



ИННОВАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИИ ПРИГО-
ТОВЛЕНИЯ ВОДОК

Монография

УДК 663.5
ББК 36.87
М 25

Рецензент:

доцент кафедры "Пищевые машины МГУТУ им. К.Г. Разумовского", к.т.н. **Ильина Е. В.**

Макаров С. Ю., Славская И. Л.

М 25 Инновации в технологии и оборудовании приготовления водок. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2011. – 156 с.

ISBN 978-5-93055-261-3

Авторы благодарят доцента кафедры "Пищевые машины МГУТУ им. К.Г. Разумовского", к.т.н. Ильину Елену Владимировну за редактирование книги.

ББК 36.87

ISBN 978-5-93055-261-3

© Макаров С. Ю., Славская И. Л., 2011
© ООО «НИПКЦ Восход-А», 2011

Оглавление

Введение	6
1. Подсистема приемки и хранения ректификованного спирта	11
2. Подсистема исправления качества воды.....	15
3. Подсистема приготовления водочной сортировки и водки	16
4. Подсистема приготовления растворов ингредиентов	18
5. Основные современные способы исправления качества воды	23
5.1. Предварительное фильтрование	24
5.2. Обезжелезивание	30
5.3. Умягчение	44
5.4. Дополнительные средства водоподготовки	55
5.5. Кондиционирование качества воды	62
6. Приготовление водно-спиртового раствора (сортировки)..	71
6.1. Физико-химические процессы при смешивании спирта с водой	71
6.2. Основные способы приготовления сортировок.....	73
7. Ингредиенты.....	82
7.1. Ингредиенты, смягчающие вкус спирта	82
7.2. Ингредиенты, округляющие аромат напитка, маскирующие запах спирта.....	87
7.4. Биологически активные вещества (БАВ) тонизирующего действия.....	93
7.5. Алкопротекторы.....	96
7.6. Вещества, придающие напитку полноту вкуса.....	103

8. Оборудование для предварительного и окончательного фильтрования сортировки и водки	105
8.1. Песочные фильтры	105
8.2. Мешочные фильтры	107
8.3. Каскадное фильтрование	109
8.4. Другие системы фильтрования	110
9. Способы и схемы фильтрования	111
9.1. Периодический способ обработки водочных сортировок	111
9.2. Динамический способ (метод В.Ф. Комарова)	113
9.3. «Серебряное» фильтрование косточковым углем	118
9.4. Обработка сортировки порошковым углем (установка «Полтавчанка»)	126
9.5. Платиновое фильтрование	132
9.6. Золотое фильтрование	136
9.7. Жемчужное фильтрование	137
9.8. Бриллиантовое фильтрование	137
9.9. Применение дополнительных сорбентов	138
10. Новые виды активных углей	148
Заключение	158
Список информационных источников	163

Введение

Водка - крепкий алкогольный напиток, смесь ректифицированного этилового спирта с водой. Выработка водки в России началась в конце XIV века. Водка делалась из ржи, пшеницы и ячменя. В настоящее время при приготовлении водки смесь спирта с водой (сортировку) пропускают через активированный уголь, а затем фильтруют. Выпускаются водки, содержащие 40, 50 и 56% об. спирта.

На 1 января 2009 г. в РФ работают 541 ликероводочный завод и 226 спиртовых заводов, обладающих достаточным потенциалом для полного удовлетворения потребностей в пищевом спирте и алкогольных напитках высокого качества. На действующем оборудовании спиртзаводов объем стабильного производства спирта можно довести до 200 млн. дал в год без введения в действие дополнительных мощностей. Однако, за последние 10 лет вследствие сокращения объемов выпуска алкогольной продукции, низкой рентабельности производства, значительно понизился уровень технической оснащенности предприятий. Износ основного технологического оборудования большинства спиртзаводов достиг 50%. На заводах практически отсутствует комплексная переработка сырья, не выполняются природоохранные мероприятия.

В августе 2010 года Консалтинговое агентство «Маркет Эдвайс» провело маркетинговое исследование рынка этиловых спиртов и водок в России. Цель исследования - определение аспектов рынка этиловых спиртов, включая вопросы снабжения потребителей, аспектов экономического и политического влияния на развитие ситуации на российском рынке водочной продукции. Исследование проходило путем экспертного интервью специалистов 50 крупнейших российских производств отрасли, в числе которых: Московский завод «Кристалл», «Исток», «Ладога ПГ», «Уралалко», Группа «Ост», «Топаз» и другие.

Все опрошенные предприятия производят водки и особые водки, около 3/4 - производят иную алкогольную продукцию. Наиболее используемые в производстве добавки в особые водки - мед, его используют практически все опрошенные предприятия, чуть менее 3/4 используют травы. Что касается очистки спирта, то более 80% опрошенных предприятий отметили способ очистки

водки с помощью активированного угля, чуть менее 20% указали обезжиренное молоко, 16% - очищают активированным углем импрегнированным серебром, единичный случай очистки крахмалом.

Говоря о повышении акцизов, чуть более половины участников опроса указали, что в результате повышения в 2010 году акцизов на водку и этиловый спирт объемы продаж их предприятий значительно снизились, чуть менее отметили, что рост акцизов сказался незначительно на изменении продаж, 6%, напротив особых изменений не обнаружили. Снижение продаж респонденты комментировали подобным образом: «объемы продаж снизились на 10%»; «население небогатое, это повлияло на спрос»; «из-за повышения цен объемы продаж резко снижаются»; «дешевую водку быстро покупают» и т.д. Наиболее сильные игроки на рынке водок, по мнению опрошенных - Московский завод «Кристалл», «Ливиз», СПИ-РВБК, «Веда» и «Исток».

По заключению агентства «Маркет Эдвайс» производство водки в РФ в основном находится в состоянии стагнации по причине того, что 62% из числа опрошенных не вывели за 2008-2009 годы на рынок ни одну новую водку.

Важнейшим участком, во многом определяющим качество водки является фильтрование через слой адсорбента.

Технология с динамическим способом обработки водно-спиртовых растворов (сортировок) активным углем в производстве водок сложилась многие десятилетия назад. Она по-прежнему обеспечивает высокое качество продукции. Уровень механизации, автоматизации и энергетического обеспечения того времени предопределили размещение технологического процесса по вертикали, максимально обеспечивающего принцип самотёка. Это характерно для всех заводов, построенных в начале XX века. Несмотря на огромные заслуги в создании русской водки, технология исчерпала свои возможности дальнейшей интенсификации процессов. Берёзовый дроблёный активированный уголь зернистостью 1-3,5 мм не может повысить эффективность производства.

Уже с 60-х годов прошлого столетия возникло ощущение недостаточности технологии и аппаратного оформления процессов приготовления водок и особенно на стадиях обработки углём, фильтрования и регенерации. Созданный в конце 40-х годов дина-

мический способ и соответствующая типовая технологическая схема (широко известная как «классическая»), внедрённые практически на всех заводах страны, завоевав высокие позиции как внутри страны, так и на международном рынке, стали отставать от требований производства. Недостатки в работе аппаратурно-технологического комплекса определили два направления дальнейшего совершенствования техники и технологии приготовления водок:

1 - поиск новых видов и форм сорбентов для использования в существующих аппаратурных формах с целью интенсификации адсорбционных процессов, происходящих при обработке сортировок;

2 - поиск и разработка новых процессов на основе новых форм сорбентов и разработка новой аппаратуры.

Оба направления интенсивно и не без успехов получили большое развитие.

В России, как и в большинстве развитых стран, действуют стандарты, регламентирующие порядок создания и функционирования систем качества предприятий. Это стандарты серии ИСО 9000 (системы менеджмента качества) и ГОСТ Р 51705.1-2001 (системы управления качеством на основе принципов ХАССП).

Современные пищевые производства, базирующиеся на индустриальных методах переработки сырья, по своей сущности являются открытыми технологическими системами. Основываясь на положениях общей теории систем и специального направления кибернетики - системологии, можно создать стабильно функционирующий технологический поток производства, гарантирующий выпуск продукции необходимого качества.

Работы по повышению стабильности технологического потока производства условно можно разделить на следующие этапы.

Первый этап предусматривает на основании имеющейся информации (регламентов, технологических инструкций, материалов научных исследований, опыта работы действующего производства и др.) формирование цепочки технологических процессов преобразования исходного сырья в конечный продукт, т. е. продукцию, выпускаемую предприятием. Академиком РАСХН В.А. Панфиловым было показано, что все многообразие этих процессов можно пред-

ставить в виде 13 типовых процессоров, условные изображения которых показаны на рис.1.

На втором этапе цепочка технологических процессов преобразуется в операторную модель - изображение в виде условных символов последовательного преобразования исходного сырья в конечный продукт, необходимое для понимания сущности всего этого процесса преобразования, установления взаимосвязей всех его элементов, выявления условий их нормального протекания, с тем, чтобы определить уровень целостности созданного на предприятии технологического потока, его совершенства как системы (рис. 2).

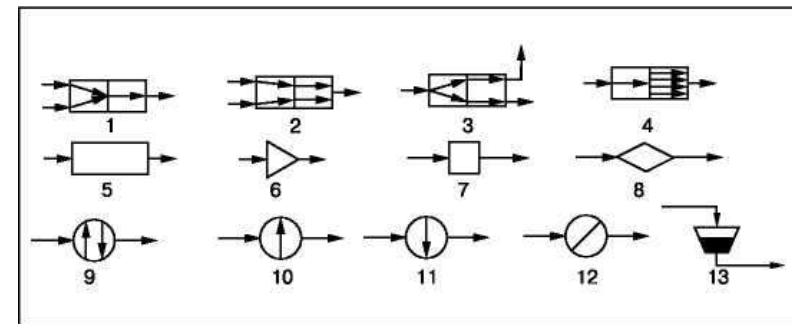


Рис. 1. Условные обозначения технологических процессов обработки сред (процессоры):

1 - соединение без сохранения поверхности раздела (смешивание сред); 2 - соединение с сохранением поверхности раздела (образование слоя); 3 - разделение на фракции; 4 - измельчение; 5 - сложный процесс преобразования (комплекс физических, химических и микробиологических процессов); 6 - дозирование; 7 - формообразование; 8 - ориентирование (в частности, предметов); 9 - термостатирование (поддержание постоянной температуры); 10 - нагревание; 11 - охлаждение; 12 - изменение агрегатного состояния; 13 - хранение

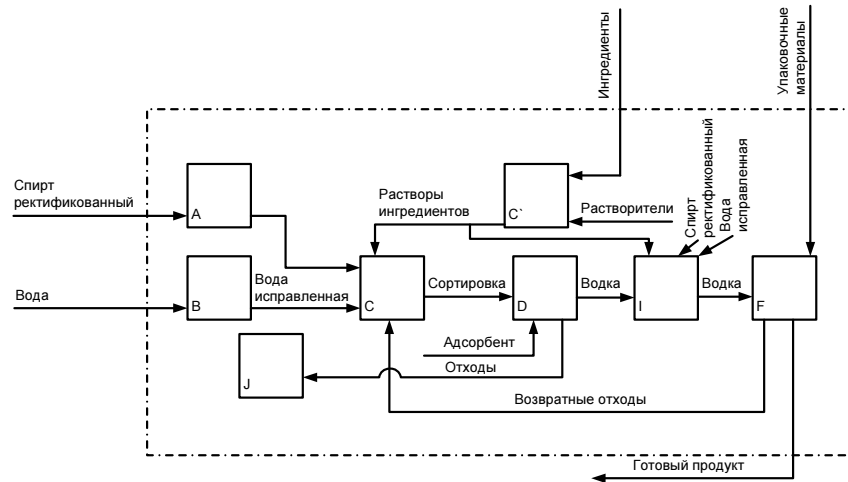


Рис. 2. Модель технологической схемы приготовления водки:

A - подсистема приемки и хранения ректификованного спирта; B - подсистема исправления качества воды; C - подсистема приготовления водочной сортировки; C' - подсистема приготовления растворов ингредиентов; D - подсистема приготовления водки; I - подсистема купажирования; F - подсистема упаковки напитка в тару; J - подсистема переработки спиртосодержащих отходов

1. Подсистема приемки и хранения ректификованного спирта

Анализ современных технологических операций получения спирта (рис. 1.1.) показывает, что в российской технологии изменения произошли только на операции осаживания - эндогенные ферменты солода были заменены на более эффективные и удобные в применении микробиологического происхождения. Кроме того, на некоторых заводах по производству спирта стали применять дополнительное оборудование для удаления метанола и извлечения спирта из сивушного масла. Из производства практически исключен картофель и свекла в основном по причине их существенного удорожания.

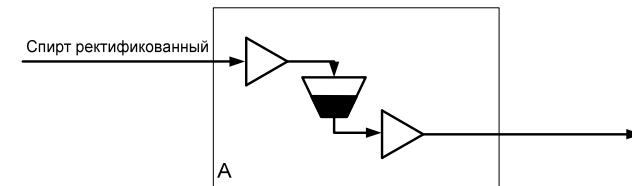


Рис. 1.1. Подсистема приемки и хранения ректификованного спирта

В среде профессионалов продолжают споры о необходимости суперочистки спирта или сохранения естественного вкуса исходного зернового сырья на уровне, не маскирующем водочный аромат.

Проведенные токсикологические исследования и анализ действующих стандартов на спирт, показали следующее:

- острая токсичность алкогольных напитков не связана с наличием в них регламентируемых ГОСТом и СанПиН 2.3.2.560-96 на водки веществ (по крайней мере, в диапазоне концентраций, характерных для коньяков);

- действующие стандарты и нормативы не могут быть использованы в качестве критерия токсичности алкогольных напитков.

Кроме того, в процессе глубокой ректификации этиловый спирт меняет свои физико-химические свойства, снижается вязкость, повышается проникающая и растворяющая способность и вероятность ускорения процессов воздействия на клеточном уровне. Возможно, с этим связано увеличение смертности от сердечнососудистых и онкологических заболеваний, особенно у мужчин.

Самое опасное - это снижение дозы содержания алкоголя в крови с 1-3,5 ‰ при отравлениях в 1,5-2 раза. Исследования Карельских медиков показали, что концентрация этанола в крови людей, умерших от отравлений алкогольными напитками, снизилась по сравнению с периодом до 1992 г. на 1/3, (с 1,3 до 1,15 ‰) при одновременном резком увеличении числа острых отравлений, которые проявляются в виде обострения разных видов заболеваний. Заболевают люди молодого и среднего возраста, которые раньше ничем серьезным не болели и вдруг стали страдать головокружением от резких скачков артериального давления, перебоев в работе сердца, внезапной одышкой и слабостью, пожелтением цвета глаз и кожи лица.

По ГОСТ Р 51355-99 существуют водки и водки особые (с добавлением натуральных ароматных или пряных масел, имеющие четко выраженный специфический привкус и запах). С точки зрения производителей, участников алкогольного рынка и аналитиков, водка подразделяется на следующие категории: эконом-, стандарт-, премиум- и суперпремиум-класс. Два последних принято считать элитной водкой. Их отличают более высокая цена и качество, для изготовления таких сортов используют спирт категории "Люкс" и "Альфа", то есть максимально очищенный от примесей, и особой чистоты воду.

Спирт для водки может быть выработан из любого крахмала растительного сырья. В России - это преимущественно пшеница, реже рожь. За рубежом, помимо этих культур, которые также считаются лучшими для водочного спирта, используют также ячмень (преимущественно скандинавские страны), сорго, кукурузу, картофель, крахмальные патоки, сою, виноград, сахарную свеклу. Стоит также заметить, что по данным 95% производителей элитного алкоголя за рубежом производят его из спирта-сырца, закупаемого у мелких сельхозпроизводителей.

Спирты высших категорий вырабатываются высокой крепости (не менее 96,3% об.), что полностью лишает их индивидуальных характеристик, в западной технологии спирты крепостью свыше 94,5% об. называются «нейтральными».

Несколько другой подход исповедует ряд производителей элитного алкоголя. Так известная шведская компания Absolut считает, что для выпуска продукции имеющей высокие органолептические характеристики спирт должен иметь крепость не выше 95% об.

Спирт, используемый при производстве украинской водки Nemiroff Lex, выдерживается перед приготовлением водки не менее 6 месяцев, при этом происходит этерификация спирта с образованием эфиров и гармонизация аромата. Усовершенствование классической технологии очистки водки (кстати, это является запатентованное know-how компании Nemiroff) позволяет в несколько раз увеличить время и эффективность очистки, и исключить традиционное нарастание нежелательных примесей в ней.



Рис. 1.2. Французская премиальная водка Jean-Marc XO Vodka производится в регионе Коньяк из 4-х видов зерна, тщательно отделенного от оболочек (полированных). Водка дистиллируется девять раз, фильтруется через фильтры из древесного угля лиможского дуба. Каждая бутылка индивидуально пронумерована.



