

Министерство образования Российской Федерации  
Северо-Кавказский государственный технологический университет

Кафедра прикладной биотехнологии

# **Коньячный спирт: получение, выдержка и использование в производстве бренди**

Ставрополь, 2002 г.

Составители учебного пособия:

Оноприйко Алексей Владимирович, д.т.н., профессор

Оноприйко Владимир Алексеевич – инженер-технолог.

Коньячный спирт: получение, выдержка, использование. Учебное пособие – Ставрополь, 2002 - стр.

Печатается по решению Ученого совета факультета биотехнологии пищевых продуктов СевКавГТУ.

Учебное пособие составлено сотрудниками кафедры «Прикладная биотехнология» в помощь студентам высших и средних учебных заведений, обучающихся по специальности 27.05.00 – технология бродильных производств и виноделия.

В учебном пособии в систематизированном виде изложены основные вопросы получения коньячных виноматериалов, спирта–сырца и коньячного спирта, а также технологические основы получения и старения коньяков. Внимание уделено также производству виноградных и фруктовых водок.

Настоящее пособие может быть полезно широкому кругу читателей, интересующихся вопросами производства коньяков и других крепких спиртных напитков, в том числе и в домашних условиях.

Приведены схемы наиболее распространенных и перспективных конструкций перегонных и ректификационных установок.

Научный редактор д.т.н., профессор Оноприйко А.В.

Рецензент к.т.н., доцент Половянова А.В.

## **Введение**

Коньяк (бренди)– крепкий алкогольный напиток с особым вкусом и ароматом, янтарно-золотистого цвета. Изготавливается из коньячного спирта, полученного перегонкой сухого виноградного, мезги, гребней винограда и длительной выдержки в дубовых бочках или в резервуарах с дубовыми клепкой, плашками или стружкой.

Коньячные виноматериалы и спирты, получаемые из них отгонкой, являются основным сырьем для производства коньяков, бренди, виноградной водки и других крепких спиртных напитков.

Большинство зарубежных названий коньяков привязано к определенной местности и не может быть присвоено продукции из другой местности. Поэтому в некоторых странах приняты другие названия напитков типа коньяка (Плиска, Преслав, Помория – в Болгарии, Винарс - в Румынии, Бренди – в Венгрии, Коньяки со звездочками и фирменными названиями, Бренди – в России).

Название «коньяк» применяется для напитков, предназначенных для внутрироссийского потребления. На экспорт этот напиток выпускается под названием «бренди» или другими фирменными названиями. Коньячные спирты выдерживают в дубовых бочках от 3 до 25 лет, после чего их купажируют.

Коньячные напитки выпускают после меньшей выдержки коньячных спиртов в контакте с дубовой древесиной (от 3 до 12 мес). Дубовую древесину для этого подготавливают для этого специальной обработкой. Экстракты дубовой вытяжки готовят на коньячном спирте меньшей крепости. Наряду с коньяками выпускают фруктовые, виноградные водки, кальвадос. Они имеют также высокую (40-42%) крепость. Спирты для них также некоторое время выдерживают в контакте с дубовой древесиной.

### **1. Краткие сведения о развитии коньячного производства**

Коньячное производство возникло около 400 лет назад и в XVII веке развилось особенно в юго-восточной части Франции. По реке Шарант велась оживленная торговля вином с Англией и скандинавскими странами. Однако, перевозка вина в бочках была дорогостоящей, к тому же легкие столовые Шарантские вина нередко портились во время выдержки в винных подвалах и при транспортировке. Примерно в 1630 году был применен на практике открытый к тому времени алхимиками и

аптекарями процесс перегонки для получения спирта в лечебных целях. Опыты дали блестящие результаты по получению «пламенной воды», как называли спирт в те времена. Для большей концентрации и очистки применяли повторную дистилляцию. Транспортировка спирта была значительно выгоднее, чем вина. При задержках со сбытом, спирт часто длительное время выдерживался в дубовых бочках и становился ароматнее и вкуснее. Торговцы стали намеренно выдерживать виноградный спирт в дубовых бочках более длительное время. Получали со временем крепкий напиток лучшего качества, который нашел потребителей и хороший сбыт. Этот напиток получил свое название от города Коньяк, ставшего центром производства коньяка.

Таким образом, экономические условия, создавшиеся во Франции, подтолкнули к созданию этого оригинального напитка, производство которого со временем, распространилось в других странах, в том числе и в России.

В России производство виноградного спирта практиковалось в г. Кизляре Терской области. Его получали сначала из виноградных выжимок, дрожжевых осадков, а затем из вина, преимущественно невысокого качества. Из вина готовили водку «кизлярку», после выдержки в дубовых бочках. Со временем, получали напиток, напоминавший по вкусу и аромату коньяк. Производство спирта и приготовление водки из выжимок и дрожжей широко практиковалось в Грузии, Армении, где для этого применяли перегонные кубы, носившие название норменных. В других районах России ( на Кубани, на Дону, на Северном Кавказе, в Крыму) население постоянно занималось выкуркой виноградного спирта и выдержкой в дубовых бочках, а затем и с помещаемыми в спирт дубовыми плашками, дубовой стружкой. Первые коньячные заводы в России были организованы в Кизляре и Тбилиси в 1886 г., Ереване в 1890 г.

Производство коньяка оказалось очень выгодным делом и вскоре широко распространилось на Кавказе, в Крыму, Бессарабии, на Дону и Кубани. Большим тормозом в развитии отечественного коньячного производства служила жестокая конкуренция французских коньяков, которые завозились в большом количестве, недостаток высокопроизводительного и экономичного оборудования, отсутствие знающих коньячное дело специалистов.

В 1909 г. в государственном имении «Темпельгоф» (ныне совхоз «Суворовский» Ставропольского края) был организован принадлежащий удельному ведомству коньячный завод. Здесь выпускались из сильванера коньяки очень высокого качества. Особо бурное развитие коньячного производства получило с 1924 года. Одновременно началась закладка новых виноградников с высокоурожайными сортами винограда

наиболее пригодными для производства, высококачественных коньячных спиртов и коньяков.

К настоящему времени коньячное производство начинает бурно развиваться в Южном федеральном округе и в других местах, куда доставляется коньячный спирт. Учеными НИИ и производственниками, в учебных институтах разработаны технологии производства коньячных напитков высокого качества по ускоренной и оптимальной технологии. При этом длительность выдержки коньячного спирта в контакте с дубовыми плашками, стружкой или в дубовых бочках вместо многих лет сокращена до 3-6 месяцев. Еще короче (от 3 до 6 месяцев) выдержка в контакте с дубовыми плашками так называемых коньячных напитков, по органолептическим показателям напоминающие коньяки.

## 2. СОРТА ВИНОГРАДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВИНМАТЕРИАЛОВ

Для производства коньячных виноматериалов обычно используют высокоурожайные сорта белого и розового винограда, дающие виноградный сок повышенной кислотности с достаточным содержанием сахаров, но без ярко выраженных особенностей ароматов. Наиболее распространенные в России технические сорта винограда для производства коньячных виноматериалов следующие: Алиготе, Сильванер, Сибирьковый, Совиньон, Семильон, Саперави, Норма, Плавай, Плечистик, Ркацителли, Клерет белый, Алый Терский и некоторые другие, в том числе аборигенные сорта. Эти сорта винограда распространены в Южном регионе страны (Ставропольский и Краснодарский края, Ростовская область, Дагестан).

Переработку винограда на коньячные виноматериалы осуществляют «по белому способу», принятому при производстве белых столовых вин без использования или с ограниченным применением серистого ангидрида ( $SO_3$ ).

Консервантом виноматериалов служит повышенная кислотность сока. Это в некоторой мере предохраняет виноматериалы от порчи до перегонки без применения сернистых соединений.

Запрещение использования диоксида серы при отстаивании сусла и хранения виноматериалов обусловлено тем, что в вине, содержащем  $SO_2$  образуются тиоэфиры, обладающие резким неприятным и неустраняемым запахом. Кроме того, в результате окисления  $SO_2$  при перегоне в кубе появляется  $H_2SO_4$ , вызывающая коррозию металла куба. Имеются и некоторые другие противопоказания в отношении использования этого антисептика.

