не прошедший через процедуру верификации, может рассматриваться только как предварительное исследование. Это обстоятельство объясняется тем, что на основе верификации, по существу, "настраивается" модель прогнозирования.

В качестве примера приведем результаты прогнозирования развития прессов для виноградной мезги, представленных достаточно большой номенклатурой типов.

Для составления прогноза в качестве источника информации использованы отчетственные авторские свидетельства и иностранные патенты за последние 30 лет. Материалы такого рода, как упоминалось, относятся к группе непараметрических, т. е. содержащих информацию без числовых данных. Такие источники дают основание для среднесрочного прогнозирования с периодом упреждения от 5 до 15 лет (табл. П.2).

Расчет технического уровня производился для следующих типов прессов поршневых, баллонных (мембранных), импульсных, шнековых, ленточных (по прессам других типов данных недостаточно).

Ниже приводятся два примера расчета  $K$  для прессов двух типов.

1. Виноградный пресс непрерывного действия (шнековый), защищенный патентом США № 4651637 (заявлен 06.03.86 г., опубликован 24.04.87 г.):

$$\varphi(i_1)=1,00; \varphi(i_2)=5,00; \varphi(i_3)=3,00; \varphi(i_4)=2,00; \varphi(i_5)=0,93.$$

$$K = \frac{1,00 + 5,00 + 3,00 + 2,00 + 0,93}{5,00 + 5,00 + 3,75 + 2,50 + 1,55} = 0,67.$$

Пресс перспективен\*.

2. Ленточный пресс для винограда, защищенный патентом Франции № 2553976 (заявлен 14.06.84 г., опубликован 03.05.85 г.):

$$\varphi(i_1)=3,00; \varphi(i_2)=4,00; \varphi(i_3)=1,50; \varphi(i_4)=2,00; \varphi(i_5)=0,93.$$

$$K = \frac{3,00 + 4,00 + 1,50 + 2,00 + 0,93}{5,00 + 5,00 + 3,75 + 2,50 + 1,55} = 0,64.$$

Пресс перспективен

\* Для мелких предприятий пресс малоперспективен.

Таблица П.2

Генеральная определительная таблица (ГОТ) для прогнозирования развития прессов для крупных предприятий\*

Обозначение	Характеристика и позиции	Оценка позиции по источникам информации, баллы	
		без учета весомости характеристики	с учетом весомости характеристики
1	2	3	4
$i_1$	Методы обработки сырья [весомость $\varphi(i_1)=1$ ]		
$P_1$	Устаревший	1	1
$P_2$	Современный	2	2
$P_3$	Известный, но не реализованный в промышленности	3	3
$P_4$	Принципиально новый	4	4
$P_5$	То же, что и $P_4$ , но с указанием конкретного способа реализации	5	5
$i_2$	Оптимизация процессов [весомость $\varphi(i_2)=1$ ]		
$P_1$	Возможность ступенчатого регулирования	1	1
$P_2$	Возможность бесступенчатого регулирования	2	2
$P_3$	Возможность бесступенчатого регулирования с учетом свойства исходного сырья	3	3
$P_4$	То же, что и позиция $P_3$ , но с учетом выхода сула	4	4
$P_5$	То же, что и позиции $P_3$ и $P_4$ , но с учетом качества готового продукта	5	5
$i_3$	Стабильность работы [весомость $\varphi(i_3)=0,75$ ]		
$P_1$	Обеспечение равномерности выхода продукции	1	0,75
$P_2$	Обеспечение равномерности выхода и поступления продукта	2	1,50

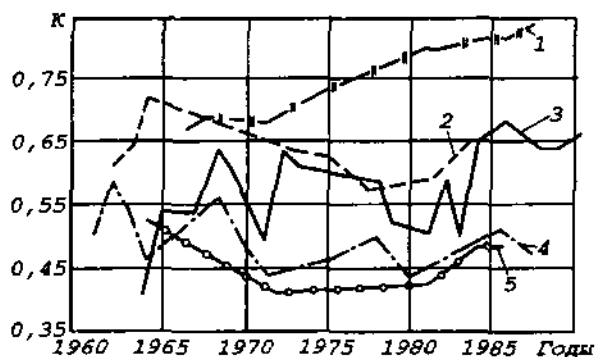
\* Для мелких предприятий ГОТ имеет другой вид.