Рис. 1.3. Водка Kauffman (Россия) производится из урожая одного года отобранного, выдержанного зерна семи лучших регионов России. Выбор регионов меняется год от года в зависимости от качества собранного зерна. Она ежегодно разливается в 25 тыс. современных дизайнерских бутылок и имеет в названии год выпуска.

Спирт для водки Stolichnaya Elit Vodka (Российская компания SPI) замораживается до температуры -18°C , причем примеси, намороженные на стенках сосуда в дальнейшем производстве не участвуют.

Солодовый спирт, в отличие от обычного зернового, изготавливается по более старинной технологии: брожение происходит за счет натуральных ферментов, без добавления синтетических компонентов. Таким образом, получается натуральный продукт, не содержащий в себе искусственные добавки, например, премиальную водку Beluga.

Иногда для очистки спирта от механических примесей при приемке из транспортных цистерн или спиртохранилищ его фильтруют на мембранных фильтрах, имеющих взрывозащищенное исполнение, и рабочий диапазон температур от -90°C до 200°C , подобные фильтры предлагает ООО НПП «Технофильтр» и целый ряд других компаний.

В зависимости от производительности системы подбирается марка фильтродержателя ДС на различное количество и высоту фильтрующих элементов. Рекомендуемая скорость потока спирта – 300-500 л/ч на элемент высотой 250 мм.



Рис. 1.4. Фильтры для грубого фильтрования спирта ООО НПП «Технофильтр»

2. Подсистема исправления качества воды

Основные операторы подсистемы исправления качества воды представлены на рис. 2.1.

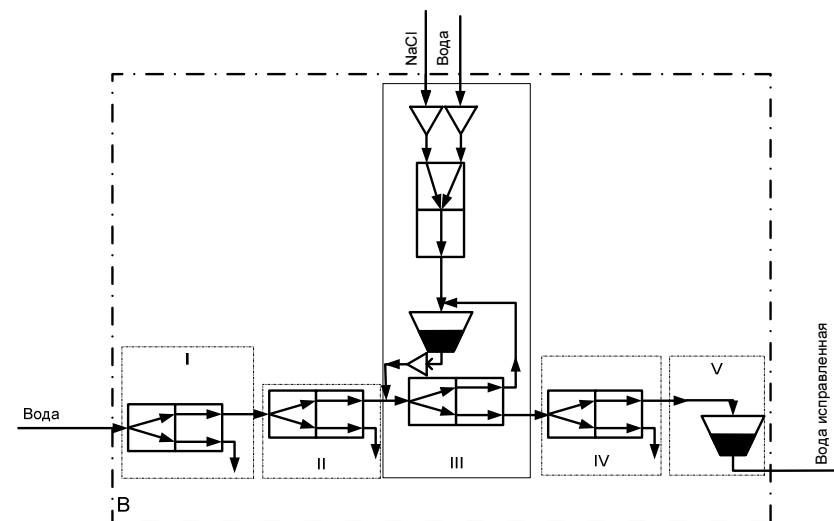


Рис. 2.1. Подсистема исправления качества воды, имеющая операторы:

I - предварительной фильтрации; II - обезжелезивания; III - умягчения ионообменном; IV - обессоливания обратным осмосом; V – хранения

3. Подсистема приготовления водочной сортировки и водки

Подсистема приготовления водно-спиртового раствора представлена на рис. 3.1 и состоит из операторов приготовления сортировки, хранения и подсистемы приготовления растворов ингредиентов.

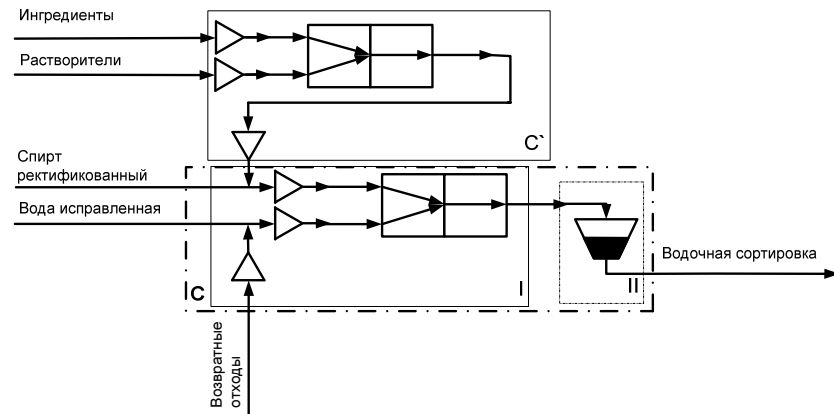


Рис. 3.1. Подсистема приготовления водочной сортировки, имеющая операторы:

I - приготовления сортировки; II - хранения; C` - подсистема приготовления растворов ингредиентов.

Основные тенденции в системе приготовления водочных сортировок:

-для предприятий небольшой мощности (до 700 тыс. дал в год) преобладают периодические схемы с перемешиванием сортировки сжатым воздухом и малой степенью автоматизации, требования к персоналу невелики, что позволяет использовать временных рабочих и частые остановки производства;

-для крупнотоннажных производств – непрерывные схемы в основном инжекционного смешения с высокой степенью автоматизации («безлюдные» технологии), требующие высокую квалификацию персонала и культуру производства;

-стремление к совмещению процессов приготовления сортировки и ее обработки адсорбентами для достижения постоянства качества напитка (одноразовое использование угля, пылевидного АУ).

Подсистема приготовления водки из водочной сортировки состоит из 3-х операторов (рис. 3.2.): форфильтования, обработки сортировки адсорбентом и окончательного фильтования, которые и будут рассмотрены в дальнейшем.

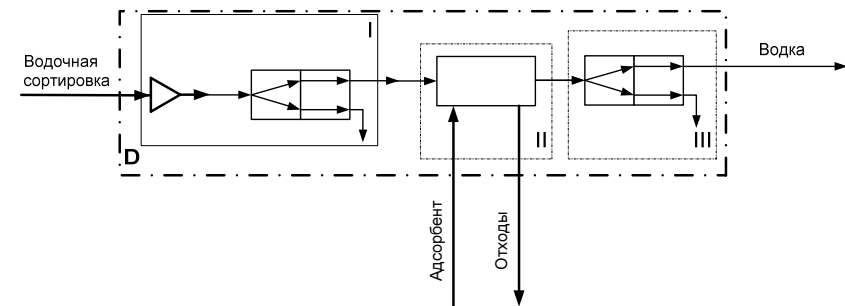


Рис. 3.2. Подсистема приготовления водки, имеющая операторы:

I - форфильтования; II - обработки сортировки адсорбентом; III - окончательного фильтования водки

4. Подсистема приготовления растворов ингредиентов

Винокурение, как старинное русское производство «хлебного вина», больше не существует. Сегодня спиртоводочная химическая промышленность индустриально производит спирт как химический реактив. А оборудование для «исправления» питьевой воды производит обессоленную (деионизированную) воду с повышенной щелочностью за счет перехода несвязанного катиона натрия, относящегося ко II классу опасности. Поэтому производство водок потребовало введение вкусовых добавок.

Выбор величин доз вводимых добавок для придания вкуса водкам производится сегодня производителями, рецептура утверждается местными органами, контроль на безопасность не проводится.

Анализ рецептурных составов современных водок позволил выявить следующие основные тенденции в их использовании:

декларируемые производителями цели использования ингредиентов:

смягчение вкуса («подчеркнуто мягкий вкус»);

маскировка резкого аромата спирта, округление аромата;

снижение токсического действия алкоголя на организм человека;

регуляция химических свойств (окисляемости, щелочности);

биологически активные вещества (БАВ) тонизирующего действия;

придание напитку полноты вкуса;

как правило, применение трех и более видов ингредиентов;

обязательное использование подсластителей и кислот, совместное использование которых гармонизирует вкус напитка;

расширение потребительской базы напитка путем введения технологически неоправданно большого числа ингредиентов: водка, практически не выходящая из общих органолептических характеристик водок особых, содержит наборы добавок, характерные скорее для бальзамов;

приготовление растворов ингредиентов, учитывая их незначительное количество, вручную, дозирование – при помощи мерников, расположенных на предкупажных площадках участка доводных чанов.

На рис. 4.1 представлена подсистема приготовления растворов ингредиентов, состоящая из устройства для их растворения и системы дозированного ввода в сортировку или водку. В качестве растворителей используется вода (сахарные сиропы, лимонная кислота), водно-спиртовые растворы (мед) или чистый спирт (эфирные масла). Некоторые ингредиенты (настои, морсы, спиртованные соки и ароматные спирты) вводятся в купаж в чистом виде.

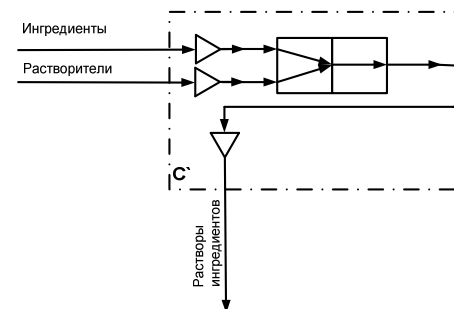


Рис. 4.1. Подсистема приготовления растворов ингредиентов

Большинство ингредиентов, которые могут быть адсорбированы при обработке активным углем, вводятся уже в готовую водку в доводном чане (вкусоароматические вещества, подсластители и пр.). Относительно небольшое количество вводится до угольного фильтрования, обычно это регуляторы физико-химических свойств, минеральные соли и пр.

Как уже отмечалось, ГОСТ 52190-2003 ограничивает органолептические свойства водки как напитка: бесцветный, с мягким, присущим водке вкусом, для особых водок - подчеркнуто специфический аромат и мягкий вкус, получаемые за счет внесения ингредиентов (для водок на экспорт допускается изменять органолептические и физико-химические показатели в соответствии с условия-

ми контракта). На практике это означает, что при поставке напитка на внутренний рынок в водках типа «водка» не должно вообще ощущаться никаких добавок, в водках особых - улавливается аромат добавок на пороге чувствительности. В обоих случаях цветность водок должна отсутствовать (при дегустации для выявления цвета и «блеска» ее сравнивают с дистиллированной водой).

В качестве ингредиентов ГОСТ Р 51355-99 разрешает применение:

сахара-рафинада и сахара-песка рафинированного по ГОСТ 22;

натрия двууглекислого по ГОСТ 2156;

кислот: уксусной по ГОСТ 6968 или ГОСТ 61, лимонной по ГОСТ 908, соляной по ГОСТ 3118, молочной по ГОСТ 490;

соли поваренной по ГОСТ Р 51574;

калия марганцовокислого по ГОСТ 20490;

глицерина по ГОСТ 6824;

меда натурального по ГОСТ 19792;

ароматных спиртов и настоев, полученных из ароматического растительного сырья и ректифицированного спирта;

эфирных масел, ароматизаторов, пищевых добавок и других видов пищевых продуктов и материалов, разрешенных к применению в пищевой промышленности.

Заметим, что требования ГОСТ не ограничивают виды вводимых веществ, в том числе допуская вещества ненатурального происхождения, единственное условие - разрешение к применению в пищевых продуктах.

Задача внесения в водку ингредиентов сводится к смягчению вкуса и запаха спирта, которые, однако, должны оставаться характерными для водки. Могут вводиться биологически активные пищевые добавки для придания особых свойств напитку. Не допускается применение каких-либо красителей, меняющий цвет напитка с бесцветного (так добавка к водке настоя черного цвета растения из Бирмы - катеху и создания на его основе «нового» класса «черных водок» (водка «VlaVod»), хоть и не меняет вкус напитка, автоматически переносит их по показателю цветности к горьким настойкам).

Добавка в водку чешуек кованого золота и серебра (или других нерастворимых и химически инертных веществ) не меняет ни вкуса, ни запаха водки и несут декоративный эффект, подчеркивающий «блеск» напитка, поэтому эти вещества к ингредиентам отнесены быть не могут.

Анализ рецептур современных водок и рекламные материалы их производителей позволили выявить следующие основные цели введения ингредиентов (рис. 4.2):

смягчение вкуса спирта;

округление аромата, смягчение запаха спирта;

регуляторы химического состава;

биологически активные вещества (БАВ) тонизирующего действия;

алкопротекторы;

вещества, придающие напитку полноту вкуса.

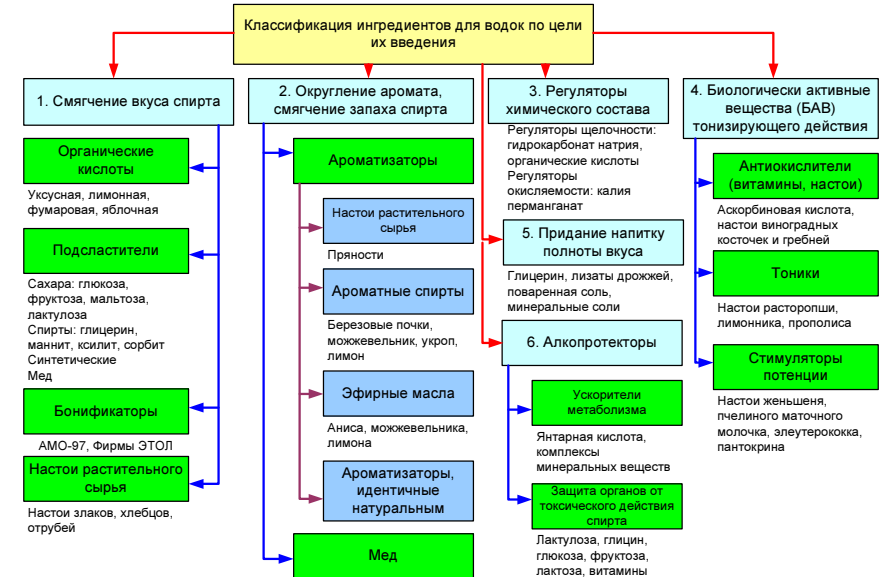


Рис. 4.2. Классификация ингредиентов для водок по цели их введения в рецептуры

Приведенная классификация весьма условна, поскольку одни и те же вещества могут выполнять ряд функций в рецептурах, например: мед является вкусовым бонификатором и ароматизатором, аскорбиновая кислота (витамин С) - регулятор кислотности и антиоксидант, янтарная кислота - регулятор кислотности и алкогольпротекторы и т.д.

5. Основные современные способы исправления качества воды

Исходная питьевая вода редко отвечает требованиям к воде для приготовления водок, поэтому ее необходимо подготавливать (исправлять), т.е. проводить водоподготовку¹. Вместе с тем, водоподготовка в ликероводочной промышленности обладает рядом отраслевых особенностей:

-источником водоснабжения, как правило, являются городские сети, вода в которых уже доведена до качества питьевой, поэтому большая часть грубых дефектов (запахи, содержание вредных веществ, патогенной микрофлоры) уже устранены;

-крайне нежелательно введение при очистке в обрабатываемую воду химических реагентов, следы которых остаются в готовом продукте (хлор, фтор, сода и пр.) и в последствие могут сказаться на стойкости изделия (особенно цветного) или его органолептических свойствах. Последнее требование особенно важно при выпуске напитков на экспорт;

-ограниченные площади заводов, как правило, расположенных в городской черте, не позволяют применять методы, требующие больших производственных помещений;

-на большинстве заводов отсутствуют собственные очистные сооружения (используются городские канализационные сети), поэтому нежелательны методы очистки, в результате которых образуются значительные объемы неочищенных стоков;

-полная очистка воды от растворенных веществ и примесей лишает напиток полноты вкуса;

-высокая конкурентность на рынке ликероводочных изделий диктует ограничения по стоимости водоподготовки, напрямую определяющую стоимость напитков.

В наибольшей степени отвечает таким требованиям дистилляция, при которой все примеси воды удаляются в результате перегонки. Метод позволяет получать стабильный состав, независимый

¹ Исправленная вода по определению ГОСТ Р 52190-2003 - вода, с определенным содержанием минеральных и органических веществ, приготовляемая способом умягчения, обессоливания, обезжелезивания или фильтрования питьевой воды.

от исходного качества воды, в одну стадию при минимальном наборе несложного оборудования. Однако дистиллированная вода имеет характерный вкус и запах, поскольку все летучие примеси исходной воды переходят в конечный дистиллят. Поэтому ее называют «мертвой», лишенной вкусовых компонентов, и в отечественной ликероводочной промышленности не применяют.

В зависимости от качества исходной воды подготовка может включать ряд стадий (индивидуально или в комплексе):

очистка воды от взвешенных частиц;

обезжелезивание;

удаление органических соединений (осветление, дезодорация);

умягчение;

обессоливание;

удаление биологических загрязнений (обеззараживание);

коррекция состава воды (щелочности, содержания Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , Na^+ , кислот и щелочей для коррекции водородного показателя pH).