В некоторых странах коньячные спирты получают из всевозможных фруктов и отходов виноделия (виноградной вытяжки, дрожжевых осадков и другого сырья).

Производство коньячных спиртов увеличивается в те годы, когда получают избыточный урожай винограда.

### 3. ТЕХНОЛОГИЯ СПИРТОВОГО БРОЖЕНИЯ.

Технология – наука о способах и процессах переработки сырья, полуфабрикатов и изделий в продукты потребления или средства производства. При переработке пищевого сырья технология использует наиболее простые и эффективные биотехнологические способы получения пищевых и технических продуктов, кормов для сельскохозяйственных животных и птицы.

Технология брожения – это управляемый процесс распада углеводов в растворе под действием ферментных систем микроорганизмов.

Во время жизнедеятельности микроорганизмов происходят два процесса ассимиляция и диссимиляция. Это две стороны единого процесса обмена веществ. Ассимиляция не может проходить без одновременно протекающей диссимиляции. При ассимиляции микроорганизмы принимают вещества. При диссимиляции происходит процесс распада и преобразования веществ, сопровождающийся выделением энергии. Свободная энергия, освобождающаяся при одной ферментативной реакции (обычно окислительно-восстановительной) используется при другой, параллельно протекающей ферментативной реакции (обычно синтезирующей), требующей для своего осуществления затрат определенного количества энергии.

Различают две формы диссимиляции: дыхание и брожение. Дыхание (окисление) определяется как аэробный процесс обмена веществ, приводящий к полному окислению углеводов до диоксида углерода и воды.

Брожение – анаэробный процесс обмена веществ, характеризующийся полным расщеплением веществ при отсутствии молекулярного кислорода.

Для получения коньячных напитков высокого качества большое внимание следует уделять технологии производства виноматериалов. Применяется особый режим стекания виноградного сока и прессования мезги. Во избежание получения мутных, богатых дрожжами и экстрактивными веществами, грубых виноматериалов, используются шнековые стекатели и прессы с большим диаметром отжимных устройств и с замедленной частотой вращения. Чтобы смягчить вкус коньячного спирта в сок не вносят сернистый ангидрид или ограничивают его дозу.

Сусло подвергают осветлению. Для сохранения ароматических веществ оптимальная температура брожения должна быть 22-25 (С. Для

этого широко используются бродильные резервуары, охлаждаемые орошением водой.

В отечественной практике переработку винограда на коньячные виноматериалы осуществляют на поточных механизированных линиях производительностью 10-20 т/ч. Брожение проводят периодическим или непрерывным способами в резервуарах вместимостью 2-5 тыс. дал.

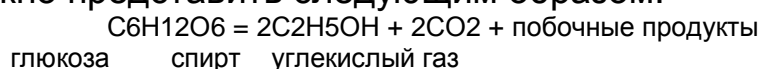
Технологическая схема непрерывной переработки винограда по белому способу приведена на рис.1

Микроорганизмы (например дрожжи) через свои цитоплазменные мембраны поглощают извне воду и растворенные в ней вещества, в том числе находящиеся в коллоидном состоянии. Ферментной системой (экзоферментами) эти вещества подвергаются распаду с образованием легко усваиваемых клеткой продуктов распада. Поглощенные вещества с помощью эндоферментов преобразуются в вещества, необходимые для построения клетки, и в энергию. При этом образуются побочные продукты реакции, выделяемые во внешнюю среду. При функционировании дрожжей в анаэробных условиях такими побочными продуктами являются диоксид углерода и этиловый спирт.

Реакции в клетке протекают за счет превращения потенциальной химической энергии в тепловую. Основным источником получения энергии дрожжевой клеткой является дыхание и брожение. Между собой они связаны теснейшим образом. Основное отличие между ними в том, что дыхание (окисление) проводится в присутствии кислорода (воздуха), а брожение протекает в анаэробных условиях (т.е. без доступа воздуха).

Брожение – основной этап биотехнологического процесса производства спирта-сырца. От правильности соблюдения режимов брожения зависит выход спирта и его количество. Спиртовое брожение – сложный биотехнологический и химический процесс, требующий строго определенной концентрации углеводов, оптимальной для функционирования дрожжей, наличия для их развития и продуцирования спирта необходимых веществ (аминокислот и жирных кислот), оптимальной температуры и кислотности.

Образование этилового спирта из углеводов (глюкозы) схематично можно представить следующим образом:



Дрожжи способны сбродивать весьма высокие концентрации сахара – до 60 %. Оптимальное для спиртовых дрожжей содержание сахаров в виноградном сусле 18-20 %, наиболее сильные расы дрожжей могут сбродить до 26 % сахаров, при этом образуется 15,5-16 % об. спирта.

При высоких концентрациях сахаров в сусле процессы размножения дрожжей и брожения замедляются. Общая схема спиртового брожения и дыхания представлена на рис. 2.

Важнейшим действующим началом спиртового брожения являются дрожжи - микроскопические грибы, обитающие на фруктах, ягодах, цветах, т.е. везде, где есть сахара. Дрожжи развиваются в сусле, перерабатывая сахара в спирт, который является продуктом их жизнедеятельности. Но когда крепость в вине достигает 12 % об. большинство винных дрожжей погибает, независимо от наличия в вине еще не перебродившего сахара. Лучше использовать культуры винных дрожжей, выпускаемых биофабриками биозаквасок для промышленного применения. В этих заквасках подобраны наиболее продуктивные культуры дрожжей, способные перерабатывать сахар с максимальной продуктивностью по спирту. Такие дрожжевые закваски получают действующие спирт-заводы на специализированных фабриках.



## Рис. 2. Общая схема спиртового брожения и дыхания [1]

В спиртовом производстве применяют расы верховых дрожжей, обладающих наибольшей энергией брожения, сбраживающие моно- и дисахариды, декстрины, образующие максимальный выход спирта. Культурные дрожжи относятся к семейству сахаромицетов. В Азии для получения спирта применяют мукоровые грибы, в разных странах Южной Америки используют бактерии *Ps. Lindneri*, близкие к молочнокислым, но продуцирующие преимущественно спирт и диоксид углерода.

## 4. СТАДИИ РАЗВИТИЯ ДРОЖЖЕЙ

Дрожжевые клетки размножаются почкованием, при этом материнская клетка образует почку-отросток, которая вырастает в дочернюю клетку. В среде с хорошими условиями питания, благоприятной реакцией среды быстро образуются новые клетки. При неблагоприятных условиях (нехватка питания, холод, высокая концентрация углеводов или кислот и т.п.) внутри клетки образуются перегородки и клетка расщепляется по этим перегородкам.

Пищевое сырье, подготовленное для брожения, имеет хорошие условия для роста и размножения дрожжей. После введения в сусло закваски дрожжей наблюдается их быстрые количественные и качественные изменения. Количество их увеличивается в несколько сотен и даже тысяч раз. Размножение дрожжей проходит в несколько стадий. На кривой роста (рис. 3) можно выделить 4 фазы. В начальной (латентной) фазе, называемой лаг-фазой наблюдается задержка роста.

В этот период дрожжи адаптируются к среде обитания и подготавливаются к размножению. Обычно различают два периода. Период действительного покоя – адаптационный и период начала постепенного размножения. Продолжительность лаг-фазы составляет 1-1,5 суток.

## Рис. 3. Кривая размножения дрожжей

В это время клетки увеличиваются в объеме, удлиняются и начинается рост дочерних клеток. В наступающей следующей фазе скорость размножения дрожжей увеличивается в логарифмической прогрессии. Все клетки активно разлагают углеводы и находятся в сусле во взвешенном состоянии.

Наступает стационарная фаза, когда замедляется размножение дрожжей, причем скорость образования новых клеток равно скорости отмирания старых. В этой фазе общее количество дрожжевых клеток браги остается примерно постоянным.