Продолжение табл. П.2

1	2	3	4
$P_3$	То же, что и позиция $P_2$ , но с учетом защиты продукта от окисления	3	2,25
$P_4$	То же, что и позиции $P_2$ и $P_3$ , но с поддержанием уровня качественных показателей	4	3,00
$P_5$	Соблюдение постоянства уровня качественных показателей во времени	5	3,75
$i_4$	Уровень механизации и автоматизации процесса [весомость $\varphi(i_4)=0,50$ ]		
$P_1$	Участие обслуживающего персонала при загрузке, выгрузке и обработке сырья	1	0,50
$P_2$	Участие обслуживающего персонала при загрузке и выгрузке сырья	2	1,00
$P_3$	Процесс полностью механизирован, но контроль выхода и корректировка процесса осуществляются обслуживающим персоналом	3	1,50
$P_4$	Процесс полностью механизирован, контроль выхода осуществляется автоматически, а корректировка – обслуживающим персоналом	4	2,00
$P_5$	Процесс полностью механизирован, управление автоматизированное	5	2,50
$i_5$	Теоретическая обоснованность технологической операции [весомость $\varphi(i_5)=0,31$ ]		
$P_1$	На уровне элементарных гипотез	1	0,31
$P_2$	На уровне простейших представлений о линейной связи между входом и выходом процесса	2	0,62
$P_3$	С учетом основных закономерностей тепломассообмена и реологических свойств обрабатываемого продукта	3	0,93
$P_4$	То же, что и позиция $P_3$ , но с учетом гидродинамики потоков материала	4	1,24
$P_5$	Полностью аргументирована как с позиции теплофизики и инженерной реологии, так и с позиций гидродинамики	5	1,55



Графическая интерпретация результатов расчета представлена на рис. П.1.



**Рис. П.1.** Изменение технического уровня прессов для крупных предприятий:

1 — импульсных; 2 — ленточных; 3 — шнековых; 4 — поршневых; 5 — баллонных или мембранных (пневматических)

Анализ результатов дал основание для ряда выводов, основные из которых следующие:

1. Шнековые прессы, относящиеся к наиболее распространенным в отечественной промышленности, по многим показателям соответствуют современным технологическим требованиям и уровню техники, однако многочисленные модернизации этих прессов не повысили резко их технический уровень и не дают серьезных преимуществ шнековым прессам перед другими типами.

2. То же в принципе относится и к поршневым прессам для крупных предприятий.

3. Весьма перспективными следует считать ленточные прессы.

4. Пневматические прессы в целом не относятся к перспективным для крупных предприятий.

Другие выводы относятся к необходимости разработки отечественных типов прессов и задачам промышленности в этой области.

Естественно, окончательные выводы требуют также предварительного обоснования с экономической точки зрения.

Надо также иметь в виду, что в сделанном прогнозе учтены лишь качественные показатели прессов.

При необходимости могут быть рассмотрены конструктивные, эксплуатационные и другие параметры.

## 2. ОПЕРАТОРНЫЕ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВИНОДЕЛЬЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Современное производство, в том числе и винодельческое, представляет собой технологическую систему (ТС), под которой следует понимать совокупность технологических операций. Технологическая система обладает новым качеством, которым не обладает ни один из образующих ее элементов, поэтому его нельзя рассматривать как простую сумму отдельных технологических операций. В системе, реализуемой в поточных линиях, более высокая эффективность технологии достигается за счет более точного и совершенного исполнения отдельных операций. Учет взаимодействия процессов, протекающих в различных машинах и аппаратах, входящих в состав линий, учет воздействия внешней среды обеспечивает только системный подход.

Для системной точки зрения характерно движение от системы к элементам, и поэтому изучение любого объекта неразрывно связано с изучением системы, в которую он входит. При этом надо иметь в виду, что системный анализ – это не произвольное разделение системы на составляющие. Анализ должен совершаться из предположения синтеза системы в том же качестве. Расчленение ТС, таким образом, имеет предел. Последний носитель качества данной системы называют ее элементом, который содержит один или несколько типовых технологических процессов. При исследовании системы внутренние свойства и структура элемента не являются предметом изучения, важно абстрагироваться от существующего машинно-аппаратного оформления технологии, поскольку производственный процесс может быть в принципе реализован различными техническими средствами (в этом в перспективе заложена возможность более рационального машинно-аппаратурного оформления процесса). Дальнейшее расчленение технологической операции на ее физические, химические и микробиологические процессы представляет собой переход к анализу качественно новых систем.

Поточные линии пищевых производств, в том числе и винодельческих, относятся к большим ТС, в которых можно выделить подсистемы (простые системы), включающие в себя несколько технологических операций.

Изучение структуры предполагает вычленение ее элементов, подсистем, выявление их устойчивых отношений. Это помогает не только понять свойства системы, но и, изучив их, определенным образом использовать.