5.1. Предварительное фильтрование

Главная задача данной стадии - очистка воды, обычно поступающей из городских сетей от грубых металлических примесей. Много лет с такой задачей вполне справлялись осветительные песочные фильтры с засыпкой кварцевого песка (рис. 5.1.).



Рис. 5.1. Осветительный фильтр для воды производства ОАО ТКЗ «Красный котельщик»

В современном варианте фильтр имеет корпус из оцинкованной гуммированной или нержавеющей стали, пластика. Остановка на регенерацию производится под управлением автоматики (рис. 5.2.).



Рис. 5.2. Общий вид современных песочных осветлительных фильтров

Для удаления механических примесей служит многослойный фильтр (фильтр механической очистки): взвешенных частиц коллоидного железа, крупных колоний микрофлоры, взвешенных частиц кремния и т.п. Многослойные фильтры (рис. 5.3) могут, применяются как самостоятельно, так и в составе систем водоподготовки. Работа многослойного фильтра основана на фильтровании загрязнителей на поверхности пористых материалов различной структуры, размеров и механизмов взаимодействия с содержащимися в исходной воде загрязнителями.

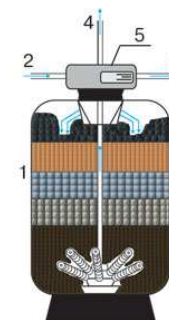


Рис. 5.3. Схема многослойного фильтра:

1. Фильтрующие слои; 2. Исходная вода; 3. Отфильтрованная вода;
4. Сток; 5. Блок регуляции

Фильтр состоит из 4 - 8 различных слоев фильтрующей массы и является эффективным средством очистки при небольшой себестоимости и минимальных трудозатратах. Фильтрующие слои для каждого предприятия рассчитываются индивидуально, в зависимости от качества исходной воды и технологических условий производства. Обслуживание фильтра сводится к минимуму после установки минимального, для данной исходной воды, автоматического режима промывки обратным током. Режим промывки не требует применения химреагентов и весьма кратковременен. Все детали установки выполнены из коррозионно-стойких материалов.

Многослойные фильтры служат для удаления из исходной воды:

- мутности, которая характеризует наличие в воде взвешенных частиц коллоидного железа и кремния, ила, глины, песка, трубопроводной ржавчины и др. механических примесей;

- прозрачности (или светопропускания) природных вод, которая обусловлена их цветом и мутностью, т.е. содержанием в них различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ;

- цветности - показателя качества воды, характеризующего интенсивность окраски воды и обусловленного содержанием окрашенных соединений;

- выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы.

Определяется путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами;

-привкуса и запаха, которые определяются как естественными, так и искусственными причинами: наличие растворенных нефтепродуктов и др. антропогенных загрязнений, хлорокисленной органики.

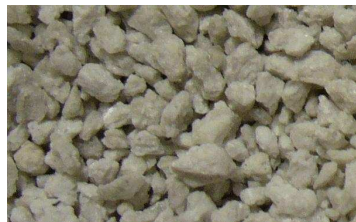
Традиционными загрузками механических фильтров являлись кварцевый песок и дробленый антрацит. В последние годы отечественная промышленность обеспечила выпуск таких традиционных загрузок, но значительно более высокого качества, например, кварцевый песок (Гора Хрустальная), керамзитовый гравий различных фракций, и новых видов - гидроантрацит, фильтроантрацит, стеклосцебень, горелые породы, цеолиты. Различные виды зернистых засыпок для осветляющих фильтров представлены на рис. 5.4.



Кварцевый песок



Гидроантрацит Пуrolат



Фильтрующая среда FILTER - AG
(компания Clack Corporation, США) -
обезвоженный алюмосиликат



Цеолит

Рис. 5.4. Различные виды зернистых засыпок для осветляющих фильтров

Кварцевый песок (речной или карьерный) - природный материал, который характеризуется высоким содержанием оксида кремния и незначительным количеством растворимых соединений кальция, железа и марганца. Кварцевый песок при небольшом содержании примесей известняка отвечает всем требованиям, предъявляемым к фильтрующим материалам.

Зерна дробленного антрацита имеют меньшую плотность, чем кварцевый песок, и поэтому его обычно используют в качестве верхнего слоя загрузки двухслойных фильтров. Антрацит обладает рядом преимуществ: разнородность его состава позволяет взвешенным частицам проникать глубже в слой фильтрующей загрузки, что обеспечивает более длительную работу в режиме сервиса и снижает потери напора. Вследствие меньшей насыпной плотности скорость потока и расход воды на обратноточную промывку значительно меньше, чем у кварцевого песка.

Керамзит представляет собой гранулированный пористый материал, получаемый обжигом глинистого сырья в специальных печах. Фракции керамзита могут быть получены либо отсевом из общей массы неоднородного керамзита, либо дроблением крупных гранул с последующим отсевом нужных фракций. Зерна дробленного керамзита имеют более развитую поверхность и соответственно лучшие технологические свойства.

Filter-Ag представляет собой легкие частицы, что, в свою очередь, требует меньших потоков воды для обратной промывки. Гранулы Filter-Ag (безводный оксид кремния) со значительной поверхностью фильтрации позволяют добиться максимальной эффективности при удалении взвешенных частиц. Filter-Ag обладает рядом преимуществ по сравнению с другими фильтрующими загрузками: при проектировании систем ввиду высоких рабочих скоростей и значительной эффективности, обеспечиваемой загрузкой, оборудование может иметь меньшие габаритные размеры.

Изломленные края и неровности частиц данного материала обеспечивают большую площадь поверхности и сложную траекторию протекания потока воды через слой загрузки, за счет чего достигается уровень механической очистки до 20-40 мкм. За счет большего, по сравнению с другими фильтрующими материалами

размера частиц, уменьшаются потери давления в фильтре и происходит более глубокое проникновение частиц загрязнений в слое загрузки, благодаря чему продлевается срок службы материала.

Также большой размер частиц Filter-Ag и их неправильная форма предотвращают слипание отфильтрованных загрязнений в верхнем слое загрузки и его последующую блокировку, как это происходит в стандартных песчаных фильтрах. За счет легкого веса материала уменьшается расход воды и достигается большее расширение слоя для удаления отфильтрованных механически частиц при взрыхлении загрузки. Данная идеальная комбинация формы частиц, их размера и плотности делает Filter-Ag высокоэффективным фильтрующим материалом.

5.2. Обезжелезивание

Большинство подземных вод России содержат повышенную концентрацию железа и марганца и поэтому без предварительной очистки они мало пригодны для питья и использования в бытовых и технических нуждах. Иногда, особенно в случае подъема грунтовых вод и паводках в воде присутствует сероводород.

Избыток железа вызывает нарушения функций печени и желудочно-кишечного тракта. Избыток марганца действует на ферментные системы мозга. Использование воды с повышенным содержанием железа и марганца ведет не только к негативным результатам при ее применении, но и к преждевременному износу техники. Высокое содержание железа придает воде неприятный вяжущий вкус, такая вода, как правило, мутная, желтоватого цвета. При окислении железо переходит в гидроксид и осаждается в виде твердых частиц. Это свойство и используется для удаления, растворенного в воде железа.

Окраска в основном обуславливается присутствием соединений железа чаще всего в виде гидрокарбоната $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2]$ и сульфата железа (II) $[\text{FeSO}_4]$ или гуминовыми веществами.

В подземных источниках воды марганец (Mn) встречается не так часто, как железо, и чаще всего присутствует в воде вместе с

растворенным железом Fe^{2+} . Заметить, что в воде присутствует марганец можно по нескольким признакам:

- черный осадок;
- мутная темная вода;
- при длительном контакте с водой чернеют руки и ногтевые пластины.

Марганец способен накапливаться в трубах, создавать отложения. «Марганцевые» бактерии также существуют и могут становиться причиной закупорки труб.

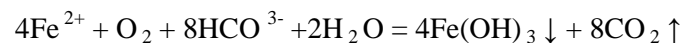
Сероводород - бесцветный газ с характерным запахом гниющего белка. Сероводород очень ядовит. Длительное вдыхание воздуха, содержащего этот газ даже в небольших количествах, вызывает тяжёлые отравления. Сероводородная вода при стоянии на воздухе, особенно на свету, скоро становится мутной от выделяющейся серы. Это происходит в результате окисления сероводорода кислородом воздуха. Раствор сероводорода в воде обладает свойствами кислоты. Сероводород - сильный восстановитель (это свойство сероводорода препятствует окислению двухвалентного железа, присутствующего в воде). При действии сильных окислителей сероводород окисляется до диоксида серы или до серной кислоты, в зависимости от условий: pH раствора, температуры, концентрации окислителя.

Сероводород и гидросульфиды способствуют значительной интенсификации процессов коррозии стали. Продуктом коррозии является сернистое железо FeS . Оно не образует плотной защитной пленки на металле и не защищает железо от дальнейшей коррозии. Кроме того, наличие сероводорода в воде придает ей неприятный запах.

Обезжелезивание воды

Все многообразие методов, применяемых в технологии обезжелезивания воды, можно свести к двум основным типам – реагентные и безреагентные. Обезжелезивание поверхностных вод можно осуществлять лишь реагентными методами, а для удаления железа из подземных вод наибольшее распространение получили безреагентные методы.

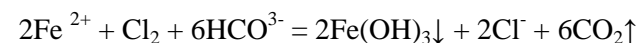
Безреагентные методы обезжелезивания воды. Безреагентные методы обезжелезивания могут быть применены, когда исходная вода характеризуется: рН – не менее 6,7; щелочностью – не менее 1 мг-экв/л; перманганатная окисляемость – не более 7 мг O₂/л. По стехиометрии на окисление 1 мг железа (II) расходуется 0,143 мг растворенного в воде кислорода, щелочность воды при этом снижается на 0,036 мг-экв/л.



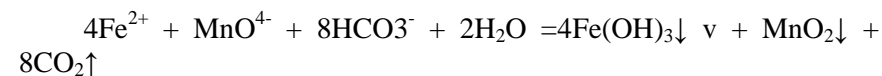
Метод окисления железа путем упрощенной аэрации основан на способности воды, содержащей двухвалентное железо и растворенный кислород, при фильтровании через зернистый слой выделять железо на поверхности зерен, образуя каталитическую пленку из ионов и оксидов двух- и трехвалентного железа. Эта пленка, активно интенсифицирует процесс окисления и выделения железа из воды. В самом начале процесса обезжелезивания при поступлении на фильтр первых порций воды, когда загрузка еще чистая, адсорбция соединений железа на ее поверхности происходит в мономолекулярном слое, т.е. имеет место физическая адсорбция. После образования мономолекулярного слоя процесс выделения соединений железа на зернах песка не прекращается, а наоборот, усиливается, вследствие того, что образовавшийся монослой химически более активен, чем чистая поверхность загрузки (песка). Адсорбционные свойства пленки из соединений железа на зернах фильтрующей загрузки, высокая ее удельная поверхность и наличие большого количества связанной воды позволяют сделать вывод, что пленка представляет собой очень сильный адсорбент губчатой структуры. Одновременно, пленка является катализатором окисления поступающего в загрузку железа (II). В связи с этим эффект очистки воды зернистым слоем несравненно выше, чем это могло бы быть в гомогенном слое.

Обезжелезивание воды в загрузке, покрытой пленкой, является гетерогенным автокаталитическим процессом, в результате чего обеспечивается непрерывное обновление пленки как катализатора непосредственно при работе фильтра.

Реагентные методы обезжелезивания воды. Реагентные методы обезжелезивания воды следует применять при низких значениях рН, высокой окисляемости, нестабильности воды. По стехиометрии на окисление 1 мг железа (II) расходуется 0,64 мг хлора; щелочность воды при этом снижается на 0,018 мг-экв/л. Реакция окисления протекает по следующему уравнению:



При обработке воды перманганатом калия реакция окисления и последующего гидролиза протекает по уравнению:



По стехиометрии на окислении 1 мг железа(II) расходуется 0,71 мг перманганата калия; щелочность воды при этом уменьшается на 0,036 мг-экв/л.

Обезжелезивание воды фильтрованием через модифицированную загрузку основано на увеличении сил адгезии путем воздействия, на молекулярную структуру поверхности зерен фильтрующей загрузки. Для увеличения сил адгезии, как показали исследования, необходимо на поверхности зерен фильтрующей загрузки образовать пленку из соединений, имеющих более высокое значение константы Ван-дер-Ваальса. Кроме того, электростатические свойства этих соединений должны обеспечить изменение дзетта-потенциала поверхности зерен в нужном направлении. При этом силы адгезии соприкасающихся тем больше, чем больше молекулярной массы.

Методика модификации загрузки предусматривает ее последовательную обработку 1,5%-ным раствором серноокислого железа (II), а затем 0,5%-ным раствором перманганата калия. Суммарная продолжительность контакта 30 мин. Спустя 20 мин. после начала работы фильтрат отвечает лимитам ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая».

Обезжелезивание воды упрощенной аэрацией, хлорированием и фильтрованием заключается в удалении избытка углекислоты и обогащения воды кислородом при аэрации, что способствует повышению pH и первичному окислению железо-органических соединений. Окончательное разрушение комплексных соединений железа (II) и частичное его окисление достигается путем введения в обрабатываемую воду окислителя (хлора, озона, перманганата калия и т.п.) Соединения закисного и окисного железа извлекаются из воды при фильтровании.

Обезжелезивание воды методом напорной флотации основано на действии молекулярных сил, способствующих слипанию отдельных частиц гидроксида железа с пузырьками тонко диспергированного в воде воздуха и всплывании образующихся при этом агрегатов на поверхность воды. Метод флотационного выделения дисперсных и коллоидных примесей природных вод весьма перспективен вследствие резкого сокращения продолжительности процесса (в 3-4 раза) по сравнению с осаждением или обработкой в слое взвешенного осадка.

Процесс напорно-флотационного разделения хлопьев гидроксида железа в окисное; растворение воздуха в воде и образование пузырьков; образование комплексов «пузырек воздуха - хлопья гидроксида железа»; подъем этих комплексов на поверхность воды.

Деманганация воды

Известные в технологии улучшения качества воды методы ее деманганации² можно классифицировать на безреагентные и реагентные; на окислительные, сорбционные, ионообменные и биохимические.

К числу безреагентных методов удаления марганца из воды следует отнести: глубокую аэрацию с последующим отстаиванием (вариант) и фильтрованием на скорых осветительных фильтрах с сорбцией марганца на свежесформованном гидроксиде железа.

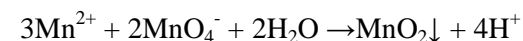
² Деманганация (desmanganese) - удаление марганца из питьевой воды.

К числу реагентных методов деманганации воды, прежде всего, относятся окислительные с использованием хлора и его производных – озона, перманганата калия, технического кислорода.

При фильтровании происходят следующие процессы. Поверхность песка при pH~7 имеет малый электрический отрицательный заряд и поэтому обладает слабыми сорбционными свойствами по отношению к ионам марганца (II) и железа (II), имеющим положительный заряд. С ростом pH эти свойства усиливаются. При фильтровании через песок сначала происходит адсорбция ионов железа (II) и марганца (II) поверхностью его зерен. Под действием растворенного в воде кислорода ион железа(II) окисляется до железа (III), который, гидролизуясь, образует на поверхности зерен загрузки качественно новый сорбент, состоящий из соединений железа, который и сорбирует ионы марганца(II).

Растворимая в воде свободная углекислота также сорбируется этим сорбентом, ухудшая эффект очистки за счет снижения значения pH.

Наиболее эффективным и технологически простым методом удаления марганца из вод поверхностных и подземных источников в настоящее время является - обработка их перманганатом калия



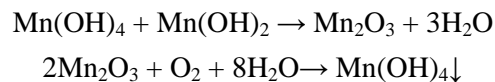
Очень важным аспектом применения перманганата калия для очистки воды от марганца является образование дисперсного осадка оксида марганца MnO_2 , который, имея большую удельную поверхность порядка 300 м²/г, является эффективным сорбентом. При обработке воды перманганатом калия снижение привкусов и запахов происходит также вследствие частичной сорбции органических соединений образующимся мелкодисперсным хлопьевидным осадком гидроксида марганца. Таким образом, применение перманганата калия дает возможность удалить из воды, как марганец, так и железо независимо от форм их содержания в воде. В водах с повышенным содержанием органических веществ железо и марганец образуют устойчивые органические соединения (комплексы), медленно и трудно удаляемые при обычной обработке хлором и коагу-

лянтном. Применение перманганата калия, сильного окислителя, позволяет разрушить эти комплексы с дальнейшим окислением ионов марганца (II) и железа (II) и коагуляцией продуктов окисления. Кроме того, коллоидные частички гидроксида марганца $Mn(OH)_4$ в интервале $pH=5...11$ имеют заряд, противоположный зарядам коллоидов коагулянтов $Fe(OH)_3$ и $Al(OH)_3$, поэтому добавление перманганата калия воде интенсифицирует процесс коагуляции.