И, наконец, в фазе затухания снижается общее количество клеток и их активность. Это обычно обусловлено либо уменьшением содержания в сусле углеводов, увеличением концентрации спирта (более 12-14% об.), либо изменением температуры, кислотности и другими причинами. Отмирающие клетки оседают на дно бродильной емкости, где образуют осадок. В этом осадке, под действием собственных ферментов происходит автолиз, то есть распад составных веществ клеток. Одни освобождающиеся ферменты активизируются, другие ослабевают. При этом разлагаются высокомолекулярные вещества (жир, белок, углеводы, фосфорные кислоты и другие) с образованием низкомолекулярных продуктов распада, в том числе этилового спирта.

В процессе брожения наряду с этиловым спиртом одновременно происходит его химическое окисление и образование других продуктов. Это могут быть уксусный альдегид, образующий при окислении спирта кислородом воздуха, метан, уксусная кислота и некоторые другие соединения.

## **5. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВИНМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЬЯЧНОГО СПИРТА**

Сбор винограда для производства коньячных спиртов проводят при достижении в нем сахаристости 17-20 % и кислотности до pH 2,8-3,2. Уборку кистей винограда обычно проводят вручную в корзины или ведра. Из ведер виноград загружают в расставленные в междурядьях стальные ковши вместимостью 500-600 л. Транспортируют ковши на поле в междурядья и наполненные с поля тракторами типа «Владимирец». Ковш захватывается гидроподъемником трактора, смонтированным на форкопе. Из ковшей виноград высыпает в стальные «лодочки» вместимостью 5-7 т, которые смонтированы в кузовах тракторных прицепов или на автомобилях-самосвалах. В лодочках виноград транспортируют на винзаводы, где его высыпает в приемные шнековые бункеры-питатели и далее в дробилки-гребнеотделители (рис. 1.). Мезга подается в шнековые стекатели, а затем в шнековые прессы. Контакт с мезгой длится недолго. Для выработки коньячных виноматериалов используют сусло-самотек, сусло первого отжима или сусло многократного прессования на гидропрессах или механических прессах (но не шнековых). Самотек и прессовые фракции смешивают, не отстаивают и не сульфитируют. При необходимости сусло охлаждают до 14-18 (С, вводят в него дрожжевую закваску винных дрожжей, затем сусло подвергают сбраживанию в анаэробных условиях. Выбродившийся виноматериал не должен содержать остаточного сахара более 2,0 г/л.

При хранении виноматериалов в качестве консерванта допускается применение 5-нитрофурилакриловой кислоты, которая не летуча и не переходит при перегонке в коньячный спирт. Дистиллируют (вместе с осадками) не вполне осветлившиеся вина и получают коньячный спирт-сырец.

Перегонку виноматериалов на спирт-сырец проводят обычно не позднее 1 мая следующего за урожаем года. К тому времени содержание эфиров уже соответствует требованиям коньячного производства и возникает необходимость в освобождении резервуаров под сусло и вино нового урожая.

Если спиртосодержание исходного виноматериала 10-11 % об., то получаемый из него спирт-сырец может иметь крепость 30-35 % об. Перед повторной перегонкой такой спирт-сырец обычно разводят чистой водой до крепости 29 % об., однако общее количество вносимой воды не должно превышать 10 %.

## 6. ПЕРЕГОНКА И РЕКТИФИКАЦИЯ

Перегонка – грубое разделение жидких однородных систем, состоящих из двух или нескольких летучих компонентов. Для наиболее полного их разделения применяют ректификацию. Оба этих процесса основаны на разной летучести компонентов смеси при одной и той же температуре. Компонент смеси, обладающий большей летучестью (этиловый спирт) называется легколетучим, компоненты с меньшей летучестью – труднолетучими. Легколетучий компонент кипит при более низкой температуре, чем труднолетучий.

При перегонке или ректификации исходная смесь разделяется на дистиллят – обогащенный легко-кипящей жидкостью и кубовый остаток – концентрат труднолетучих компонентов, остающихся в установке.. Дистиллят получается конденсацией паров в конденсаторе-дефлегматоре.

### 6.1. Теоретические основы процессов.

В бинарной (состоящей из 2-х компонентов) смеси число степеней свободы (С) определяется по формуле:

$$C = K + 2 - \phi = 2 + 2 - 2 ,$$

где К – число компонентов (К = 2), φ- число фаз (φ = 2).

Состояние системы определяют три независимых параметра: давление – р; температура – t и концентрация компонентов, % мол. – x в жидкой, y – в паровой среде. При известных двух параметрах определяют значение третьего. Таким образом, равновесную зависимость можно представить, используя две переменные величины: р и x; t и x; x и y.

В зависимости от взаимной растворимости компонентов бинарной смеси их можно подразделить на смеси с неограниченной растворимостью, взаимной растворимостью и частичной растворимостью компонентов один в другом.

Вопрос о составе фаз, находящихся в равновесии, является важнейшим в изучении процессов перегонки. Основные закономерности этих процессов установлены Д.П. Коноваловым [2,3], который при исследовании водных растворов спиртов и органических кислот установил два основных закона. Первый его закон, определяющий качественный состав паровой фазы, сформулирован следующим образом: «Пар, находящийся в равновесии с раствором, всегда содержит в избытке тот

компонент, прибавление которого к раствору понижает температуру кипения». Прибавление к жидкой фазе спирта вызывает в этой системе снижение температуры кипения. Следовательно, при кипении паровая фаза будет обогащаться парами спирта.

Для растворов, кривая давления которых имеет максимум или минимум, существует какой-то состав жидкой смеси, при котором выделившиеся пары имеют тот же состав, что и жидкая фаза. Такая смесь называется нераздельно кипящей или азеотропной. На графике  $p-x$  положение смеси определяется вторым законом Д.П. Коновалова. Он формулируется: «В экстремумах давлений пара (или точек кипения) смесей составы жидкой и паровой фаз одинаковы». К группе неразделяющихся смесей относятся смеси этилового спирта и воды. Состав азеотропных смесей зависит от температуры (давления). По закону Вревского[4] с повышением температуры азеотропной смеси, обладающей максимальным значением давления пара, увеличивается относительное содержания того компонента, парциальная мольная теплота испарения которого больше, а для смеси с минимумом давления пара – содержание компонента с меньшей парциальной мольной теплотой. Согласно этому закону азеотропная смесь может быть разделена ректификацией или перегонкой способом изменения давления.

## 6.2. Классификация процессов перегонки

В пищевых производствах применяют различные методы перегонки, классификация которых приведена на рис. 4.

Рис.4. Классификация методов перегонки

## 6.3. Кривые равновесия

Для всех растворов, кроме идеальных, соотношение состава паровой и состава жидкой фазы определяют опытным путем. Составляют таблицы равновесных составов (приводятся в справочниках) или графики зависимости состава паровой фазы от состава жидкой фазы, рис. 5. В соответствии с первым законом Д.П. Коновалова кривая для системы этиловый спирт-вода проходит выше диагонали. Следовательно, пар будет обогащаться спиртом, а жидкая фаза обедняться.

Однако кривая 1 пересекает диагональ в одной точке С в соответствии со вторым законом Д.П. Коновалова.

Рис. 5 Кривая равновесия

Точка С показывает состав нераздельнокипящей смеси и является азеотропной точкой. При нормальном давлении нераздельнокипящая смесь системы этиловый спирт-вода содержит 95,57 % масс спирта при температуре кипения 78,15 С. Температура кипения этилового спирта при этом давлении равна 78,3 С, при температуре кипения воды 100 С.

Изображенный на рис. 5 график равновесия соответствует изобарическим условиям. При изменении давления в системе изменяется и положение кривой равновесия. Законы, управляющие изменением равновесия при изменении давления в системе, установлены М.С. Вревским [4]. Первый из них гласит: «При повышении температуры кипения (давления) раствора азеотропной смеси в парах возрастает относительное содержание того компонента, испарение которого требует большей затраты энергии».

Другой закон указывает – «При повышении температуры кипения растворов, упругость пара которых имеет минимум, в нераздельнокипящей смеси нарастает относительное содержание того компонента, испарение которого требует меньшей затраты энергии». Законы М.В. Вревского указывают, что с уменьшением давления при низких концентрациях спирта в жидкости (до 21 % об.) увеличивается содержание воды в парах, а при более высоких концентрациях спирта в жидкости увеличивается в парах содержание спирта. Уменьшение давления в системе ведет к увеличению содержания спирта в нераздельнокипящей смеси. При определении давления азеотропная точка для этой смеси исчезает и перегонка может дать абсолютный (безводный) спирт. В таблице 1 приведено изменение состава нераздельнокипящей смеси при различных давлениях.