ТС в зависимости от цели анализа можно рассматривать как в направлении от выхода к входу (если интерес представляет продукт), так и от входа к выходу (если интерес представляют вопросы материально-технического обеспечения).

ТС можно представить различными моделями:

- словесным описанием с разносторонним освещением процессов и иллюстрацией в виде машинно-аппаратурной схемы (так называемая вербальная модель);
- математическим описанием процессов, если составные части системы и их взаимосвязи поддаются количественному определению (математическая модель);
- графическим изображением технологических операций с использованием принципа «вход – выход» (операторная модель).

Первые две модели – наиболее используемые специалистами. Однако первая практически не дает никакой информации исследователю. С помощью первой модели можно решать задачи скорее познавательного характера на стадии ознакомления с состоявшимся тем или иным вариантом машинно-аппаратурного оформления системы. Широкое же использование математических моделей в пищевой промышленности пока весьма ограничено. Третья, операторная, модель дает возможность моделировать само строение технологических систем и выполнить системный анализ и системный синтез объекта. Процедура построения этих моделей разработана применительно к различным пищевым производствам [27].

Чем сложнее система, тем большую роль играют в ее организации и жизнедеятельности раскрываемые при этом внутренние связи. Системный синтез дает возможность разобраться, каким образом в результате взаимодействия частей функционирует ТС, и вывести ее в оптимальный режим или предложить путь ее развития.

Изображение ТС в виде операторной модели достигает большей наглядности, если типовые процессы обозначить так, как показано на рис. П.2.

Построение операторной модели состоит из следующих этапов:

- разработки графа целей и задач ТС с выделением автономных технологических целей внутри большого производственного процесса; это определяет структуру системы и способствует выделению подсистем;
- изображения операторов как совокупности типовых процессов;
- соединения операторов линиями, соответствующими материальным потокам.

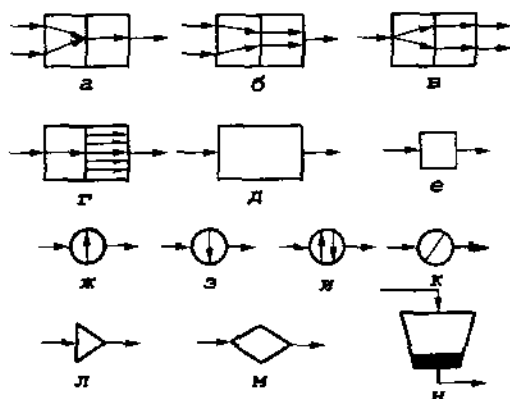


Рис. П.2. Условные обозначения типовых процессов (процессы):

*а* – соединение без сохранения поверхности раздела исходных компонентов (смешивание); *б* – соединение с сохранением поверхности раздела исходных компонентов; *в* – разделение; *г* – измельчение; *д* – сложный процесс (комплекс физических, химических и микробиологических процессов); *е* – придание формы; *ж* – нагревание среды; *з* – охлаждение среды; *и* – стабилизация температуры среды; *к* – изменение агрегатного состояния; *л* – дозирование; *м* – ориентирование; *н* – хранение

При выделении элементов или подсистем ТС основную трудность составляет не только само определение входных, возмущающих, управляющих и выходных параметров, но и установление пределов их возможных изменений (допусков). Это, в свою очередь, определяет границы регулирования этих параметров, а значит, и методы управления ТС, ее устойчивость, надежность и другие показатели качества технологии.

Операторные модели позволяют четко размежевать и одновременно увязать функции и методы ТС, строить типовые функционально-структурные модели ТС.

Современное винодельческое производство может быть представлено в виде ряда больших ТС. Известно, что только структурных схем отдельных участков производства различных типов виноматериалов и вин можно насчитать более 40.

В качестве примера ниже представлена операторная модель ТС получения сброженного суслу по-белому (рис. П.3).

В модели этой ТС имеется в виду, что сусло 1-й фракции (самотек) может перерабатываться так же, как и сусло прессовых фракций; поэтому эта линия в представленной модели отдельно не показана.