На удаление 1 мг $Mn(II)$ расходуется 1,88 мг. $KMnO_4$.

Таким образом, перманганат калия, оказывая совокупное действие как окислителя, сорбента и вспомогательного средства коагуляции, является высокоэффективным реагентом для очистки воды от целого ряда загрязнений, в том числе и от марганца.

Использование катализаторов окисления марганца. Установлено, что предварительно осажденные на поверхности зерен фильтрующей загрузки оксиды марганца оказывают каталитическое влияние на процесс окисления иона марганца (II) растворенным в воде кислородом. При фильтровании аэрированной и подщелоченной (при низких pH) воды, содержащей марганец, через песчаную загрузку по прошествии некоторого времени на поверхности зерен песка образуется слой. Слой состоит из отрицательно заряженного осадка гидроксида марганца Mn_2O_3 , который адсорбирует положительно заряженные ионы марганца (II). Гидролизировавшись, эти ионы реагируют с осадком $Mn(OH)_4$, образуя хорошо окисляемый полутороксид Mn_2O_3 по реакциям:



Таким образом, в результате снова образуется гидроксид марганца (IV), который опять участвует в процессе окисления в качестве катализатора. Использование этого свойства оксидов марганца дало возможность применить в практике кондиционирования воды метод ее фильтрования через песок, зерна которого предварительно покрыты пленкой оксида марганца (так называемый «черный пе-

сок»). Для этого обычный кварцевый песок крупностью 0,5...1,2 мм обрабатывают последовательно 0,5%-ным раствором хлорида марганца и перманганата калия.

Деманганизация воды фильтрованием через модифицированную загрузку. Предыдущий метод фильтрования аэрированной воды через загрузку, обработанную оксидами марганца, имеет ряд недостатков, заключающихся в следующем:

- постепенном измельчении частиц, образующих покрытие зерен загрузки, при работе фильтра, и проскоке их в фильтрат;
- значительный расход перманганата калия.

Для исключения указанных недостатков был запатентован метод деманганизации воды фильтрованием через модифицированную загрузку, приготовляемую последовательным пропуском снизу вверх через кварцевый песок растворов железного купороса и перманганата калия, что позволяет достичь экономии последнего. Для закрепления образующей пленки из гидроксида железа и оксида марганца на зернах фильтрующей загрузки, последнюю, затем, дополнительно обрабатывают тринатрийфосфатом или сульфитом натрия.

Удаление марганца (II) и железа (II) из воды методом ионного обмена. Данный процесс происходит как при натрий катионировании, так и водород-катионировании. При фильтровании воды через катионитовую загрузку происходит умягчение. Метод целесообразно применять при необходимости одновременного глубокого умягчения воды и освобождении ее от железа (II) и марганца (II).

Биохимический метод удаления марганца. Данный метод заключается в высевании на зернах загрузки фильтра марганцепортебляющих бактерий типа *Bacteria manganicus*, *Metallogenium personatum*, *Caulococcus manganifer* и последующем фильтровании обрабатываемой воды. Эти бактерии поглощают марганец из воды в процессе жизнедеятельности, а отмирая, образуют на зернах песка пористую массу, содержащую большое количество оксида марганца, служащего катализатором окисления марганца(II). При ско-

рости фильтрования до 22 м/час фильтры полностью удаляют из воды марганец.

Методы удаления сероводорода

Физический метод. Выветривание на безнапорном дегазаторе с принудительной подачей воздуха с дальнейшим аэрированием путём барботирования атмосферного воздуха через воду при помощи мелкопузырчатого аэратора. Одновременно вода насыщается кислородом. При этом сероводород не только выветривается, но и окисляется кислородом воздуха. К недостаткам метода можно отнести относительную громоздкость оборудования, более высокую энергоёмкость в связи с необходимостью использовать насос второго подъёма воды.

Попытки продувать воздух через воду с использованием напорной аэрационной колонны в целях удаления сероводорода, как правило, оказываются неэффективными.

Сероводород в зависимости от pH воды может находиться в молекулярном состоянии H_2S и в виде ионов HS^- и S^{2-} . Аэрированием удаляется только та часть сероводорода, которая представлена H_2S (частично HS^-). Полное удаление H_2S аэрированием возможно лишь при подкислении воды до $pH < 5$. В этих условиях высокая концентрация водородных ионов подавляет диссоциацию сероводорода, поэтому большая часть его будет находиться в молекулярной форме, которая легко удаляется аэрированием.

Химический метод. Окисление доставкой окислителя в воду с последующей фильтрацией на зернистой загрузке. Наиболее эффективно совмещение методов аэрации и химического окисления сероводорода. В качестве окислителя эффективно работают гипохлорит натрия, перекись водорода, озон. После окисления примесей воду подают на фильтр с зернистой загрузкой.

Оборудование и материалы, используемые для обезжелезивания в технологии водок

Как было отмечено ранее, в технологии водоподготовки для производства водок крайне нежелательно применение реагентных методов, которые впоследствии, реагируя с веществами купажа

напитка, вызовут изменение его органолептических свойств или помутнения. Поэтому преимущественно обезжелезивание проводят на фильтрах с зернистой засыпкой.

Вся операция происходит в специальном фильтре-колонке, где фильтрующая подушка состоит из окисляющей крошки, которая отдает кислород железу и удерживает образующиеся частицы гидроксида железа. Точно такой же принцип применяется для удаления из воды при помощи фильтра растворенного в воде марганца. Очистка воды от железа и марганца может дополняться продувкой сжатым воздухом.

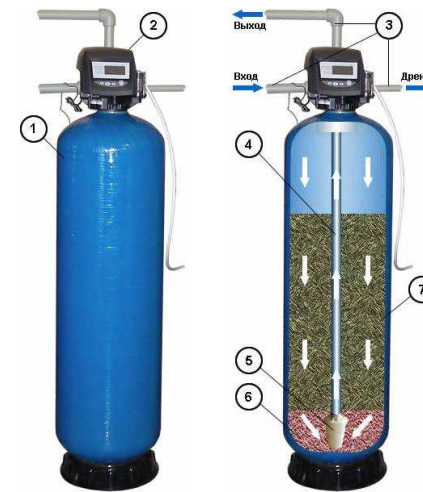


Рис. 5.5. Фильтры обезжелезивания типа НФИ

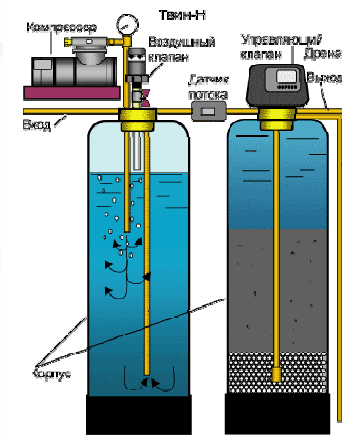


Рис. 5.6. Реагентный фильтр обезжелезивания компании АквалАйн

Принципиально новыми продуктами, появившимися в последние десятилетия, являются специальные каталитические загрузки, позволяющие с высокой эффективностью проводить обезжелезивание воды и деманганацию. К ним относятся:

Birm является эффективной и экономичной фильтрующей средой для удаления из воды растворенного железа и марганца. Birm действует как нерастворимый катализатор для усиления реакции окисления соединений железа растворенным в воде кислородом. Артезианская вода обычно содержит железо в форме бикарбоната, образующегося из-за избытка растворенного в воде углекислого газа, в данной форме железо не может быть удалено из воды путем фильтрации. Birm, действуя как катализатор реакции между кислородом и растворимыми соединениями железа, усиливает процесс окисления Fe^{2+} до Fe^{3+} с последующим образованием гидроксида железа, который легко может быть удален из воды посредством фильтрования. Загрязнения, накапливаемые засыпной средой Birm, легко могут быть удалены ее обратной промывкой. Birm является самой экономичной засыпной средой для удаления из воды растворенного железа, так как для ее регенерации не требуются химические реагенты. Кроме того, засыпка Birm мало подвержена физическому истиранию и остается эффективной в широком диапазоне температур исходной воды.



Birm



Сорбент АС



Магнетит (устаревший синоним
— магнитный железняк)
 $FeO \cdot Fe_2O_3$



Фильтрующий материал
PYROLOX.

Рис. 5.7. Засыпки для фильтров обезжелезивания и деманганизации

Catalox – каталитический материал для удаления железа и марганца (аналог материала Pyrolox). Материал Catalox (Pyrolox) – 80%-я руда марганца, сильнейший окислитель, способный удалять значительные количества железа. Преимуществом материала Catalox является его живучесть: благодаря низкому коэффициенту истираемости, он способен проработать до 10 лет. Именно такой срок указывают его производители. К сожалению, из-за неправильных условий эксплуатации фильтров-обезжелезователей, в частности, из-за малых скоростей промывок, материал может потерять эффективность каталитического окисления растворенного железа, вследствие слеживаемости. Материал Catalox так же эффективен при удалении из воды сероводорода.

Магнофилт – состоит из карбонатов кальция и магния с плотностью 1,35–1,4 г/см³, действует как катализатор при окислении Fe^{2+} до Fe^{3+} , в результате образуется нерастворимая гидроокись железа, которая практически полностью задерживается фильтрслоем. Физические характеристики Магнофилта позволяют легко удалять осадки при обратной промывке. Зерна Магнофилта химстойкие и очень прочные, поэтому практически не расходуются в процессе

эксплуатации, что определяет его высокий эксплуатационный ресурс. Другие преимущества: высокая пористость, щелочная реакция, большой диапазон рабочей температуры; регенерация проводится обратным током воды без использования химреагентов. Недостатки – некоторые ограничения по химическому составу воды.

Магнетит (Магнетитовый кварцит) - природный минерал на основе двуокиси марганца, который используется в качестве зернистого фильтрматериала в процессе очистки воды от железа, марганца и сероводорода. Цвет от темно - серого до черного, плотность 1,9–2,0 г/см³, эффективный размер 1,5 мм, коэффициент однородности 1,7, насыпная плотность 3,8 г/см³.

При прохождении через зернистый слой магнетита, растворенный в воде сероводород, железо и марганец окисляются и задерживаются в капиллярно-пористой структуре слоя с последующим удалением при обратной промывке. Использование дополнительных химических продуктов при регенерации не требуется - только периодическая обратная промывка исходной водой.

Зерна Магнетита прочные и химстойкие с высокой пористостью фильтрующего слоя, что определяет его высокую грязеемкость и высокую степень очистки воды. Магнетит может использоваться в сочетании с аэрацией, хлорированием, озонированием и другими методами дополнительной обработки исходной воды, которые ускоряют реакцию каталитического окисления.

МТМ - гранулированная фильтрующая загрузка, обогащенная оксидом марганца (II). Активная поверхность гранул МТМ окисляется и осаждает растворенное железо и марганец. Сероводород окисляется до серы. Осадок задерживается слоем фильтрующей загрузки и удаляется при обратной промывке. МТМ легковесен, поэтому требует меньших потоков воды для обратной промывки. Когда окислительный потенциал МТМ уменьшится, следует провести его регенерацию раствором перманганата калия для восстановления окислительной способности.

Manganese Greensand - глауконитовый песок, обогащенный оксидами марганца (II), который способен удалять из воды железо, марганец и сероводород. Он окисляет и осаждает растворенное железо и марганец за счет контакта с высшими оксидами марганца на гранулах марганцевого зеленого песка. Сероводород окисляется до серы. Осадок задерживается слоем фильтрующей загрузки и удаляется посредством обратной промывки. Для восстановления окислительной способности марганцевого зеленого песка следует провести его регенерацию слабым раствором перманганата калия.

Pyrolox - природный минерал на основе диоксида марганца. Pyrolox - гранулированная загрузка фильтра для удаления железа, марганца и сероводорода. Pyrolox действует по следующему принципу: сероводород, железо и марганец окисляются и задерживаются в загрузке с последующим удалением при обратной промывке. Использование дополнительных химических продуктов при регенерации не требуется. Загрузка является очень прочным материалом и никакие вещества из загрузки не вымываются и не попадают в питьевую воду. Pyrolox может быть использован в сочетании с аэрацией, хлорированием, озонированием и другими методами дополнительной обработки в случаях, когда исходная вода содержит большие концентрации загрязнений. Хлор и другие окислители ускоряют реакцию катализа.

Сорбент КаМ. Существенным недостатком этих сорбентов является ограниченный спектр их применения в зависимости от pH. Поэтому был разработан новый эффективный материал – сорбент КаМ с развитой каталитически активной поверхностью, который эффективно работает в любом диапазоне значений pH существующих водоисточников. Сорбент и оборудование на его основе выпускаются фирмой «Фильтропор Групп».

Используемый сорбент КаМ имеет каталитически активную поверхность для окисления и коагуляции соединений железа в виде гидроксида. Особенность сорбента – большая щелочная буферная емкость. Поэтому в отличие от существующих сорбентов КаМ сохраняет свою активность не только в щелочной и нейтральной, но и в слабокислой среде. При содержании железа до 25 мг/дм³ КаМ не

нуждается в регенерации – она обеспечивается растворенным в воде воздухом. Принцип действия основан на окислении растворенного железа и марганца и превращении их в нерастворимые и тем самым хорошо удаляемые фильтрованием хлопья. Загрузка фильтров не расходуется, не требуется дозирование реагентов. Регенерация фильтров осуществляется автоматически промывкой исходной или очищенной водой через определенные промежутки времени в зависимости от состава воды.

Сорбент КаМ получается нанесением специального каталитического слоя на природные и искусственные гранулированные материалы, имеющие на своей поверхности слабоосновную или щелочную реакцию. Материал характеризуется высокой скоростью окисления двухвалентного железа до трехвалентного состояния и высокой коагулирующей эффективностью для осаждения гидроксидов железа. Сравнительные испытания в разных организациях показали преимущество разработанного сорбента по сравнению с такими известными материалами, как Birm и GreenSand, по следующим параметрам:

- длительности фильтроцикла;
- максимальной скорости.

Эффективность сорбента КаМ подтверждена эксплуатацией поставленных фирмой «Фильтропор Групп» установок в промышленных условиях.

5.3. Умягчение

Процесс удаления из воды солей жесткости (Ca^{2+} и Mg^{2+}) называется **умягчением**, для чего в технологии водоочистки применяется три основных способа:

- реагентное умягчение (известкование и содо-известкование);
- ионный обмен;
- мембранные способы (обратный осмос).

Более общим является понятие **обессоливания**, т.е. снижение содержания не только солей жесткости, но и других растворенных минеральных солей. Как правило, в подготовке воды для ликероводочных производств отдельно стадию обессоливания не применя-

ют, поскольку обессоливание происходит при ионном обмене, обезжелезивании и обратном осмосе.

В настоящее время умягчение производится преимущественно методами ионообмена.

Ионообмен - процесс обмена ионов твердой матрицы (ионита) с ионами раствора.

В настоящее время ионный обмен является одним из основных способов умягчения воды и ее обессоливания, даже при наличии очистки обратным осмосом метод используется в качестве предварительного для снижения нагрузки на мембранный блок. Кроме того, это единственный способ, позволяющий избирательное извлечение компонентов раствора, например, тяжелых металлов, солей жесткости.

Иониты - твердые растворимые вещества, имеющие в своем составе группы, способные к обмену на другие ионы, находящиеся в растворе. При ионизации возникают две разновидности ионов: одни жестко закреплены на каркасе (матрице) R ионита, другие - противоположного знака, способны переходить в раствор в обмен на эквивалентное количество других ионов того же знака из раствора.

Ионит состоит из матрицы (каркаса) – высокомолекулярная, практически нерастворимая в воде или других растворителях часть ионообменного материала, обладающая определенным зарядом (у катионитов – отрицательный, у анионитов – положительный). С матрицей связаны подвижные ионы – противоионы. Противоионы обладают зарядом, противоположным заряду ионогенной группы матрицы. В целом зерно ионообменного материала нейтрально. Противоионы подвижны и способны обмениваться на ионы того же знака. Для наглядности ионит можно сравнить с губкой, в порах которой циркулируют противоионы. Если погрузить губку в раствор, противоионы переместятся в раствор, а их место займут ионы того же знака из раствора, чтобы сохранить электронейтральность зерна.