Таблица 1

Содержание этилового спирта в смеси при разном давлении

Температура кипения, С	Давление, МПа	Содержание этилового спирта в нераздельнокипящей смеси, % мас	Температура кипения, С	Давление, МПа	Содержание этилового спирта в нераздельнокипящей смеси, % мас
27,92	0,009	100,00	63,04	0,054	96,25
33,35	0,013	99,56	78,15	1,101	95,57
39,20	0,016	98,70	87,12	1,143	98,35
47,60	0,026	97,30	96,35	1,193	95,25

#### 6.4. Перегонка спирта, основные определения и расчетные формулы

Технологическая операция выделения этилового спирта путем нагрева перебродившего сусла до температуры кипения спирта, содержащей смеси с последующей конденсацией паров спирта путем их охлаждения называется перегонной. Процесс перегонки (дистилляция) жидких смесей основан на том, что составляющие смесь жидкости обладают разной летучестью, так как имеют разную упругость паров. Для перегонки вина и частичной очистки спирта-сырца используют

перегонные аппараты различных конструкций. В промышленности широко распространены ректификационные колонны (рис. 6).

Рис.6. Принципиальная схема ректификационной колонны

Перегонка является сложным процессом и требует строгого соблюдения температурного режима, противопожарной техники и техники безопасности. При простой перегонке в кубовом аппарате шарантского типа (рис. на 1-й странице обложки) нельзя сразу получить чистый этиловый спирт. Он всегда будет содержать различные примеси – другие спирты, альдегиды, сложные эфиры, летучие кислоты, которые образуются в вине. Поэтому используют повторную перегонку.

В зависимости от температуры кипения все примеси можно разделить на две группы: низкокипящие с температурой кипения ниже, чем у этилового спирта и высококипящие с температурой кипения выше 78,3 С. На рис. 7 показано графическое изображение процесса перегонки. Кривая перегонки здесь несколько идеализирована, так как в реальных условиях строгое соблюдение температуры и давления не всегда удается. Здесь в весьма упрощенном виде указаны характерные точки и ключевые моменты перегонки. Нулевая точка – начало нагревания спиртосодержащей жидкости.

Рис.8. Кривая процесса перегонки спирта

Точка 1 соответствует температуре кипения легких примесей (65-68 С.). Вторая точка 2 соответствует температуре кипения этилового спирта (78 С.). При температуре смеси выше 85 С. (точка 3) начинается интенсивное испарение тяжелых фракций – сивушных массе. Оптимальный режим перегонки находится между 78 и 83 С. Это подтверждается при рассмотрении зависимости содержания алкоголя и вредных паров испарений при нагревании спиртосодержащей смеси, например, коньячных виноматериалов (рис. 9).

#### RTFDATA

В основе материальных расчетов лежит уравнение материального баланса легколетучего компонента (л.л.к.) для ректификационной колонны непрерывного действия, обогреваемой глухим паром:

$$M x_m = D y + R x_R \quad (2)$$

где M, D, и R – соответственно количество исходной смеси, дистиллята и остатка, кг/с;  $x_m$ , y и  $x_R$  – содержание л.л.к. в исходной смеси, парах продукта и в остатке, мас. %.

Уравнение теплового баланса колонны в соответствии со схемой рис. 10. имеет вид:

$$M C_m t_m + P i + F C_f t_f = D i_D + F i_f + R C_R t_R + P C_R t_R + Q_{пот} \quad (3)$$

Расход греющего пара на колонну

$$P = [D i_D + F(i_D - C_f t_f) + R C_R t_R - M C_m t_m + Q_{пот}] / (i - C_R t_R) \quad (4)$$

где M – количество исходной смеси, поступающей на колонну, кг/с;  $C_m$  и  $t_m$  ее теплоемкость в [Дж/(кг(К))] и температура (в С); P – расход пара на колонну, кг/с; i,  $i_D$  и  $i_f$  – энтальпии греющего пара, паров дистиллята и флегмы, Дж/кг; F – количество флегмы, поступающей в колонну, кг/с ( $F = D v$ ); D – количество получаемого дистиллята, кг/с; v – рабочее флегмовое число;  $C_f$  и  $t_f$  – теплоемкость и температура флегмы; R – количество получаемого остатка, кг/с;  $C_R$  и  $t_R$  – теплоемкость и температура остатка;  $Q_{пот}$  – потери теплоты от стенок изолированной колонны в окружающую среду, Дж/с.

Количество получаемого дистиллята D (в кг/с) находят из материального баланса л.л.к.

$$D = M x_m / y, \quad (4)$$

где y – содержание л.л.к. в парах, полученных из жидкости состава  $x_m$ , %

Уравнения рабочих линий:

- верхней (укрепляющей) части колонны

$$y = [v / (v + 1)] x + x_D / (v + 1) \quad (5)$$

- нижней части колонны (колонны истощения)

$$x = [(v + 1) / (u + v)] y + [(u - 1) / (u + v)] x_R \quad (6)$$

где  $u = M / D$  - отношение количества исходной смеси к дистилляту;  $x_D$  и  $x_R$  – содержание л.л.к. в дистилляте и остатке, мол.%;  $x$  и  $y$  – содержание л.л.к. в жидкости и паре в любом сечении колонны, %.

Величину минимального флегмового числа ( $v_{min}$ ) рассчитывают по формуле

$$v_{min} = (x_D - y_m) / (y_m - x_m) \quad (7)$$

где  $y_m$  – содержание л.л.к. в паре, полученном из жидкости состава  $x_m$ , %.

Значение  $v_{min}$  можно определить и с помощью величины отрезка OB (рис. 11), отсекаемого прямой AB, проведенной из точки A через точку C, лежащую на пересечении линии равновесия с вертикалью, проведенной из точки  $x_m$ , соответствующей составу исходной смеси.

\*\*\*\*\* рис. 11. X1X-2 с 94

Из зависимости  $OB = x_D / (v_{min} + 1)$  находим:

$$v_{min} = (x_D / OB) - 1 \quad (8)$$

Рабочее флегмовое число  $v$  принимают равным

$$v = (1,3 - 1,5) v_{min} \quad (9)$$

Объем паров дистиллята  $V_n$  (м<sup>3</sup>/с), уходящих из ректификационной колонны на дефлегматор

$$V_n = D (1 + v) 22,4 T / M \quad (10)$$

где  $D$  – производительность колонны по дистилляту, кг/с;  $T$  – средняя абсолютная температура в колонне, (К;  $M$  – средняя молекулярная масса перегоняемой смеси.

Объем паров дистиллята  $V_n$  (м<sup>3</sup>/с) для колонны истощения можно рассчитать по формуле

$$V_n = G_d / (n \quad (11)$$

где  $G_d$  - количество паров дистиллята, уходящих из колонны в дефлегматор (конденсатор), кг/с; ( $n$  – средняя плотность паров дистиллята, рассчитанная при среднем содержании л.л.к. в них, средних температуре и давлении в колонне по уравнению состояния

$$(n = M p_{ср} / R T_{ср} \quad (12)$$

где  $M$  – средняя молекулярная масса паров, концентрацией  $u_{ср}$ , %;  $R$  – универсальная газовая постоянная, Дж/(кмоль (К), равная 8314.

В тарельчатых колоннах рабочую скорость движения пара  $w$  (м/с) для колонн с колпачковыми тарелками, работающими под давлением, близким к атмосферному, можно определить по формуле:

$$w = [0,305 h (60 + 0,05 h)] - 0,012 z \quad (13)$$

где  $h$  – расстояние между тарелками, мм;  $z$  – глубина барботажного слоя, мм.