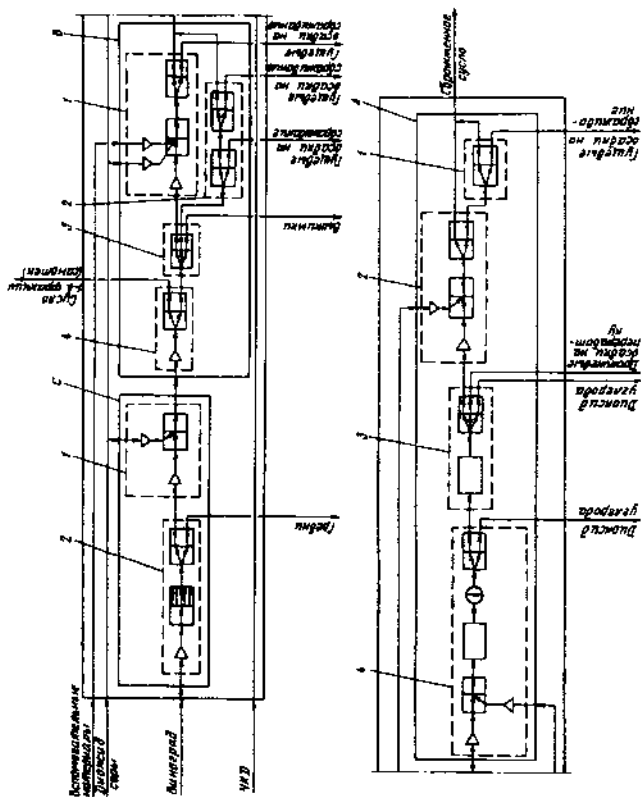


Рис. П.3. Операторная модель получения сброженного сусла по-белому:

А — подсистема сбраживания сусла и его осветления; 1 — оператор осветления сусла; 2 — оператор сульфитирования сусла; 3 — оператор дображивания сусла; 4 — оператор сбраживания сусла; В — подсистема получения осветленного сусла; 1 — оператор сульфитирования сусла; 2 — оператор осветления сусла; 3 — оператор получения сусла прессовых фракций; 4 — оператор получения 1-й фракции сусла (самотека); С — подсистема получения мезги; 1 — оператор сульфитирования мезги; 2 — оператор дробления винограда и отделения зрелой

При построении этой модели может иметь место различный подход не только к графическому изображению того или иного процесса, но и к разделению системы на подсистемы. Так, процесс сбраживания – как весьма сложный – может быть расчленен и представлен иначе. Правильное решение может быть достигнуто только при тщательном анализе сути процесса, проникновении в его сущность, учете всех его сторон. Может быть и другое решение при выделении подсистемы получения мезги (например, процесс сульфитирования отнести к другой подсистеме). В дальнейшем все эти варианты могут иметь определенные последствия (например, при поиске путей аппаратурного оформления процесса, при попытках создания агрегатов для реализации в них нескольких процессов одной подсистемы и т. п.).

Перечень элементов ТС (процессоров) с отнесением к соответствующим операторам и подсистемам может быть представлен и в табличной форме.

Изображение ТС винодельческого производства в виде операторных моделей предполагает перспективное использование их в качестве базы для следующего:

- рассмотрения производственного процесса как единого целого с задачей его сокращения или оптимизации;
- распределения и обоснования целесообразности того или иного варианта усовершенствования технологических средств системы;
- нового машинно-аппаратурного оформления процессов;
- выделения блоков, которые могут быть описаны математически с целью автоматизации как их самих, так в перспективе и всего производственного процесса;
- рассмотрения путей развития всей ТС;
- разработки системы процессов и системы машин винодельческих производств.

Операторные модели могут быть с успехом использованы в качестве иллюстративного приложения к отраслевым стандартам и технологическим инструкциям. Особую ценность и наглядность такие приложения будут иметь при указании входных, выходных и других параметров элементов и подсистем.

Таким образом, представление производственных процессов виноделия в виде систем процессов весьма рационально и перспективно, так как оно отвечает новому системному мышлению.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аношин И.М., Мержаниан А.А. Физические процессы виноделия. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 376 с.
2. Астания Н.М. Бутылкомоющие машины. – М.: Агропромиздат, 1986. – 224 с.
3. Волков В.В. Исследование рабочих органов автоматов для укупоривания бутылок с пищевыми жидкостями: Дисс.... к-та техн. наук. – М., 1970.
4. Гельгар Л.Л. Исследование процессов прессования виноградной мезги и разработка новых винодельческих прессов: Дисс.... к-та техн. наук. – М., 1972.
5. Емельянов В.Д. Исследование бичевого гребнеотделяющего устройства винодельческих валковых дробилок – гребнеотделителей с целью их усовершенствования: Дисс.... к-та техн. наук. – Ялта, 1971.
6. Зайчик Ц.Р. Внутриводской транспорт винодельческих предприятий. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 112 с.
7. Зайчик Ц.Р. Линии упаковывания пищевых жидкостей (некоторые аспекты проектирования и управления). – М.: НПО «Техмаш». 1991. – 56 с.
8. Зайчик Ц.Р. Оборудование заводов вторичного виноделия. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982 – 120 с.
9. Зайчик Ц.Р. Оборудование заводов первичного виноделия. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981 – 160 с.
10. Зайчик Ц.Р. Оборудование предприятий винодельческого производства. – М.: Агропромиздат, 1992. – 384 с.
11. Зайчик Ц.Р. Сборник задач по расчетам оборудования винодельческого производства. – М.: Колос, 1995. – 159 с.
12. Зайчик Ц.Р. Современные линии упаковывания вина и особенности проектирования их отдельных элементов. – М.: ЦНИИТЭИЛегпищемаш, 1983. – 33 с.
13. Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. – М.: Агропромиздат, 1988. – 352 с.

14. Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. Расчетный практикум – М.: Колос, 1997. – 192 с.
15. Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. Учебные кроссворды. – М., 2000. – 83 с.
16. Зайчик Ц.Р., Трунов В.А. Упаковывание тихих напитков в бутылки. – М.: ДеЛи, 2000. – 206 с.
17. Зайчик Ц.Р., Трунов В.А., Яшин В.К. Машины для фасования пищевых жидкостей в бутылки. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240 с.
18. Кишковский З.Н., Мержаниан А.А. Технология вина. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 504 с.
19. Корохов В.Г. Исследование шнековых прессов для переработки яблок: Дисс.... к-та техн. наук. – Симферополь, 1974.
20. Крючков И.В. Основные закономерности непрерывного извлечения плодовых соков и разработка оборудования для поточных линий: Дисс.... д-ра техн. наук. – М., 1978.
21. Машины и оборудование для цехов и предприятий малой мощности по переработке сельскохозяйственного сырья. Каталог. Часть II. Разделы 5–8. – М.: ИнформАГРОТЕХ, 1992. – 224 с.
22. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК. Каталог. Том II. Часть четвертая. М.: АгроНИИТЭИИТО, 1990. – 260 с.
23. Нечаев В.П. Исследование процесса отделения виноградного суслу первой фракции при гравитационно-статистическом и динамическом воздействии на мезгу: Дисс.... к-та техн. наук. – Краснодар, 1966.
24. Новиков Б.М. Автоматы для извлечения бутылок из ящиков и укладки в ящики. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 112 с.
25. Оборудование для винодельческой промышленности. М.: ЦНИИТЭИЛегпишемаш, 1984 – 288 с.
26. Оборудование для винодельческой промышленности. Отраслевой каталог. – М.: ВНИИСЛегпишемаш, 1988. – 240 с.
27. Панфилов В.А. Технологические линии пищевых производств. – М.: Колос, 1993. – 288с.



28. Панфилов В.А., Ураков О.А. Технологические линии пищевых производств. Создание технологического потока.—М.: Пищевая промышленность, 1996. — 472 с.
29. Производство шампанского непрерывным способом/С.А. Брусиловский, А.И. Мельников, А.А. Мерджианиан, Н.Г. Саришвили. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 232 с.
30. Разуваев Н.И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 168 с.
31. Рухадзе Р.Л. Комплексная механизация заводов вторичного виноделия. — Пищевая промышленность, 1978. — 240 с.
32. Современное состояние и перспективы получения виннокислых соединений из вторичных сырьевых ресурсов виноделия /В.И.Параска, Д.Ф.Узун, А.В.Кулик и др.— Кишнев, Картя Молдовеныяскэ, 1985. — 67 с.
33. Справочник по виноделию /Под ред. Г.Г. Валуйко. — М.: Агропромиздат, 1986. — 447 с.
34. Студилин В.Г. Исследование разливающих автоматов для вин и ликеро-водочных изделий с целью увеличения их производительности: Дисс.... к-та техн. наук. — М., 1980.
35. Субботин В.А., Тюрин С.Т., Валуйко Г.Г. Физико-химические показатели вина и виноматериалов. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 161 с.
36. Тихонов В.П. Совершенствование технологии получения сусла их виноградской мезги и использованием динамических стекателей: Дисс.... к-та техн. наук. — Ялта, 1981.
37. Цимбалов В.В. Совершенствование процесса перестроения потока цилиндрической тары в линиях розлива пищевых жидкостей: Дисс. к-та техн. наук. — М., 1985.
38. Цыганков П.С. Ректификационные установки пищевой промышленности. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 336 с.
39. Ярмолинский Д.А., Зайчик Ц.Р. Элементы конструкций автоматов линий розлива вин. — М.: Машиностроение, 1974. — 256 с.