Если ионит, содержащий только противоионы одного типа (на рис. 2.13 они изображены синим цветом), поместить в раствор с противоионами другого типа (на рис. 5.8. они изображены красным

цветом), то ионы первого типа начнут замещаться на ионы второго типа.

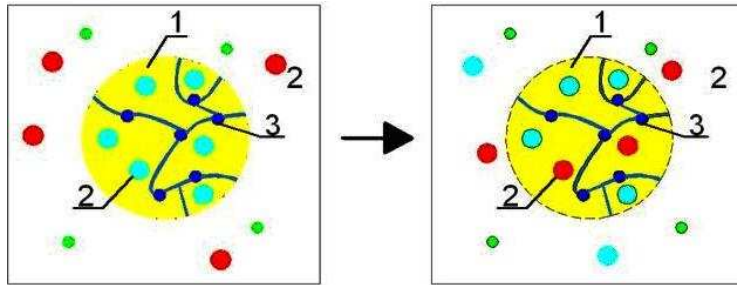


Рис. 5.8. Схема ионного обмена между ионитом и раствором:

а – начальное состояние; б – ионообменное равновесие;

1 – матрица с фиксированными ионами; 2 – противоионы; 3 – коионы

Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока не установится равновесие: ионит и раствор будут содержать ионы двух видов в определенном соотношении. Такое состояние принято называть ионообменным равновесием. Помимо противоионов в ионит поступают растворитель с растворенными в нем ионами – коионами. Коионы – ионы, обладающие тем же зарядом, что и матрица ионита.

Иониты делятся на четыре основные группы:

катиониты;

аниониты;

амфолиты;

селективные иониты.

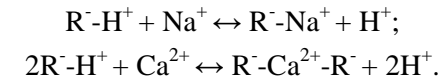
По происхождению ионитов делятся:

неорганические иониты;

органические иониты.

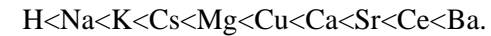
Катиониты - иониты с закрепленными на матрице анионами, обменивающиеся с раствором катионами.

Если катионит находится в водородной H^+ -форме (сильнокислотный катионит), ионообмен описывается следующим уравнением:



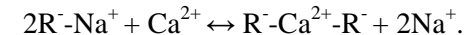
В результате извлекаются все катионы, находящиеся в растворе, с одновременным освобождением ионов водорода, раствор приобретает кислую реакцию.

Для сильнокислотного катионита КУ-2-8 ряд селективности (сродство катионов к нему) имеет вид:



При равной концентрации в растворе катионы, стоящие правее, вытесняют из катионита катионы, стоящие левее.

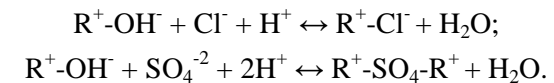
Если катионит находится в солевой Na^+ форме, то извлекаются катиониты, стоящие в ряду селективности справа:



Поскольку одни катионы заменяются эквивалентным количеством других, pH раствора практически не меняется.

Аниониты - иониты с закрепленными на матрице катионитами, обменивающиеся с растворами анионитами.

Для анионита в OH^- -форме:



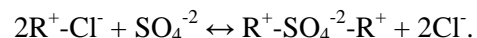
Поскольку из раствора извлекаются аниониты, pH сдвигается до нейтральной реакции.

Ряд селективности для сильноосновного анионита АВ-17-8:



При равной концентрации в растворе анионы, стоящие правее, вытесняют из анионита анионы, стоящие левее.

Если анионит находится в солевой Cl-форме, извлекаются аниониты, стоящие правее Cl: NO_3^- , HSO_4^- , SO_4^{2-} :



Раствор остается практически нейтральным.

Амфолиты содержат одновременно катионообменные и анионообменные группы и в зависимости от внешних условий могут быть как катионитами, так и анионитами. В ликероводочной промышленности не применяются.

Селективные иониты содержат специально подобранные ионообменные группы, имеющие сродство к определенной группе ионов и используются для извлечения, например, бора, тяжелых металлов, радионуклидов.

Основные характеристики ионитов:

обменная емкость;

селективность;

механическая прочность;

осмотическая стабильность;

химическая стабильность;

температурная устойчивость;

фракционный состав.

Обменная емкость - полная и динамическая.

Полная обменная емкость (ПОЕ) определяется числом функциональных групп, способных к ионообмену в единице ионита: мг-экв/кг; мг-экв/дм³ и указывается в паспорте на ионит. При эксплуатации ПОЕ может уменьшаться из-за старения матрицы, поглощения ионов-отравителей (органики, железа), блокирующих способность к ионообмену.

Динамическая обменная емкость (ДОЕ). При использовании ионита он регулярно походит циклы сорбции-регенерации, которая

проходит задолго до полного замещения всех функциональных групп, поэтому обычно ДОЕ=0,4-0,7ПОЕ.

Селективность - способность избирательно сорбировать ионы из растворов многокомпонентного состава.

Механическая прочность - способность ионита сопротивляться истиранию, в результате которого происходит постепенное механическое вымывание массы ионита в обрабатываемый раствор и его унос.

Осмотическая стабильность. Поскольку иониты в большинстве своем представляют собой гели, при изменении осмотического давления раствора (см. далее) они увеличиваются или уменьшаются в размерах, что вызывает внутренние напряжения и может расколоть зерно. Осмотическая стабильность - это число целых зерен, отнесенное к первоначальному после 150 циклов обработки образца щелочью и кислотой с промежуточной отмывкой умягченной водой.

Химическая стабильность - стойкость ионита к действию химических реагентов. Например, иониты АВ-17, АМП окисляются концентрированными растворами перманганата, бихромата, озона, хлора.

Температурная устойчивость - определяется рабочим диапазоном температур, обычно 60-80°C.

Фракционный состав определяет плотность упаковки гранул (чем меньше размер зерна, тем плотнее их упаковка), способность к взрыхлению и псевдоожигению.

Неорганические иониты. Могут быть как природными, так и синтетическими.

К природным относятся цеолиты, различные виды глин. Иногда перед использованием их подвергают подготовке (обжигу, обработке кислотами и пр.).

Синтетические производятся путем синтеза нового материала, или прививки функциональных групп к природным. Основное направление - создание высокоселективных ионитов.

Органические иониты все синтетические. Имеют высокую химическую стойкость, практически не растворимы. По большинству параметров, кроме термической устойчивости, органические иониты превосходят неорганические.

В настоящее время разработаны десятки видов органических ионитов, и продолжается разработка новых, примерно 90% которых представляют полистирольные и полиакриловые. Выпускаются в виде гранул или волокон.

Вне зависимости от состава и происхождения ионит должен быть разрешен органами Госсанэпиднадзора для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Регенерация ионитов. Поскольку все реакции ионного обмена обратимы, то имеется возможность, применяя концентрированные растворы солей, находящихся левее сорбированного иона в ряду селективности, вытеснить его из матрицы. Для катионитов можно применять ионы Na^+ или H^+ (т.е. поваренную соль или кислоту), для анионитов OH^- или Cl^- (поваренную соль или щелочь). Таким образом, первоначальная поглощательная способность ионита восстанавливается.

Ионообменное оборудование. Для водоподготовки используют исключительно периодически работающее в цикле: ионообмен-регенерация-ионообмен, аппараты. По внешнему виду это типичные фильтры с зернистой загрузкой. Существующие непрерывно работающие схемы ориентированы на умягчение больших количеств воды (300-500 м³/ч) и в ликероводочной промышленности не встречаются.

Серийно выпускаются на Бийском котельном заводе (БикЗ) и Таганрогском котельном заводе «Красный котельщик» (ТКЗ) с корпусами из нержавеющей или углеродистой стали.

Представляет собой вертикальный цилиндрический резервуар со сферическим днищем и крышкой (рис. 5.9.). Днище фильтра выложено бетоном. В нижней части расположено дренажное устройство из материала, не подвергающегося коррозии, предназначенное для равномерного распределения воды при ее умягчении и при промывке катионита.

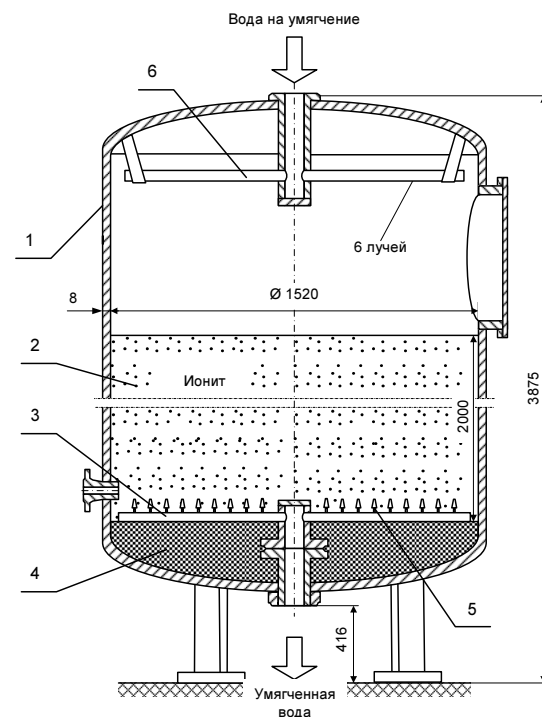


Рис. 5.9. Фильтр ионитный прямоточный I ступени ФИПа-1-1.5-0.6-На Таганрогского котельного завода «Красный котельщик» производительностью 40 м³/ч:

1 - корпус; 2 - ионит; 3 - коллектор; 4 - бетон; 5 - колпачок; 6 - распределитель

Для предотвращения уноса зерен катионита умягченной водой над дренажным устройством засыпается кварцевый песок трех фракций в следующей последовательности:

Фракции	I	II	III
высота слоя, мм	150	125	125
размер зерен песка, гальки, мм	5-10	2,5-5,0	1-2,5

На слой из кварцевого песка насыпается катионит слоем не менее 1,5 м. Над поверхностью катионита оставляют свободное пространство высотой не менее половины высоты его слоя. Фильтр загружают через боковой люк.

Для регенерации ионита применяют солерастворители - закрытый цилиндрический резервуар с приваренным сферическим днищем и съемной крышкой.

Соль загружают через воронку со съемным стаканом. Воздух удаляется через воздушную трубку. На дренажное устройство солерастворителя засыпается такой же поддерживающий слой песка, как и при загрузке катионитового фильтра.

Большое сопротивление солерастворителя при пропуске через него воды указывает на засорение песчаной загрузки различными примесями, содержащимися в соли. Для удаления этих примесей песчаную загрузку промывают в восходящем потоке воды.

Солерастворитель промывают после каждой регенерации катионитового фильтра, т.е. после вымывания из него каждой загрузки соли. Длительность промывки составляет около 10 мин.

Полный цикл работы ионитовой установки складывается из нескольких операций (рис. 5.10.).

1). Умягчение воды. Сырая вода из напорного бака или городского водопровода поступает в ионитовый фильтр 4, предварительно очищенная от посторонних частиц (песок, окалина) на песочном фильтре 1 и фильтре обезжелезивания 2 (железо - ионотравитель ионита и необратимо снижает его обменную емкость), и фильтруется сверху вниз. Умягченная вода отводится из дренажной системы фильтра в буферную емкость 6 и насосом 7 перекачивается в напорные емкости ликерного или сортировочного отделений.

2). Промывка и взрыхление ионита. Взрыхление слоя перед регенерацией производится снизу-вверх для устранения слеживания ионита и удаления из него мелких частиц, вносимых с водой и

поваренной солью, а также образующихся в результате истирания ионита в процессе работы.

3). Регенерация ионита. Проводят 8-10 % раствором поваренной соли, как для катионитов, так и анионитов. Поваренная соль выбирается по соображениям доступности и дешевизны.

Из фильтра 5 спускают воду в канализацию с таким расчетом, чтобы уровень воды оставался на 10 см выше слоя ионита. Уровень воды контролируется при помощи сигнальной трубки и спуск воды прекращают, когда из этой трубки перестает вытекать вода.

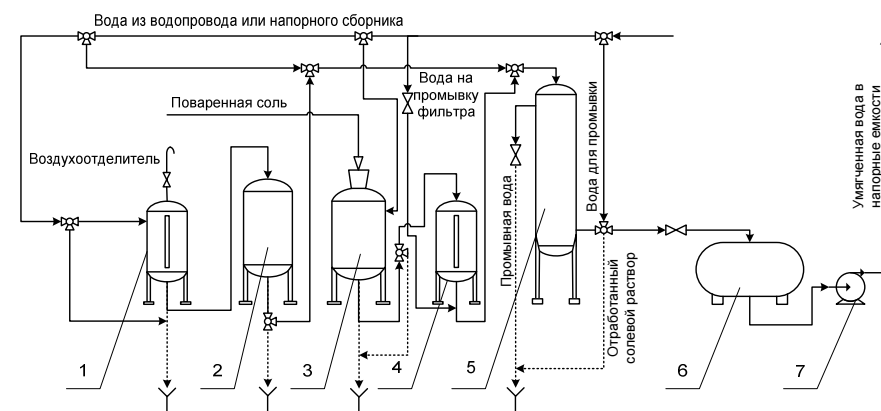


Рис. 5.10. Схема ионитовой обработки воды с регенерацией ионита раствором поваренной соли:

1 - песочный фильтр предварительной очистки (грязевик); 2 - фильтр обезжелезивания; 3 - солерастворитель; 4 - песочный фильтр очистки раствора соли; 5 - фильтр ионитовой; 6 - буферная емкость умягченной воды; 7 - насос

В солерастворитель 3, загруженный соответствующим количеством хлористого натрия, пускают воду с таким расчетом, чтобы концентрация солевого раствора составляла в среднем 10%. Растворение соли в зависимости от ее качества и крупности продолжа-

ется 10-12 мин и проверяется по вкусу раствора, вытекающего из солерастворителя.

Перед подачей на ионитовой фильтр раствор поваренной соли направляется на предварительную (иногда дополнительно и контрольную) фильтрацию.

В качестве фильтра следует использовать песочный фильтр 4 с размером зерен кварцевой загрузки 3-5 мм при предварительном, 1-3 мм при окончательном фильтровании, высота слоя должна составлять 600-700 мм.

Отмывка ионита после регенерации производится для удаления продуктов регенерации и остатка поваренной соли. Для отмывки пользуются сырой водой.

Современные ионообменные фильтры с корпусами из пластика и нержавеющей стали не отличаются от описанных ранее в разделе «Фильтрация через зернистые загрузки». Ведущими разработчиками являются фирмы «Steinmulfer GmbH», «Bayer AG», «Puro-lite», «Dow Chemical Company».

Работа установки проводится в автоматическом (программируемом) режиме по следующему циклу:

очистка воды;

взрыхление катионита водой;

засос соли из солерастворителя - регенерация ионита со сбросом отработанного раствора в канализацию;

отмывка ионита от регенерирующего раствора;

заполнение солерастворителя умягченной водой.

Пример реализации такого умягчения рассмотрен далее (установка водоподготовки ООО «ЧПАП Ост-Алко»).

Варианты умягчения воды ионитами. Обычно умягчение воды производится Na-катионированием, Na-Cl-катионированием (параллельным или последовательным), H-катионированием.

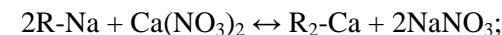
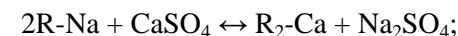
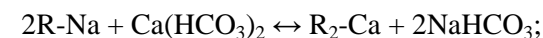
Na-катионирование реализуется по схеме, показанной на рис. 5.10. Из воды извлекаются катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} и замещаются в

растворе ионом Na^+ . Солесодержание воды при этом практически не изменяется, поскольку катионы Ca^{2+} , 1 мг-экв которого равен 20, замещается катионом натрия с весом 23. Раствор остается практически нейтральным.

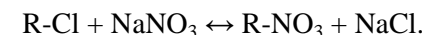
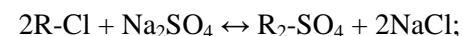
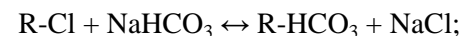
В качестве регенерирующего агента используется 6-10% раствор поваренной соли. При одноступенчатой очистке достигается жесткость не ниже 0,05 мг-экв/дм³. Если требуется большее умягчение, последовательно устанавливают колонну 2 ступени умягчения.

Na-Cl-ионирование. Основано на одновременном применении катионита в Na-форме и анионита в Cl-форме (в одном или последовательных аппаратах). Регенерация производится одним и тем же раствором поваренной соли.

На катионите проходят следующие реакции (в качестве примера взяты Ca^{2+} , реакции по извлечению Mg^{2+} аналогичны):



на анионите образовавшиеся соли натрия связываются по уравнениям:



В обработанной воде находятся только ионы натрия, щелочность уменьшается за счет изъятия бикарбонатных, сульфатных и нитратных солей.