Для колонн с ситчатыми тарелками предельно допустимую скорость пара  $w_d$  (в м/с) можно определить по формуле

$$w_d = 0,05 \sqrt{\frac{\rho_{жс}}{\rho_n}} \quad (14)$$

где  $\rho_{ж}$  и  $\rho_n$  – плотности пара и жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

Для колонн истощения с решетчатыми тарелками провального типа, работающими в широком интервале давлений, предельно допустимую скорость пара  $w_d$  (в м/с) В.И. Баранцев [ ] рекомендует определять по формуле

$$w_d = 7,6F \sqrt[3]{G/L} / \sqrt{\rho_n} \quad (15)$$

где  $F$  – живое сечение тарелки, м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>;  $G$  и  $L$  – паровой и жидкостный потоки в колонне, кг/с;  $\rho_n$  – плотность пара при рабочем давлении в колонне, кг/м<sup>3</sup>

Рабочую скорость  $w$  (в м/с) принимают

$$w = (0,8 - 0,9) w_d \quad (16)$$

#### 6.5. Перегонка коньячных материалов

В отличие от ликероводочного производства коньячные спирты при перегонке подвергают лишь частичной очистке от летучих веществ вина. По классической (Шарантской) технологии перегонку вина ведут в два приема. Вначале в простом перегонном аппарате из вина отгоняют этиловый спирт и основную массу летучих веществ. Полученный спирт-сырец перегоняют повторно, фракционируя с отбором головной, средней (коньячный спирт) и хвостовой фракций. В обоих случаях имеет место простая перегонка, поскольку концентрация паров, образующихся над поверхностью кипящей жидкости, происходит в холодильнике-конденсаторе без их дальнейшего укрепления.

При перегонке спирта-сырца, наибольшая концентрация дистиллята (85 % об.) получается в начальный период перегонки. Эта фракция – головная – получается в количестве 1-3% (в пересчете на безводный спирт), ее удаляют. Коньячным спиртом является средняя фракция крепостью 62 – 72 % об. и составляет 85 – 92 % (в пересчете на безводный спирт). На долю хвостовой фракции приходится до 10 % спирта. Ее отбирают при снижении крепости спирта до 15 – 20 % об. Такой подход к перегонке сложился эмпирически, он обеспечивает наилучшие органолептические показатели готового коньяка.

В разных странах при получении коньячного спирта используют различные способы и приемы получения спиртового сырья, направленные на максимальное сохранение в готовом продукте вкусо- и ароматообразующих соединений. При перегонке содержание летучих примесей в парах зависит от концентрации их в жидкости. Эта зависимость выражается коэффициентом испарения  $K_p$ . Он выражает отношение содержания компонента в парах к содержанию его в жидкости и прямо зависит от содержания спирта в перегоняемом виноматериале (Приложение 1). Следует предпочесть медленную перегонку, когда спирт испаряется без бурного кипения, при этом получается более ароматический спирт. При получении коньячного спирта-сырца в виде отходов остается барда, содержащая ценные виннокислые соединения.

В конце первой перегонки иногда выделяется отдельная фракция – душистые воды. Настаиванием барды с молодым коньячным спиртом и последующей перегонкой можно выделить тяжелые душистые воды.



После трех перегонов вина собранный спирт-сырец направляют на повторную перегонку с разделением его на фракции. При крепости погона 55 % об. спирт приобретает резкий запах. Когда крепость погона понизится до 50 – 45 % об. вторая перегонка заканчивается. Средний погон (очищенный спирт) крепостью 62 –71 % об. направляют на выдержку. Иногда отбираемый хвостовой погон разделяют на 2 фракции, а в конце отбора хвостового погона также выделяются душистые воды. Головные и хвостовые фракции, кроме альдегидов-эфиров и высших спиртов (сивушных масел) содержат еще значительное количество этилового спирта. Эти погоны можно добавлять (но не более 3-х раз) в перегонный куб при дистилляции спирта. Головные и хвостовые фракции также можно перегонять для извлечения спирта-сырца, но этот спирт не следует использовать в коньячном производстве.

Среднее содержание получаемых при перегонке продуктов и соединений приведено в таблице 2.

Среднее содержание получаемых при перегонке продуктов

Крепость, % об.	Содержание, мг/л					
	уксусный альдегид	уксусные кислоты	Н-пропанол	изобутанол	изоалинол	гексивол
8,5	10,0	660,0	13,5	20,3	70,3	13,0
0,1	5,0	787,0	1,1	1,3	1,2	16,3
24,5	51,0	343,0	40,0	60,0	210,0	13,5
72,0	209,0	78,4	136,0	300,0	1200,0	2,7
67,0	160,0	167,0	126,0	190,0	350,0	18,2
21,8	6,5	462,0	38,2	24,3	76,0	30,1
0,1	следы	560,0	5,0	3,0	4,0	5,0

## 7. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПЕРЕГОННЫХ АППАРАТОВ И УСТАНОВОК

Принципиальные схемы установок по производству коньячного спирта приведены на рис. 12.

Рис. 12. Принципиальные схемы установок по производству коньячного спирта

Для перегонки коньячных виноматериалов используют непрерывно действующие аппараты УПКС (шарантского типа), аппараты КУ-300 (системы Зорабяна), а также перегонные аппараты непрерывного действия с устройством для отбора головной фракции типа К-5М и др.

На аппаратах УПКС перегонка проводится в два этапа. На первом получают спирт-сырец, из которого на втором этапе фракционной перегонкой получают среднюю фракцию – коньячный спирт, головную и хвостовую фракции (табл. 3).

Таблица 3

Выход фракций дистиллята на различных аппаратах  
( в % безводного спирта)

Фракции	Виды перегонных аппаратов		
	УПКС	КУ-500	КУ-5М
Головная	1-2	0,8-1,2	До 1,0
Средняя – коньячный спирт	92,5-90,5	94,2-92,8	97,6
Хвостовая	3,5-4,5	3,5-4,5	-
Потери	3,0	1,5	1,3

Часто при перегонке непрерывно действующие установки используют только для получения первичного спирта-сырца, а для улучшения его качества вторую перегонку проводят на установках периодического действия. Непрерывно действующие установки можно использовать как для повышения крепости спирта-сырца до 28-33 % об., так и для получения спирта-ректификата.

Простой перегонный куб шарантского типа снабжен дефлегматором и нагревается водяным паром или открытым пламенем (рис. 9.3 и 8.4) «Спирт». Он является аппаратом двойной сгонки. Шарантский перегонный куб дополнительно снабжен преднагревателем для виноматериалов и также может нагреваться паром или открытым пламенем.

## 8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ КОНЬЯЧНЫХ УСТАНОВОК

Наивысшего качества коньячный спирт получается на установках шарантского типа УПКС, которые обеспечивают отгонку коньячного спирта с оптимальным содержанием летучих соединений вина и вновь образующихся веществ. Периодический принцип работы и высокие эксплуатационные затраты значительно снижают их эффективность.

Другие установки более экономичны, однако не многие из них отвечают в полной мере требованиям коньячного производства. Основные показатели приведены в таблице 5.

Основные технические характеристики перегонных аппаратов

Показатели	Марка аппарата				
	УПКС	ПУ-500	К-5	К-5М	МТИПП
Производительность установки, дал/едт. безводного спирта	16-16,5	100	200	400	1000
Расход пара, кг/дал	63-92	65-90	16-32	32-40	30-40
Расход воды, м3/дал безводного спирта	0,8-1,1	0,6-0,9	0,15-0,3	0,2-0,4	0,3-0,5

При перегонке виноматериалов, как и при перегонке коньячного спирта безвозвратные потери на одну перегонку не должны превышать при работе на паровых кубовых аппаратах – 1,5 %, огневых – 1,8 %.

В промышленности эксплуатируются и другие разнообразные перегонные установки:

1. УПК – 58 – 02 («трех-кубовка»);
2. Брагоперегонная установка «Комсомолец»;
3. Установки коньячные КУ-500 и К-5М и другие.

Наряду с ними выпускаются перегонные установки, разработанные разнообразными фирмами, в том числе оборонной промышленностью. Следует указать в качестве примера на многоцелевую установку ПУ–5–1000, коньячную установку ПУ–2–1000 (ПУ–2–500), коньячную перегонную установку модели ВАНД–01 и ВАНД– 02, брагоперегонную установку для производства спирта-сырца, ректификационную установку модели ВУД – 01 (ВУД – 02), и другие, в том числе модернизированные установки.