На рис. 5.11. показаны различные виды ионообменных смол, применяемых в водоподготовке.

5.4. Дополнительные средства водоподготовки

Обработка воды фильтрованием через угольные фильтры

Для решения технологических проблем, связанных с высоким содержанием хлора в воде применяются фильтры на основе активного угля (угольные или карбоновые фильтры). Они служат для дехлорирования очищаемой воды по принципу адсорбции на поверхности активного угля. Озон, который может использоваться вместо хлора, также эффективно удаляется из воды активным углем.

Активный уголь также используется для удаления органических соединений, обуславливающих вкус и запах воды, и тригалометанов. Тригалометаны – это токсические соединения, которые образуются в результате хлорирования воды.

Присутствие органических соединений также может привести к загрязнению ионообменных смол и поверхностей мембранных элементов установок обратного осмоса.

Угольные фильтры применяются как самостоятельно, так и в составе систем водоподготовки. Положение угольного фильтра в комплексной системе водоподготовки определяется требованиями к очищенной воде, химическим составом исходной воды и технологической схемой комплексной системы водоподготовки.

Применяемые марки активных углей изготавливаются по новейшим технологиям из скорлупы кокосовых орехов специальных твердых пород, обладают высокой пористостью при отличных показателях на истирание. Применяемые активные угли различных производителей и марок сертифицированы для применения в пищевой промышленности в РФ.



ПЬЮРОЛАЙТ С-100Е (purolite)
(аналог отечественных смол КУ-2-8,
КУ-2-8чС)



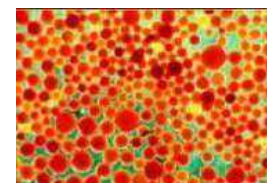
ГРАНИОН D 001 Na – сильнокислотный макропористый катионит на основе сульфированного сополимера стирола и дивинилбензола. Обладает высокой химической и термической стойкостью, высокой механической прочностью.



ГРАНИОН 001x8 Na – сильнокислотный гелевый катионит на основе сульфированного сополимера стирола и дивинилбензола. Обладает высокой химической стойкостью к щелочам, кислотам и окислителям, высокой механической прочностью и термической стойкостью.



Lewatit MonoPlus (S 100 и S 100 H) – ионообменные смолы, относящиеся к группе сильнокислотных гелеобразных катионитов.



DOWEX HCR-S – высокоёмкая катионообменная смола с высокой ёмкостью для процессов умягчения и деминерализации.



Катионит КУ-2-8

Рис. 5.11. Различные виды ионообменных смол, применяемых в водоподготовке

Обеззараживание

Под обеззараживанием понимают мероприятия по уничтожению в воде бактерий и вирусов, вызывающих инфекционные заболевания. Обеззараживанию подвергается только вода, уже прошедшая предшествующие стадии обработки: коагулирование, осветление и отстаивание, фильтрование, так как после таких манипуляций в воде отсутствуют частицы, на поверхности или в порах которых могут находиться бактерии и вирусы, уничтожение которых затруднено.

По способу воздействия на микроорганизмы методы обеззараживания воды подразделяются:

- термические (стерилизация, пастеризация);
- химические или реагентные (обработка окислителями: хлором, озоном, перманганатом калия);
- олигодинамия (обработка ионами благородных металлов, например, серебром);
- физические или безреагентные (облучение ультрафиолетовыми лучами, ультразвуком и пр.);
- комбинированные (одновременное применение химического и физического воздействия).

Перед обеззараживанием вода обычно подвергается очистке фильтрованием и (или) коагуляцией для удаления взвешенных веществ, яиц гельминтов и части микроорганизмов.

Термические методы (стерилизация, пастеризация) в водоподготовке ликероводочных заводов практически не встречаются из-за большого расхода тепловой энергии и дороговизны.

При **химическом окислении** эффективность зависит от природы окислителя, его концентрации, продолжительности контакта и от качества обеззараживаемой воды. Для определения эффективности выбранного окислителя обычно необходимо проведение предварительных опытов.

Наиболее распространенным химическим методом обеззараживания воды остается хлорирование. Это объясняется высокой эффективностью, простотой используемого технологического оборудования, дешевизной применяемого реагента - жидкого или газообразного хлора - и относительной простотой обслуживания.

Очень важным и ценным качеством метода хлорирования является его последствие. Если количество хлора взято с некоторым расчетным избытком, так чтобы после прохождения очистных сооружений в воде содержалось 0,3-0,5 мг/дм³ остаточного хлора, то не происходит вторичного роста микроорганизмов в воде.

Одновременно с обеззараживанием воды протекают реакции окисления органических соединений, при которых в воде образуются хлорорганические соединения, обладающие высокой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью. Последующая очистка воды на активном угле не всегда может удалить эти соединения.

Хлор является сильнодействующим токсическим веществом, требующим соблюдения специальных мер по обеспечению безопасности при его транспортировке, хранении и использовании; мер по предупреждению катастрофических последствий в чрезвычайных аварийных ситуациях, вызывает коррозию оборудования. Хлор воздействует не на все патогенные микроорганизмы, поскольку существуют хлоррезистентные бактерии и вирусы, цисты простейших и яйца гельминтов. Вдобавок хлор сильно ядовит - в воде образуются: хлороформ (сильнейший токсикант), хлорорганика, всего до 235 токсичных соединений. Хлор, соединяясь с некоторыми веществами (типа фенолов), даже в малых дозах может придавать воде стойкий неприятный хлорфенольный («аптечный») запах.

Метод озонирования технически сложен и наиболее дорогостоящ. Технологический процесс включает последовательные стадии очистки воздуха, его охлаждения и осушки, синтеза озона, смешения озono-воздушной смеси с обрабатываемой водой, отвода и деструкции остаточной озono-воздушной смеси, вывода ее в атмосферу. Все это требует также дополнительного вспомогательного оборудования (озонаторы компрессоры, установки осушки воздуха, холодильные агрегаты и т. д.) объемных строительно-монтажных работ.

Озон токсичен. Предельно допустимое содержание этого газа в воздухе производственных помещений $0,1 \text{ г/м}^3$. К тому же существует опасности взрыва озono-воздушной смеси.

Применение благородных металлов (в первую очередь ионы серебра, иногда медь) для обеззараживания питьевой воды основано на использовании их бактерицидного действия в малых концентрациях. Эти металлы могут вводиться в виде растворов солей либо методом электрохимического растворения. Следует заметить, что ПДК ионов серебра и меди в питьевой воде достаточно жесткие. Иногда соли серебра вводятся в активный уголь или ионит не столько для обеззараживания, сколько для предотвращения развития колоний патогенных микроорганизмов и водорослей при остановках и простоях оборудования.

Из **физических способов** обеззараживания питьевой воды наибольшее распространение получило обеззараживание ультрафиолетовыми лучами, бактерицидные свойства которых обусловлены действием на клеточный обмен и, особенно, на ферментные системы бактериальной клетки. Ультрафиолетовые лучи уничтожают не только вегетативные, но и споровые формы бактерий, и не изменяют органолептических свойств воды. Важно отметить, что поскольку при УФ-облучении не образуются токсичные продукты, то не существует верхнего порога дозы. Увеличением дозы УФ-излучения почти всегда можно добиться желаемого уровня обеззараживания.

В настоящее время проточные установки УФ-излучения выпускаются серийно с производительностью от 1 до $6000 \text{ м}^3/\text{ч}$ (фирмы «Лапек», Московский завод «Мембранная техника и технология», ООО «Экологический центр водных строительных технологий» и др.). На рис. 5.12. представлен общий вид ультрафиолетовой установки для обеззараживания воды фирмы ООО «Экологический центр водных строительных технологий» производительностью $10 \text{ м}^3/\text{ч}$.

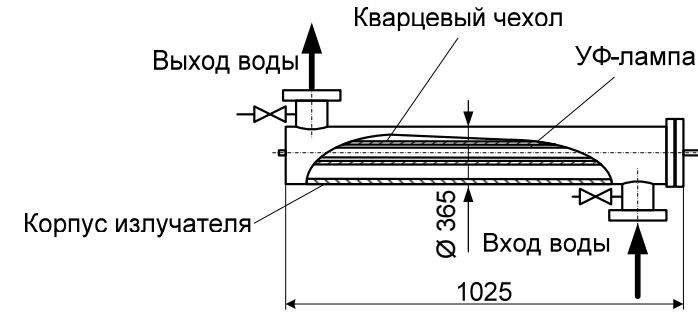


Рис. 5.12. Общий вид ультрафиолетовой установки для обеззараживания воды фирмы ООО «Экологический центр водных строительных технологий» производительностью $10 \text{ м}^3/\text{ч}$

В процессе работы бактерицидной (ультрафиолетовой) установки через каждые 1500 – 2000 часов горения надо менять дорогие бактерицидные лампы, что является серьезным недостатком метода.

Использование установок по ультрафиолетовому обеззараживанию воды дает очень интересный результат. В процессе облучения часть микроорганизмов затормаживаются в росте и получают эффект «замораживания». На выходе из установки результаты получаемой воды соответствуют требуемой. Однако если отобранную после облучения воду поместить в стерильную посуду, то на 3-5 сутки отмечается активный рост микроорганизмов. Вновь полученные микроорганизмы в этой воде имеют мутированные свойства (видоизменение чувствительности). При необходимых для исходной воды 1 части дезинфектантов, для полученной после опыта воды, требуется увеличение концентрации дезинфектантов до 10 частей.

Обеззараживание

В безалкогольной промышленности получило широкое распространение т.н. обеспоживающее фильтрование, т.е. применение

ние микрофильтров с размерами пор менее 1 микрона, на котором микроорганизмы и споры удаляются механически.

5.5. Кондиционирование качества воды

Преобладающий в настоящее время способ умягчения, точнее обессоливания, дает «сухую» воду с низкими органолептическими качествами, поэтому учеными индустрии напитков производятся активные исследования для улучшения ее вкуса - кондиционирования. В качестве методов предложено легирование воды добавками минеральных солей, шунгитовое фильтрование, вымораживание.

Легирование

Легирование - добавка в обратноосмотическую воду с низкой жесткостью солей минеральных веществ для улучшения ее вкусовых качеств для последующего изготовления алкогольных напитков.

На основании многолетних исследований, направленных на изучение взаимосвязи физико-химических свойств и микроэлементного состава технологической воды и качества водки, были сделаны выводы:

- исследования по влиянию на качество водки отдельных растворенных компонентов можно проводить только в сочетании с остальными микроэлементами и параметрами технологической воды;

- влияние растворенных веществ и микроэлементов на органолептику воды нельзя переносить на водки, приготовленные на этой воде;

- стойкость водок определяется составом технологической воды и химической стойкостью стеклопосуды и практически не зависит от сорта используемого спирта;

- регламентируемая величина жесткости, в сочетании с соответствующими ей значениями щелочности, рН, окисляемости, сухого остатка, содержанием растворенных веществ и микроэлементов, гарантирует отсутствие осадка в водках, при соответствующей химической стойкости стеклопосуды.

Как было отмечено, одним из видов коррекции солевого состава воды является дозирование в воду веществ, ионов. Особую актуальность приобрела эта проблема в настоящее время, поскольку в нормативный документ: "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости" (СанПиН 2.4.1.1116-02) включены требования не только по максимально допустимому, но и по минимальному содержанию минеральных примесей в воде. В этом же документе отражены требования к расфасованной воде для приготовления детского питания при искусственном вскармливании детей. Достаточно давно установлены специфические требования по содержанию отдельных компонентов в воде, идущей для производства пива и ликероводочных изделий. Бурное развитие рынка отечественных безалкогольных газированных напитков требует от производителей поиска новых рекламных ходов, один из которых состоит в том, что газированные напитки, в отличие от известных марок "Пепси-Кола" и "Кока-Кола" изготавливают на физиологически полноценной воде.

Наиболее распространено кондиционирование воды йодидами, фторидами, ионами калия, серебра, кальция. При необходимости одновременного введения нескольких солей может быть определена на основе справочных данных их совместимость и рассчитана концентрация при совместном дозировании.

Как правило, для соблюдения уровня требуемых концентраций веществ дозирование производится в пропорциональном режиме. Невысокая стоимость дозирующих комплексов и незначительный занимаемый объем помещения позволяют с достаточно высокой точностью воспроизвести требуемый макро- и микрокомпонентный состав воды.

Более часто для кондиционирования используют дозированное смешение потоков пермеата, отбираемых автономно с каждой секции мембранной установки, и регулируемого подмешивания в суммарный поток пермеата умягченной, очищенной от взвешенных частиц, активного хлора и растворенных органических веществ исходной воды.

Шунгитовое фильтрование

Известно, что вода после обратного осмоса имеет "сухой" вкус - обессоливание и деминерализация воды сказывается на вкусовых качествах водки, подчеркивая жгучесть. Дополнительная обработка воды после системы обратного осмоса позволяет улучшить вкусовые качества воды и, соответственно готового продукта.

В основе технологии – патронные сорбционно-фильтрующие элементы марки ЭПСФ.Ш на основе природного минерального сорбента - шунгита.

Шунгит - уникальное природное образование. Он на 30% состоит из шунгитового углерода и на 70% из силикатов (в их массе кремнезема 80%). Шунгитовый углерод обладает аморфной структурой, характеризуется высокой реакционной способностью в термических процессах, высокими сорбционными и каталитическими свойствами, электропроводностью и химической стойкостью. Шунгитовые породы - уникальные по составу, структуре и свойствам образования. Они представляют собой необычный по структуре природный композит - равномерное распределение высокодисперсных кристаллических силикатных частиц в аморфной углеродной матрице. Породы характеризуются высокой прочностью, плотностью, химстойкостью, электропроводностью, высокой активностью в окислительно-восстановительных реакциях, способностью смешиваться с любыми связующими. Шунгитовые породы обладают сорбционными, каталитическими и бактерицидными свойствами. На рис. 5.13. представлен общий вид шунгитовой породы и фильтрующего элемента.



Рис. 5.13. Общий вид шунгитовой породы и фильтрующего элемента

Благодаря каталитическим свойствам шунгит способен длительное время очищать воду от разного типа органических веществ (хлорорганика, ароматических углеводородов, алифатических спиртов и др.), разрушая органические вещества до элементарных оксидов (CO_2 , H_2O) и осаждая (на 70-90%) из воды металлы в виде нерастворимых смесей (карбонатов, оксалатов и др.).

Фильтрэлемент марки ЭПСФ.Ш представляет собой «миниколонку» с засыпкой дроблёным шунгитом между внутренним и внешним полипропиленовыми корпусами и продольным движением жидкости. Элементы выпускаются высотой 250, 500, 750, 1000 мм. В стандартный патронный элемент марки ЭПСФ.Ш высотой 250 мм, внешним диаметром 70 мм и внутренним диаметром 26 мм помещается ~ 770 г шунгита с плотностью ~1,9 г/см³.

Вымораживание

Термин “структурированная вода”, т.е. вода с регулярной структурой был введён относительно давно и связан с кластерной моделью строения воды. Так что можно сказать, что структурированная и кластерная вода – это одно и то же.

Сейчас существует большое количество различных теорий и моделей, объясняющих структуру и свойства воды. Общим у них является представление о водородных связях как основном факторе, определяющем образование структурированных агломератов. Вода кооперативная система, в ней существуют цепные образования водородных связей. И всякое воздействие на воду распространяется эстафетным путем на тысячи межатомных расстояний.

На рисунке 5.14. представлены как отдельные кластерно-ассоциативные структуры молекул воды, так и отдельные молекулы воды, не связанные водородными связями.

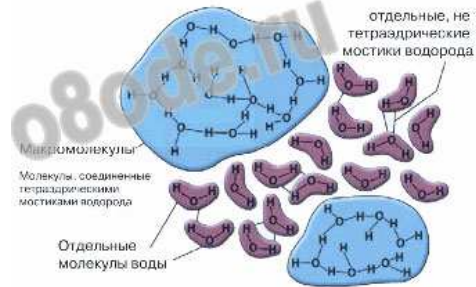


Рис. 5.14. Современная клатратно-фрактальная модель воды.

Наукой доказано, что особенности физических свойств воды и многочисленные короткоживущие водородные связи между соседними атомами водорода и кислорода в молекуле воды создают благоприятные возможности для образования особых структур-ассоциатов (кластеров), воспринимающих, хранящих и передающих самую различную информацию.

Структурной единицей такой воды является кластер, состоящий из кластеров, природа которых обусловлена дальними кулоновскими силами. В структуре кластеров закодирована информация о взаимодействиях, имевших место с данными молекулами воды. В водных кластерах за счёт взаимодействия между ковалентными и водородными связями между атомами кислорода и атомами водорода может происходить миграция протона (H^+) по эстафетному механизму, приводящие к делокализации протона в пределах кластера.

Вода, состоящая из множества кластеров различных типов, образует иерархическую пространственную жидкокристаллическую структуру, которая может воспринимать и хранить огромные объемы информации.

На рисунке 5.15. в качестве примера приведены схемы нескольких простейших кластерных структур.

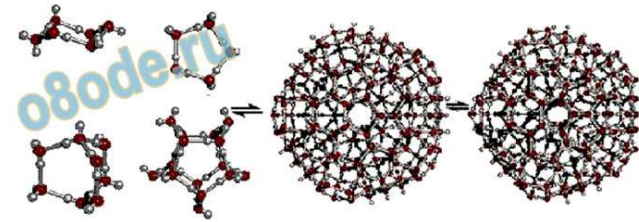


Рис. 5.15. Ассоциаты кластеров

Вода структурируется, т.е. приобретает особую регулярную структуру при воздействии многих структурирующих факторов. Например, при замораживании-оттаивании воды (считается, что в такой воде сохраняются “ледяные” кластеры). При таком явлении происходит воздействие постоянного магнитного или электромагнитного поля, а также поляризация молекул воды и др. К числу факторов, приводящих к изменению структуры и свойств воды, относятся различные излучения и поля (электрические, магнитные, гравитационные и, возможно, ряд других, еще не известных, в частности, связанных с биоэнергетическим воздействием человека). Механические воздействия (перемешивание разной интенсивности, встряхивание, течение в различных режимах и т.д.), а также их всевозможные сочетания. Такая структурированная вода становится активной и несёт новые свойства.

Самый яркий пример структурированной (кластерной) воды - талая вода. В твердой воде (лед) атом кислорода каждой молекулы участвует в образовании двух водородных связей с соседними молекулами воды. Образование водородных связей приводит к такому расположению молекул воды, при котором они соприкасаются друг с другом своими разноименными полюсами. Молекулы образуют слои, причем каждая из них связана с тремя молекулами, принадлежащими к тому же слою, и с одной — из соседнего слоя. Структура льда принадлежит к наименее плотным структурам, в ней существуют пустоты, размеры которых несколько превышают размеры молекулы.

В талой воде сохраняется “ближний порядок” - связь каждой молекулы воды с четырьмя соседними, присущий структуре льда,

хотя и наблюдается большая размытость кислородной каркасной решётки (рис. 5.16)

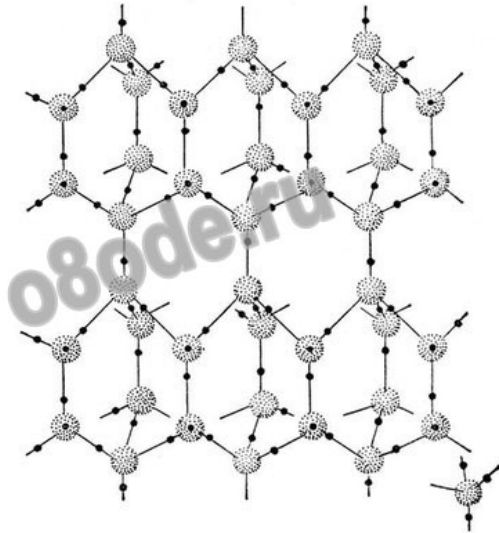


Рис. 5.16. Структура талой воды

При таянии льда его структура разрушается. Но и в жидкой воде сохраняются водородные связи между молекулами: образуются ассоциаты — обломки структур льда, — состоящих из большего или меньшего числа молекул воды. При этом специфика межмолекулярных взаимодействий, характерная для структуры льда, сохраняется и в талой воде, так как при плавлении кристалла льда разрушается только 15% всех водородных связей в молекуле. Поэтому присущая льду связь каждой молекулы воды с четырьмя соседними молекулами в значительной степени не нарушается, хотя и наблюдается большая размытость каркасной решетки. Однако в отличие от льда каждый ассоциат существует очень короткое время: постоянно происходит разрушение одних и образование других агрегатов. В пустотах таких “ледяных” агрегатов могут размещаться одиночные молекулы воды; при этом упаковка молекул воды становится более плотной. Именно поэтому при таянии льда объем, занимаемый водой, уменьшается, а ее плотность возрастает.

Поэтому талая вода отличается от обычной воды избытком многомoleкулярных регулярных структур (кластеров), в которых в течение некоторого времени сохраняются рыхлые льдоподобные структуры. После таяния всего льда температура воды повышается, и водородные связи внутри кластеров перестают противостоять возрастающим тепловым колебаниям атомов. Размеры кластеров изменяются, и поэтому начинают меняться свойства талой воды: диэлектрическая проницаемость приходит к своему равновесному состоянию через 15-20 минут, вязкость — через 3-6 суток. Биологическая активность талой воды падает, по одним данным, приблизительно за 12-16 часов, по другим — за сутки. Физико-химические свойства талой воды самопроизвольно меняются во времени, приближаясь к свойствам обычной воды: она постепенно как бы “забывает” о том, что еще недавно была льдом (рис. 5.17.).

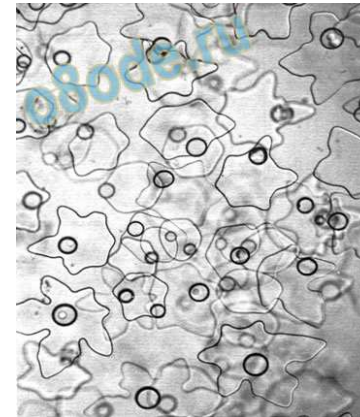


Рис. 5.17. Рыхлые, льдоподобные структуры в талой воде

Попадая в организм, талая вода положительно воздействует на водный обмен человека, способствуя очищению организма.

По данным директора Украинского института экологии человека, д. ф-м. наук, профессора М.Л. Курика, свежая талая вода оздоравливает организм человека, повышает его иммунитет. Многочисленные исследования по изучению биологической активности свежей талой воды провели сотрудники Донецкого медицинского института и Донецкого НИИ гигиены труда и профзаболеваний.

Способ улучшения качества питьевой воды путем замораживания и оттаивания заключается в том, что исходную воду замораживают в сосуде с отношением высоты к линейному размеру поперечного сечения ≥ 2 , растапливают лед в том же сосуде при температуре до 30°C и верхний очищенный слой жидкости объемом $\leq 75\%$ от общего объема замороженной воды, сливают (сифонируют), при этом оттаивание ведут так, что сосуд находится неподвижно в вертикальном положении, а сливание очищенной воды проводят не позднее чем через сутки по окончании оттаивания.

Другой путь предложила канадская компания Iceberg, которая, по уверениям рекламы, производит водку на таенной воде арктических айсбергов, что позволило им в 2004 году на Большом Нью-Йоркском слепом дегустационном чемпионате водок обойти знаменитую французскую водку Grey Goose, которая стоит в два раза дороже. Другой канадский бренд, кстати, самая продаваемая водка Канады 2008 года, Polar Ice®, также производится с использованием таенного полярного льда. На воде, стекающей с ледников, производятся знаменитая финская водка Finlandia и французская Grey Goose Vodka.

В последние годы появились аналогичные водки и в России: водка "Путь к вершине на ледниковой воде" (ОАО "Валуйский ликероводочный завод"), «Высота, 40%» (ООО "Группа Компаний "Заводы Гросс") и другие.

6. Приготовление водно-спиртового раствора (сортировки)

6.1. Физико-химические процессы при смешивании спирта с водой

Вода относится к ассоциированным жидкостям. Ассоциация обусловлена наличием водородных связей, которые образуются между атомом водорода, ковалентно связанным с атомом сильно электроотрицательного кислорода одной молекулы воды, и атомом кислорода другой молекулы.

Образование ассоциатов (в современной терминологии - кластеров) воды можно изобразить следующей схемой (рис. 6.1.):

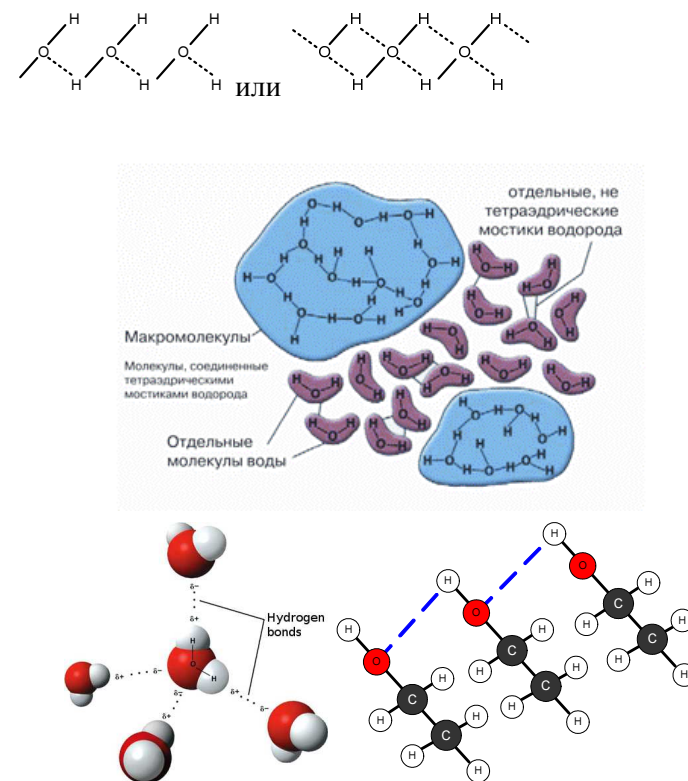


Рис. 6.1. Механизм образования кластеров воды

Энергия водородных связей примерно в 30 кДж/моль, т. е. она значительно слабее ковалентных связей (например, энергия связи O–H равна 460 кДж/моль). Поэтому ассоциаты могут распадаться и вновь образовываться в других комбинациях.

Этиловый спирт также относится к ассоциированным жидкостям. В отличие от воды он образует ассоциаты в виде цепей (рис. 6.2.):

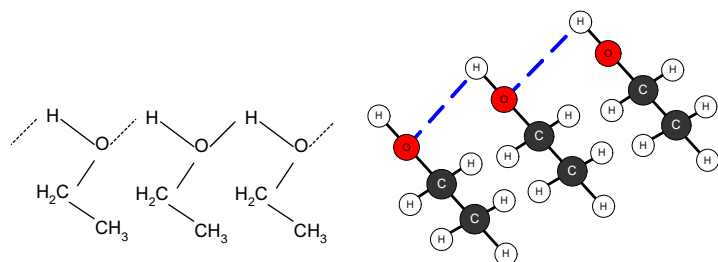


Рис. 6.2. Внешний вид кластеров спирта

Водно-спиртовые растворы представляют собой смешанные ассоциаты. По Д.И. Менделееву, в водно-спиртовых растворах образуются гидраты определенного состава:

$C_2H_5OH \cdot nH_2O$ (для 20°C максимум содержания при 20,9% об.) – избыток свободных (неассоциированных) кластеров воды, напиток имеет водянистый вкус;

$C_2H_5OH \cdot 3H_2O$ (максимум 53,8% об.) - практически все молекулы воды и спирта включены в ассоциаты, максимальная вязкость (контракция), напиток обладает полнотой вкуса;

$C_2H_5OH \cdot 12H_2O$ (максимум 91,8% об.) – избыток свободных молекул спирта, напиток дает ощущение неприятной крепости, сухости.

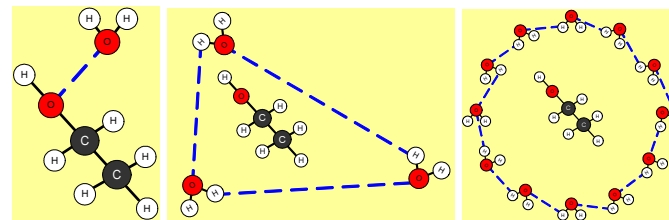


Рис. 6.3. Механизм образования кластеров спирта и воды

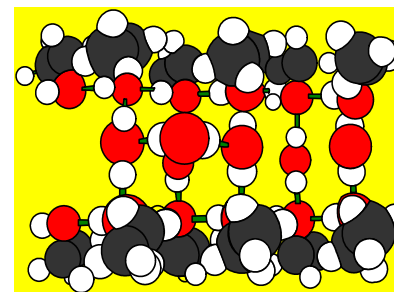


Рис. 6.4. Структура кластеров бинарной смеси этанол-вода

Смешение спирта с водой сопровождается выделением тепла и контракцией³ (сжатием) смеси. Причина сжатия - образование ассоциативных связей, что и приводит к уплотнению молекул и уменьшению суммарного объема системы (выделение тепла косвенно свидетельствует о ходе в растворе химической реакции). Максимальное сжатие наблюдается в области 53-56 об.% спирта (около 3,7 дм³ на 100 дм³ смеси), выше и ниже этой концентрации величина контракции уменьшается. Максимальное выделение тепла наблюдается при 36 об.%.

6.2. Основные способы приготовления сортировок

Сортировки приготавливают периодическим и непрерывным способом. Стремление к непрерывным способам обусловлено их большей производительностью, экономией производственных

³ Контракция - (от фр. Contraction) - сжимание, искажение, сжатие, контракция.

площадей, возможностью перехода на «безлюдные» технологии, особенно при стремительном развитии технологий и оборудования для реализации АСУ ТП.

Периодический способ

Наиболее распространенным является периодический способ, характеризующийся следующими очевидными достоинствами:

- простота технологического оборудования;
- перемешивание до необходимой однородности не лимитировано по времени;
- нет необходимости в поддержании стабильной объёмной скорости и соотношения потоков;
- измерение характеристик полученной сортировки и вычисление её крепости может выполняться после осуществления процесса смешения, причём достаточно простыми средствами измерений.

Наряду с перечисленными достоинствами, периодическому способу свойственны недостатки:

- необходимость последовательной доводки крепости смеси до необходимого значения (даже квалифицированные операторы купажа выполняют по 5-6 операций);
- наличие громоздкого парка ёмкостного оборудования для промежуточного хранения получаемой сортировки;
- значительное время на подготовку к выпуску другой продукции.

В настоящее время, периодический способ приготовления водочной сортировки в настоящее время используется на Московском заводе Кристалл. В купажном отделении установлены 7 купажных ёмкостей (рис. 6.5).

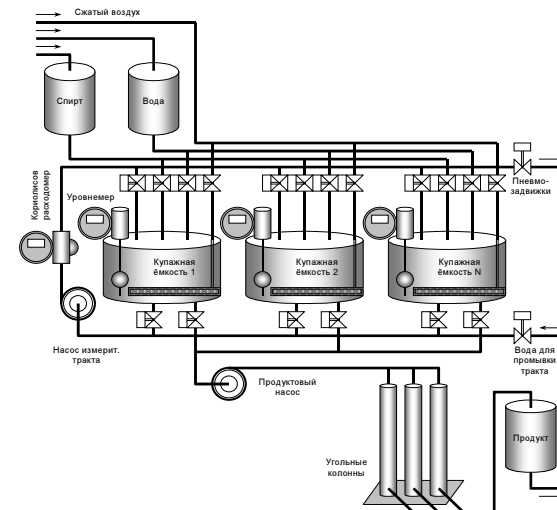


Рис. 6.5. Обобщённая схема технологической установки периодического приготовления сортировки

Каждый чан имеет, ёмкость около 1500 дал. К верхним крышкам подведены трубопроводы для подачи воды, спирта-ректификата и сжатого воздуха. Спирт поступает самотёком из дозирующей ёмкости, которая заполняется каждый раз в соответствии с рецептурой напитка - из ёмкостей для промежуточного хранения. Откачка смеси из купажных ёмкостей производится через их нижнюю часть при помощи насосов.

После получения задания и заполнения дозирующей ёмкости необходимым количеством спирта, оператор полностью открывает спиртовую задвижку и выполняет операцию предварительного смешения, полностью сливая спирт в требуемую ёмкость. Для сокращения времени заливки и при наличии у оператора должного навыка работы, одновременно со спиртовой задвижкой открывается задвижка водная, с таким расчётом, чтобы гарантированно не допустить снижения крепости смеси сверх допустимого. Поскольку спирт стекает в ёмкость «самотёком», то его напор уменьшается, а давление воды сохраняется приблизительно постоянным, однако его точное значение заранее не известно. Таким образом, при отсутствии на трубопроводах расходомерных приборов, оценка коли-

чества вылитой воды (а следовательно - прогнозируемой крепости) может быть определена лишь в конце выливки – по общему объёму жидкости в баке, либо при помощи приблизительного прогноза на основании предыдущих заданий.