## 9. ВЫДЕРЖКА КОНЬЯЧНОГО СПИРТА

Коньячные спирты, полученные в результате перегонки виноградного вина, бывают разного качества. На качество коньячного спирта влияют сорт винограда, его зрелость, почва, химический состав воды, метеорологические условия произрастания и другие. Важное значение имеет также способ, технология и оборудование, на котором производилась перегонка. Поэтому, после дистилляции коньячный спирт подвергают сортировке. Лучшие по качеству спирты с чистым вкусом направляют на длительную (5-10 лет) выдержку, менее качественные на более короткую (3-5 лет).

Свежий, только что полученный коньячный спирт бесцветен, резок на вкус и малоароматичен. Поэтому его выдерживают в дубовых бочках. В процессе выдержки коньячного спирта в дубовых бочках с погруженными в него дубовыми плашками или стружкой происходит выщелачивание дубильных веществ. Выщелачивание (экстрагирование) – это извлечение из твердого тела одного или нескольких соединений с помощью растворителя (спирта, воды и др.), обладающего способностью избирательного растворения. Одновременно с выщелачиванием дубильных веществ происходит окисление некоторых из них и старение коньячного спирта совместно с выщелоченными продуктами.

Выщелачивание начинается с проникновения спирта в поры дубового материала и растворения извлекаемых веществ. Через некоторое время устанавливается равновесие в результате выравнивания химических потенциалов растворенных веществ и их содержания в материале дуба.

Достигаемая концентрация дубильных веществ в коньячном спирте, соответствующая его насыщению называется растворимостью. Вблизи поверхности плашек или стенок бочек равновесие устанавливается достаточно быстро, поэтому концентрацию дубильных веществ на поверхности раздела фаз поверхности «дуб – коньячный спирт» можно принять равной концентрации насыщенного раствора.

Выщелачивание – это сложный, многостадийный процесс диффузии спирта в поры дубовых плашек, растворение извлекаемых веществ, диффузии экстрагируемых веществ по внутренним капиллярам дубовых плашек наружу к поверхности раздела фаз и массопередача экстрагируемых веществ от поверхности раздела фаз в остальную массу коньячного спирта.

Лимитирующей является скорость проникновения спирта в поры дерева, диффузионный перенос спиртового раствора дубильных веществ к поверхности раздела фаз, а также массообмен внутри объема коньячного спирта. Таким образом, общее диффузионное сопротивление массопереноса дубильных веществ складывается из диффузионных сопротивлений внутри дубовых плашек и в коньячном спирте.

Скорость диффузии вещества внутри капиллярно- пористых тел (i) описывается уравнением аналогичным закону Фика (Фурье)

$$i = -\frac{dM}{Fdt} = -k \frac{\partial X}{\partial l} \quad (17)$$

где  $K = f(X, t)$  называется коэффициентом массопроводности;

$X$  – концентрация спирта в плошках дуба;

$t$  – температура плошек дуба;

$F$  – площадь контакта спирта с дубовыми плошками;

( - продолжительность контакта;

$l$  – глубина проникновения спирта в дерево.

Процесс выщелачивания можно ускорить путем интенсивного перемешивания, и за счет измельчения древесины (применение дубовой стружки), повышения температуры и др. В коньячном производстве на эти параметры накладываются технологические ограничения химического и временного характера, связанные с необходимостью старения и медленного окисления коньячного спирта и дубильных веществ. При выдержке спирта в дубовых бочках в нем постепенно происходят изменения органолептических показателей; смягчается вкус, развивается приятный тонкий букет с ванильными тонами; цвет становится янтарно-золотистый. Продолжительность выдержки коньячного спирта для полного развития вкусовых и ароматических веществ (полной зрелости) в зависимости от их состава составляет 15-20 лет.

Молодой коньячный спирт имеет крепость 62–70 % об. С такой концентрацией спирт направляется на выдержку в дубовых бочках или в эмалированные резервуарах с дубовыми плашками. Дубовые бочки перед первым употреблением замачивают водой на 6-8 суток при 2-3 кратной смене воды, обрабатывают паром 20-30 минут, ополаскивают горячей и холодной водой. Бочки, бывшие в употреблении из-под коньяка промывают, подвергают обработке.

Выдержку спирта проводят при 15-20 С. Бочки заливают на 98 % вместимости для компенсации температурного режима спирта. Утилизацию спиртов проводят после 3 и 5 лет выдержки. Для повышения экстрагированности молодых спиртов до 0,5 г/л допускается проводить их тепловую обработку при 35-45 С в течение 30-50 суток в эмалированных резервуарах с дубовыми плашками или стружками. В резервуарах закладывают дубовые плашки толщиной 18-36 мм, шириной 60-150

мм, длиной 400-115 мм, выдержанные не менее 3-х лет в штабелях под навесом. Перед закладкой в резервуары плашки обрабатывают раствором едкого натрия или прогревают 5-7 суток паром при 105-125 С. Плашки помещают в резервуар из расчета 700-900 см<sup>2</sup> поверхности на 1 дал спирта и заливают молодым коньячным спиртом. Выдерживают при 20-25 С с двукратным насыщением кислородом до содержания 15-18 мг/л. химический состав дубовой древесины приведен в табл. 6

Таблица 6

Химический состав дубовой древесины

Вещества	Содержание, %	Вещества	Содержание, %
Целлюлоза	33-50	Дубильные вещества	4,6-8,7
Пектозаны (келлан)	17-28	Растворимые в горячей воде вещества (без дубильных веществ)	2,4-4,3
Метилпентозан	0,2-0,5	Лигнины	20-24
Галактан	0,1-0,6	Смолистые вещества	0,5-0,75
Уроновые кислоты (глюкуроновая)	1,6-5,4		

Разработан метод созревания коньячного спирта в эмалированных резервуарах в пульсирующем потоке. Это система резервуаров, соединенных между собой трубопроводами. Имеется три отдельных секции. В первой хранится спирт первого года выдержки, во второй – второго года, а в третьей – третьего года. Из третьей секции отбирают 4 раза в год по 1/3 объема выдержанного спирта путем подачи молодого спирта в первую секцию и перегонном соответственно из первой во вторую, из второй в третью. С течением времени наружные слои плашек обедняются дубильными веществами. Для обновления снимают наружный слой древесины на глубину 3-5 мм.

В процессе выдержки спирта важную роль играет кислород, растворимость которого и его ассимиляция зависят от содержания в спирте дубильных веществ и экстракта. В табл. 7 приведены данные о растворимости кислорода в зависимости от содержания в коньячном спирте дубового экстракта.

Таблица 7

Растворимость кислорода в коньячном спирте в зависимости от содержания в нем экстрактивных веществ

Содержание экстракта, г/л	Растворимость кислорода, кг/л	Содержание экстракта, г/л	Растворимость кислорода, кг/л
0,0	11,4	1,3	9,5
0,2	11,1	1,5	9,2
0,5	10,7	1,7	8,9
0,7	10,4	1,9	8,6
0,9	10,1	2,2	8,3
1,1	9,8	2,5	8,0

Данные, приведенные в табл.8, показывают изменение химического состава коньячных спиртов при их выдержке в дубовых бочках.

## Изменение химического состава коньячных спиртов при выдержке

альдегиды	ацетали	Летучие кислоты	Титруемая кислотность	Высшие спирты	фурфурол	зола	Общ тали
Содержание, мг/л							
155	12	680	800	1300	1,12	34	120
87	62	370	570	1400	2,16	54	96,
143	76	530	1050	1700	2,72	70	14
108	56	580	1680	1800	2,7	72	189
127	99	790	1480	2000	2,9	-	203
110	83	790	1830	2200	3,8	74	294



Особыми способами обработки дубовой древесины удастся ускорить экстракцию из нее дубильных веществ и получить ускоренным способом коньячные напитки, по некоторым показателям (цвету, запаху) напоминающие коньяк. Такие напитки выдержки от 3 мес. до 1 года, не прошедшие в полной мере старения, обычно отличаются по вкусу от выдержанных ординарных и даже трехзвездочных коньяков, а тем более коньяков многолетней выдержки. Основные технологические параметры обработки коньяков разных видов представлены в табл. 9

Таблица 9

Технологические параметры обработки коньяков

Технологические операции	Продолжительность обработки, сут.	
	ординарных	марочных
Купанжирование	1	1
Оклейка *	1	1
Выдержка на клею*	15	15
Снятие с клея*	1	1
Обработка холодом*	10	10
Фильтрование	1	1
Выдержка	90	180-360
Фильтрование	1	1

\* - операции проводятся по мере необходимости.

## 10. КУПАНЖИРОВАНИЕ КОНЬЯКА

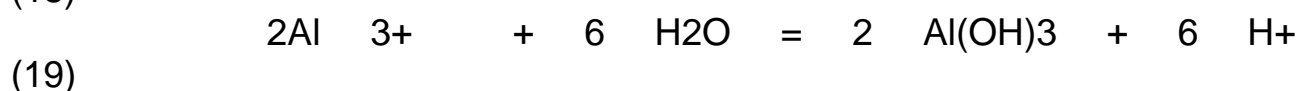
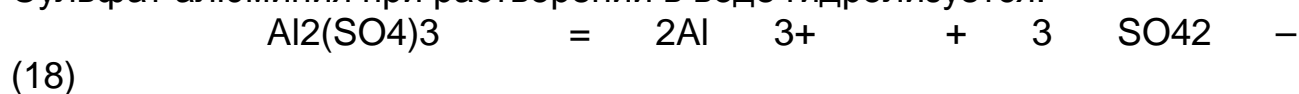
Смешивание коньячных спиртов из разных виноматериалов, различных сроков выдержки и крепости с водой, сахарным сиропом называется купажирупокупажированию

После выдержки коньяк купажируют добавлением в выдержанный спирт умягченной воды, сахарного сиропа, колера, спиртовых и душистых вод.

### 10.1. Подготовка воды

В технологии изготовления коньяка и виноградных водок к качеству воды предъявляются особые требования. Вода должна быть абсолютно чистой и мягкой. Конечно, лучшей водой является дистиллированная. Однако подготовка такой воды – процесс дорогостоящий. Поэтому чаще всего воду очищают другими способами. Взвешенные частицы из воды отделяют фильтрованием. Воду дезодорируют, обесцвечивают, деминерализуют. Воду фильтруют чаще всего через песочные фильтры, при необходимости предварительно проведя коагуляцию сульфатом алюминия  $Al_2(SO_4)_3$  (18H<sub>2</sub>O, реже железным купоросом  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  концентрацией 5 %.

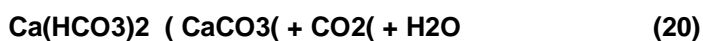
Сульфат алюминия при растворении в воде гидролизуется.



Гидролизат алюминия малорастворим и представляет собой положительно заряженные частицы с большой активной поверхностью. Они адсорбируют частицы

примесей с положительным зарядом и вместе осаждаются. При этом образуются также крупные агрегаты частиц, которые при осаждении чисто механически захватывают другие взвешенные частички, тем самым, осветляя воду. Образовавшиеся ионы водорода реагируют с ионами гидрокарбоната, образуя диоксид углерода и воду. Появляющаяся при гидролизе серная кислота разлагает бикарбонаты в сульфит, воду и диоксид углерода. Таким образом, часть временной жесткости (0,7 – 1, 0 мг-экв/дм<sup>3</sup>) переходит в постоянную жесткость. Оптимальным условием является рН 7,5-7,8, расход сульфата алюминия 20-200 г/т воды. При использовании сульфита железа осветление ускоряется (рН 8,2-8,5). Доза коагулянта от 50 до 180 г/т воды. Коагулянт вносят в виде 5%-ного раствора и после перемешивания выдерживают 6-8 часов в отстойниках.

Временная (карбонатная, устранимая) жесткость обусловлена присутствием растворимых в воде гидрокарбонатов  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , которые при кипячении переходят в нерастворимые в воде карбонаты и диоксида углерода:



Карбонаты выпадают в осадок, диоксид углерода улетучивается и вода умягчается. Соли временной жесткости осаждают без нагревания гидроксидом кальция из свежегашеной извести. Образующийся гидрокарбонат магния – монокарбонат, легко растворим и только при взаимодействии с гидроксидом кальция образуется труднорастворимая соль  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Это требует двойной дозы извести. Применяют также известково-содовый, электродиализный и ионообменный способы умягчения воды.

Дезодорирование проводится адсорбционным способом, путем извлечения посторонних запахов активированным углем, или обработкой марганцовокислым калием.

Умягчение воды проводят чаще всего Na-катионовым способом, путем фильтрования ее через слой катионита (сульфоугля). В настоящее время разработаны способы для получения воды с заданным солевым составом, а также способы частичной деминерализации. Качество очистки воды существенно влияет на органолептические показатели готового продукта.

#### 10.2. Приготовление сахарного колера.

Для придания коньяку карамельно-ванильного вкуса и аромата, а также янтарно-золотистого цвета добавляют карамельный колер. Его готовят путем термической карамелизации сахара-песка в котлах-кармелизаторах с паровым или огневым обогревом.

В просеянный сахар-песок добавляют 1-2 % воды и нагревают при непрерывном, интенсивном перемешивании. Когда температура карамелевой массы достигнет 180-190 °С, нагрев постепенно замедляют. Пена приобретает темно-вишневый цвет и воздушную структуру, а тонкие нити колера, опущенные в холодную воду, ломаются, нагрев прекращают и пена опускается. Массу охлаждают до 60-70 °С и добавляют при непрерывном помешивании горячую воду из расчета 0,055 дал/кг. Колер должен иметь темно-вишневый цвет и плотность 1300-1340 кг/м<sup>3</sup>. Содержание остаточного сахара 30-40 %, должно обладать интенсивной окрашивающей способностью и не давать помутнений при растворении в 40-50 % спирте. Колер следует спиртовать до 25-30 % об коньячным спиртом пятилетней выдержки, после чего хранить не менее года. Расход колера для подкрашивания коньяка составляет до 4 дал на 1000 для купансивного коньяка.

Качество колера оценивают по его вязкости, которая зависит от концентрации едких веществ и температуры, таблица .

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ САХАРНОГО СИРОПА

Сахарный сироп готовят растворением просеянного сахара-песка в умягченной воде в сироповарочных котлах с паровой рубашкой и мешалкой. В кипящую воду при не прерывном помешивании засыпают сахар из расчета 1

Таблица

Зависимость вязкости колера от содержания едких веществ при 20 С

Концентрация сухих веществ, %	Вязкость динамическая МПис	Концентрация сухих веществ, %	Вязкость динамическая МПис
0	1,0	30	5,3
5	1,1	35	7,6
10	1,3	40	11,3
15	1,7	45	17,1
20	2,4	50	25,4
25	3,6		

кг на 0,05 дал воды. Варят сироп до полного растворения сахара. Сироп охлаждают в котле и фильтруют через металлическую сетку.

Перед внесением сахарный сироп спиртуют до 40 % об для ординарных коньяков, 3-4-х летним коньячным спиртом, для марочных коньяков – семилетним и хранят не меньше года в эмалированных емкостях. В спиртованный сироп добавляют лимонную кислоту из расчета 330 г на 100 г.

Купаж оклеивают желатином или рыбьим клеем фильтруют через фильтр-картон, промытый ортофосфорной кислотой, и выдерживают 3 мес. ординарные коньяки и 9 месяцев марочные. Затем коньяк охлаждают до минус 8-12 С. выдерживают 5-10 суток. После фильтрования при этой температуре коньяк фасуют в бутылки разной вместимости: 50, 100, 250, 500, 710, 760 мм, во фляги 250 и 380 мл, картоннополимерную и полимерную тару.

## 11. ВИНОГРАДНЫЕ, ФРУКТОВЫЕ ВОДКИ, КОНЬЯКИ, КАЛЬВАДОС

Этот вид крепких спиртных напитков по сравнению с коньяком, в нашей стране пользуется меньшей популярностью у населения и поэтому объемы производства виноградных и фруктовых водок значительно меньше.

Производство крепких плодовых напитков (водок) развито во многих странах. Обычно водки изменяют крепость 30-40 % об и готовят из спирта, полученного из виноградных выжимок, яблок, вишни, слив, абрикосов, черной смородины и др. Технология этих напитков заключается в сбраживании мезги, либо соков, перегонку спирта на аппаратах периодического или непрерывного действия, выдержку спиртов, купансирование и получение готового продукта. Эти напитки могут иметь цвет, близкий к коньяку (кальвадос), либо бесцветные (водки). Аромат и вкус этих водок должны соответствовать и быть хорошо выраженным плодам, из которых они приготовлены.

Яблочные водки были приготовлены в XVI в во Франции в департаменте Кальвадос. Для получения Кальвадоса используют заброженный яблочный сок крепостью 5-6 % об. Отгонку спирта проводят на перегонных установках периодического или непрерывного действия, получая спирт-сырец крепостью 25-27 % об. Повторной перегонкой спирта-сырца готовят спирт крепостью 68-75 % об., который затем выдерживают около 3-5 лет в дубовых бочках, или эмалированных резервуарах с добавлением дубовой стружки. После выдержки кальвадосный спирт разбавляют водой до 38-40 % об крепости, фильтруют и отправляют на фасование. В России производство Кальвадоса начато в 1960 г. Крепость отечественного кальвадоса 45 % об при содержании сахара 1,2-1,5 %. Некоторые кальвадосы называют бренди-яблочный.

Широко известны водки из виноградного спирта – Арманьян, грузинская чача, японские сакэ и некоторые другие.

При изготовлении водок из виноградного спирта (Арманьян) получают дистиллят крепостью 52-62 % об на перегонных аппаратах с дефлегмацией. Как и коньячный спирт, его помещают в новые, обработанные дубовые бочки. Арманьян созревает быстрее из-за меньшей крепости, чем коньяк. Старая водка Арманьян получается без понижения крепости путем разбавления до содержания спирта до 40-42 % об.

## Заключение

Производство коньяка, коньячных напитков, виноградных, яблочных и других фруктовых водок очень сложный биотехнологический процесс. В основе его лежит подбор сортов винограда большой урожайности, дающих виноград высокой сахаристости и повышенной кислотности. Сбраживание виноградного сусла проводят специальными дрожжами по белому способу. Сдерживающими факторами развития нежелательной микрофлоры является высокая кислотность и сахаристость сусла, в последующем повышенная концентрация спирта.

При осветлении сусло не сульфитируют. Его сбраживают при температуре 16-25 °С до содержания спирта не менее 8 % об. Титруемая кислотность должна составлять не менее 4,5 г/л, содержание летучих кислот – не более 1,3 г/л, при содержании общей сернистой кислоты не более 1,5 мг/л. Цвет виноматериала должен быть от светло-соломенно-желтого до розового. Присутствие постороннего запаха и вкуса не допускается. Виноматериалы могут быть не полностью осветленными, допускается до 2 % содержание дрожжей. Рассы дрожжей подбирают такие, которые образуют минимальное количество диоксида серы. Коньячные виноматериалы готовят настаиванием на мезге, брожением на ферментированных гребнях, выдержкой на дрожжах. Эти приемы способствуют обогащению виноматериалов различными вкусо-и ароматообразующими соединениями, создающими в последующем типичный вкусовой и ароматический букет коньячного спирта.

Из коньячных виноматериалов перегонкой получают сначала спирт-сырец с основной массой летучих веществ. Полученный спирт-сырец подвергают фракционной перегонке с отбором средней фракции (коньячный спирт) с содержанием 62 – 70 % об этилового спирта. Наряду со спиртом при перегонке в дистиллят переходят многие летучие примеси: альдегиды, средние эфиры, высшие спирты, летучие кислоты и др. соединения, создающие типичный вкус и аромат коньячного спирта.

Выдержку коньячных спиртов проводят при температуре 18-20 °С и влажности 75-85 %. Выдержка ординарных коньяков не менее 3, 4 и 5 лет. Их крепость составляет соответственно 40, 41 и 42% об при сахарности 1,5%.

Коньячные спирты умягченной водой, спиртовыми водами, сахарным сиропом . При необходимости, полученный оклеивают желатином, рыбьим клеем, яичным белком или обрабатывают бентонитом и филабруют.

Фасуют коньяк при 18-20 °С в стеклянную тару вместимостью 0,25, 0,5 и 0,7 л в сувенирные бутылки. Наряду с коньяками выпускают коньячные напитки по ускоренной технологии, а также виноградные и фруктовые водки, яблочный кальвадос и другие крепкие ароматные напитки под разными фирменными названиями.

## Контрольные вопросы и задания

1. Изложите историю развития мирового и отечественного коньячного производства
2. Какие отечественные сорта винограда используются для получения коньячных виноматериалов?

3. В чем заключаются основные особенности получения коньячных виноматериалов?
4. Какие основные показатели спирта-сырца и коньячного спирта?
5. Изложите основные теоретические основы перегонки и ректификации коньячного спирта
6. Какие основные схемы перегонных аппаратов используются при получении коньячного спирта?
7. В чем заключается купансирование и какие составляющие при этом используются?
8. Какие основные подготовительные операции проводят перед расфасовкой коньяка?
9. Виноградные водки, кальвадос, коньячные напитки, их основные отличия от коньяков
10. Основные тенденции и перспективы развития отечественного коньячного производства.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

1. Сорты винограда для получения коньячных виноматериалов
  12. Коньячные виноматериалы
  13. Технология спиртового брожения
  14. Стадии развития дрожжей
  15. Особенности технологии виноматериалов для получения коньячного спирта
  16. Перегонка и ректификация
    - 16.1. Кривые равновесия
    - 16.2. Перегонка спирта, основные законы и принципы
    - 16.3. Перегонка коньячных материалов
  17. Основные типы перегонных аппаратов и установок
  18. Выдержка коньячного спирта
  19. Купансирование коньяка
    - 19.1. Очистка и умягчение воды
    - 19.2. Сахарный сироп
    - 19.3. Приготовление колера
  20. Очистка коньяка от помутнений
  21. Виноградные и фруктовые водки
  22. Контрольные вопросы и задания
  23. Литература

### Заключение

### Приложения

#### Приложение 1

Содержание спирта в жидкости\_Температура кипения, (С\_Содержание спирта в парах\_Абсолютное значение коэффициента испарения (Кн)\_\_\_% мас.\_% мол. \_\_\_% мас.\_% мол.\_Соотношение в % мас.\_Соотношение в %

мол. \_\_\_0,01\_0,004\_99,9\_0,13\_0,063\_13,0\_13,24\_5,0\_2,01\_94,9\_37,0\_18,68\_7,40\_9,30\_10,0\_4,16\_91,8  
\_52,2\_29,92\_5,22\_7,19\_15,0\_6,46\_89,0\_60,0\_36,98\_4,0\_5,72\_20,0\_8,92\_87,0\_65,0\_42,09\_3,25\_4,70\_  
\_25,0\_11,53\_85,7\_68,6\_46,08\_2,74\_4,00\_30,0\_11,35\_84,7\_71,3\_49,3\_2,38\_3,44\_35,0\_17,41\_83,7\_73,  
2\_51,67\_2,09\_2,97\_40,0\_20,68\_83,1\_74,6\_53,46\_1,87\_2,58\_

#### Приложение 2

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ТЕРМИНЫ, ГОСТЫ, ТУ

1. дал – дециметр алкоголя ( 1 л;
2. дкл – декалитр = 10 литров;
3. % об – объемный процент спирта – единица измерения крепости (спиртуозности) спирта, спиртовых напитков.

Вмноделие: ГОСТы Р:

Дистиллят винный ГОСТ Р 51298-99;

Дистиллят плодовой ГОСТ Р 512279-99;

Спирт коньячный ГОСТ Р 51145-98;

Спирт коньячный кальвадосный ГОСТ Р 51300-99;

Спирт виноградный ректифицированный и спирт-сырец ТУ 9182-149-00008064-97;

Спирт ректификат ГОСТ Р 5962-67;

Яблочные спирты ГОСТ 131-67