На следующем этапе происходит постепенное приведение крепости смеси в соответствие с заданием опытным путём последовательных измерений плотности и последующей доливки нужного количества воды. Этот этап называется точной доводкой. Перед каждым измерением оператор производит барботирование смеси путём открытия задвижки магистрали сжатого воздуха (ЗБ). Когда смесь становится достаточно однородной, оператор прекращает подачу воздуха и производит отбор пробы.

Для измерения крепости оператор измеряет плотность пробы ареометром, одновременно фиксируя температуру и вычисляя скорректированное значение крепости по номограммам или таблицам. У опытного сотрудника процесс взятия пробы и выполнения всех измерений занимает 2-3 минуты. Далее, производится приблизительная оценка необходимого объёма воды, и её долив. После чего цикл повторяется. На начальном этапе доводки время барботирования выбирается с таким расчётом, чтобы достичь гомогенности раствора, достаточной для получения точности замера в 4-5%. Ход долива контролируется по мернику. Конечный этап подразумевает получение точности замеров в 0,1%, а доливаемые объёмы составляют десятки литров.

Квалифицированный оператор купажа может выполнить замеры и оценить требуемые объёмы достаточно точно, однако даже у него процесс доводки занимает 5-6 итераций, что приблизительно равно 20-30 минутам. Как мы видим, при отсутствии автоматизации процесс выглядит весьма архаично и подвержен многим субъективным факторам.

Непрерывный способ

В последнее время усилился интерес производителей к непрерывному способу получения водно-спиртовой смеси, определяемый присущими ему существенными преимуществами:

- является гораздо более производительным и менее инерционным;

- позволяет объединить в единый технологический процесс купажирование и фильтрование с обеспечением высокой стабильности потока жидкости через фильтры, что значительно улучшает качество фильтрования и снижает расход фильтров;

- не требует наличия значительных по площади производственных помещений с купажными ёмкостями;

- существенно менее пожароопасен, поскольку перекачка спиртосодержащих жидкостей полностью происходит в герметичных и заполненных трубопроводах;

- герметичность процесса позволяет снизить безвозвратные потери спирта;

- позволяет оперативно менять сортамент, затрачивая меньшее время на подготовку к новому производственному циклу.

Осуществлением непрерывного процесса смешения на практике занимались достаточно давно. Описаны примеры работы установок, разработанных и внедренных в 70-х - 80-х годах прошлого столетия на ведущих отечественных предприятиях. Тем не менее, следует учитывать, что качественное смешение жидкостей в потоке с точностью, необходимой для соответствия продукции действующим стандартам, является довольно трудоёмкой задачей автоматического управления. Поэтому практическое воплощение поставленных задач невозможно без эффективных смесителей, точной контрольно-измерительной аппаратуры, быстродействующего запорного оборудования и системы автоматического управления.

Разработанная ЗАО "КОМЭНС" технология "DIRECT FLOW CONTROL" позволяет регулировать производительность линии в достаточно широких пределах при полном контроле характеристик потока. Данная установка позволяет производить собственно приготовление сортировки, обработку сортировки активным углем и фильтрование, возможно также введение ингредиентов. При этом технология "DIRECT FLOW CONTROL" позволяет осуществлять сквозной контроль и регулирование крепости сортировки, скорости фильтрования, температуры на входе в фильтр. Таким образом, представленная система является не просто установкой смешения сортировки, а комплексной технологической линией производства водки. При этом она имеет модульный принцип построения, малые габариты и небольшую стоимость. Гибкость производства водки по

технологии "DIRECT FLOW CONTROL" позволяет подобрать состав установки исходя из конкретных требований заказчика. Каждый этап производства водки по данной технологии имеет существенные особенности и нововведения.

На заводе ООО "Русский рецепт и К^о" проблема точного приготовления сортировки была решена специалистами за счет установки автоматизированной системы смешивания компонентов, позволяющей полностью исключить человеческий фактор в этой части сложного водочного производства (рис. 6.6.). Приготовление высококачественной водки на "Русском рецепте и К^о" начинается с получения подготовленной воды, проходящей через химподготовку и систему обратного осмоса, а также спирта сорта "люкс" собственного производства. Через специальные мерники спирт отпускается в приемные емкости водочного производства объемом по 1000 д. л. каждая, после чего подается в автоматическую установку смешивания немецкой фирмы Dissel (рис. 6.7.). Сюда же подводится осмотическая вода из отделения водоподготовки. Машина фирмы Dissel оборудована расходомерами (массфлуометрами), позволяющими с высокой точностью измерить абсолютную массу жидкости, проходящей через эти приборы. Кроме того, массфлуометры измеряют температуру жидкости, ее вязкость, а также крепость поступающего спирта. Эти показатели позволяют добиться высокой точности дозирования, вне зависимости от объема жидкостей. Все данные поступают в единую систему программируемого логического контроллера, который и управляет всем процессом. Машина, автоматически учитывая крепость спирта, рассчитывает, какое количество воды нужно добавить, чтобы довести его крепость с 96,4% до 40,2%.

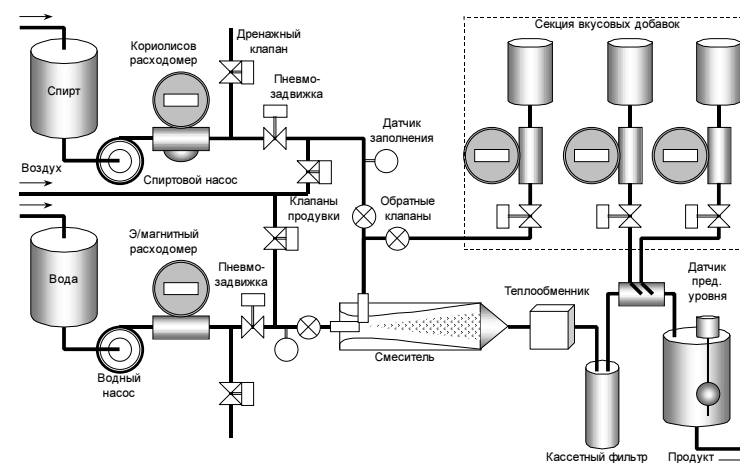


Рис. 6.6. Обобщённая схема технологической установки "Ручей"



Рис. 6.7. Автоматическая установка смешивания немецкой фирмы Dissel

Смешивание в установке происходит под большим давлением порядка семи атмосфер. С помощью специальных лопаток, размещенных под определенным углом в трубе, создаются турбулентные завихрения, за счет которых вода и спирт в нужных пропорциях перемешиваются быстро и эффективно.

Другой широко известный способ приготовления сортировок - смешение инъекционным способом на установке "Полтавчанка" (рис. 6.8.), которая предназначена для приготовления водно-спиртовой смеси в непрерывном потоке и позволяет специальным регулируемым вентилем корректировать крепость смеси на 0,1% объемных. Контроль расхода спирта осуществляется визуально по

индикаторам. Подача воды на установку осуществляется насосом через пневмоуправляемый кран.



Рис. 6.8. Внешний вид установки для приготовления сортировки "Полтавчанка"

Со времени основания (1991 г.) инновационно-внедренческая фирма «Кварта» изготовила и поставила на рынок более 140 установок УПВ («Полтавчанка»). Дополнением к Производственному технологическому регламенту РФ на производство водок и ликеро-водочных изделий ТР 10-04-03-09-88 предусматривается возможность внедрения технологии приготовления водок с использованием установки УПВ фирмы «Кварта».

Технология приготовления водок на установке УПВ вместо классического периодического способа приготовления сортировок в сортировочном чане с дальнейшей фильтрацией через песочные фильтры и колонки, заполненные активированным углем, предусматривает применение инжекционной установки для непрерывного приготовления водно-спиртовых растворов с одновременной подачей сорбента и последующим его отделением на фильтрах. При этом получение водно-спиртовой смеси и очистка водки осуществляется в непрерывном потоке (не циклично). Это существенно

снижает потери и значительно повышает производительность (производительность инжектора по сортировке 1800 дал/час).

Сортировка готовится на инжекционной установке. При этом в вакуумную полость инжектора подается предварительно приготовленная суспензия пылевидного угля. Кроме суспензии пылевидного угля в качестве сорбента предусмотрена подача в вакуумную полость инжектора других сорбентов: в частности, водного раствора модифицированного крахмала, ржаной муки и яичного белка, пшеничной муки и яичного белка, а также ингредиентов, входящих в рецептуры водок. Таким образом, установка УПВ позволяет производить широкий спектр водочной продукции, в том числе особые водки.

7. Ингредиенты

7.1. Ингредиенты, смягчающие вкус спирта

Как уже отмечалось ранее, для смягчения вкуса спирта в рецептуры водок вводят различные подсластители, а чтобы при этом уравновесить приторный вкус сахара - кислоты. Задачам смягчения вкуса спирта также отвечают настои растений и бонификаторы.

7.1.1. Органические кислоты

В качестве источника кислого вкуса, гармонизирующего сладкий и частично смягчающий в итоге вкус спирта, обычно используют практически все разрешенные кислоты для использования в пищевых целях:

-аскорбиновую E300 («Владимир Мономах», «Русский размер», «Ярославская престижная», «Беспохмельная элита», «Советник», «Старая Таганка», «Русское застолье», «Люкс для вас»);

-винную (виннокаменную) E334 («Samson de Luxe», «Прионежская»);

-глутаминовую («На троих»);

-лимонную E330 («Гжелка», «Юрий Долгорукий», «Праздничная»);

-молочную E270 («Самарская»);

-никотиновую («Нижегородский Кремль»);

-соляную E507 («Державная»);

-уксусную E260 («Кристалл», «Московская особая», Столичная Кристалл);

-фумаровую E297 («Господа Офицеры»);

-яблочную E296 («Старая Москва»);

-яблочный уксус («Львовская»);

-янтарная кислота («Желанная», «Золотая хохлома», «Вершина мира»).

7.1.2. Подсластители

Наиболее распространенным подсластителем для водок является сахароза, при этом смесь сахара и пищевых кислот образуют гармоничный взаимодополняющий вкус, воспринимаемый как приятный. Сахар способен также создать необходимую напитокку полноту вкуса, придать водке привычный потребителю сладковатый вкус.

Различают моносахара ($C_6H_{12}O_6$ - глюкоза), олигосахара (число остатков моносахаров не более 10, например: дисахар $C_{12}H_{22}O_{11}$ - сахароза), и полисахара: крахмал (при неполном гидролизе до олигосахаров - декстрин⁴), целлюлоза⁵ (при неполном гидролизе - целлобиоза). Моносахара представляют собой молекулы в виде одного кольца, включающего, как правило, пять или шесть атомов углерода. Пятиуглеродные сахара – рибоза, дезоксирибоза. Шестиуглеродные сахара – глюкоза, фруктоза, галактоза.

Полисахара и большинство полисахаридов в водках не применяются из-за их склонности к образованию гелей, плохой растворимости в воде. Используемые в рецептурах водок сахара имеют следующее происхождение:

-моносахара:

-глюкоза - виноградный сахар, основной сахар сока винограда, в настоящее время получают гидролизом крахмала («Ликсар Люкс», «Почтенная», «Ярославская престижная», «Спутник», «Старая Таганка»);

-фруктоза - основной сахар сока большинства фруктов. Получают изомеризацией глюкозы («Русский бриллиант», «Калевала», «Беннатовская», «Северная крепость», «Нижегородский кремль», «5 капель», «Садко», «Волк»);

-инвертный сахар - механическая смесь глюкозы и фруктозы, содержит некоторое количество сахарозы, получают гидролизом сахарозы («XXI век»);

-дисахара:

⁴ Декстрин - от лат. Dexter - право, правовращательное оптически активное вещество.

⁵ Целлюлоза - от лат. Cellula - клетка.

-мальтоза - солодовый сахар, две молекулы глюкозы, сахар зернового солода («Чарка», «Surkoff», «Каланча»);

-лактоза - сахар молока, остатки галактозы и глюкозы («Невский проспект», «Вальс Бостон», «Русский бриллиант Премиум», «Золото Жигулей»);

-сахароза - основной сахар сахарных свеклы и тростника, в небольших количествах содержится во фруктах, остатки глюкозы и фруктозы («Экстра», «Столичная», «Гжелка», «Юрий Долгорукий», «Московская Кристалл», «Праздничная» и многие другие);

-лактоулоза - синтетический сахар, в природе не встречается, остатки галактозы и фруктозы («Ерофей Хабаров», «Деловая Русь», «Кристалл-Лефортово»).

В несколько меньших количествах рецептур используются многоатомные спирты (полиолы), получаемые путем гидрирования моносахаридов с помощью катализаторов, ферментативным путем из дисахаридов. В последнее время - путем полной или частичной гидрогенизации продуктов с использованием высокомальтозной патоки. Использование сахарных спиртов в качестве подслащающих средств не требует для их усвоения выделения организмом инсулина, что позволяет применять их для приготовления диабетических продуктов.

При этом сахар может быть частично или полностью заменен полиолами, что дает возможность употребления подобных водок больным диабетом:

-глицерин - трехатомный спирт («Ямская Мягкая», «Калашников», «Мерная на молоке»);

-маннит - шестиатомный спирт («Мягонькая», «Козьма Прутков», «Сиверко», «Поморье»);

-ксилит - многоатомный спирт («Великая Россия», «Любовь гусара», «Жигулевская чистая»);

-сорбит - шестиатомный спирт («Журавли», «Амур-река», «Мичуринская элитная», «Спутник», «Гулеев»).

Водка "Увертюра" содержит следующие ингредиенты (кг на 1000 дал): сорбит пищевой, вводимый в воду перед смешиванием ее со спиртом 0,9-1,2; бикарбонат натрия 0,1-0,3; ванилин 0,001-0,003; водно-спиртовая жидкость остальное. Изобретение обеспе-

чивает расширение ассортимента водок с лечебно-профилактическими свойствами при заболевании диабетом и снижение себестоимости водки. Следует отметить, что сорбит хорошо растворим в воде, поэтому введение его в воду создает стабильный раствор сорбита, а в присутствии ванилина и бикарбоната натрия в водно-спиртовой среде сорбит образует с эфирами водки ароматный комплекс с едва уловимым ореховым оттенком, что придает оригинальность во вкусе и аромате водки, снижает себестоимость.

В качестве подсластителей используют также натуральные подсластители гликозидного происхождения, состоящие из углеводов и неуглеводных веществ, например, стевиозид, получаемый из растения стевия («Фортуна Ультра», «Моро»), настои топинамбура («Однажды вечером»).

Также природным подсластителем является мед, который вводится в напитки уже столетия. Однако они являются активными источниками помутнений, практически не поддаются стандартизации.

Все рассмотренные выше подсластители полностью усваиваются организмом человека, обеспечивая его энергией, но калорийны. Поэтому в последние годы идут эксперименты с введением в водки синтетических заменителей сахара, которые энергетической ценности не имеют и не усваиваются, например, суннет - ацесульфат калия («Иван Калита», «Завалинка»).

7.1.3. Бонификаторы

В последние годы активно рекламируются не только коммерческими структурами, но и специалистами ВНИИПБТ, различные природные бонификаторы⁶ (водки «Грань», «Кузнечанка», «Хорошо сидим», «Царский визит»), представляющие собой смеси ароматизирующих препаратов и веществ натурального происхождения в форме эфирных масел, настоев и т.д. Бонификаторы используются для облагораживания и улучшения вкусовых свойств алкогольных напитков. Устраняют органолептические пороки спирта, водки, улучшает качественные показатели напитков. Кроме того, при-

⁶ Бонификатор - франц. Bonification - улучшитель.

сутствие дубильных веществ в бонификаторах благоприятно сказывается на их вкусовых свойствах.

Одновременно являясь консервантами, бонификаторы способствует длительному хранению слабоалкогольных напитков, улучшая их качество, придавая продукту натуральность.

В настоящее время для смягчения вкуса водки и уменьшения резкого запаха спирта по рекомендации ВНИИПБТ могут применяться бонификаторы французского производства «Бонификатор АМО-97» и «Бонификатор 81.7012» (водорастворимый экстракт ольховых листьев) в количестве от 0,25 до 0,5 кг на 1000 дал водки.

7.1.4. Настои злаков, овощей и фруктов

Спиртованные настои злаков или продуктов их переработки широко используются (или декларируются) в целях смягчения вкуса спирта в водках. Дополнительно подобные ингредиенты ароматизируют водки, придавая им хлебный аромат, ассоциирующийся у потребителя с зерновым спиртом:

настои зерен:

ржи («Русское застолье», «Буханка», «Ермолаевская ржаная»),

гречки («Ять»),

кукурузы («Советник», «Дед», «Наша марка», «Хмельная дорога»),

ячменя («Мордовия», «Zernoff»),

овса («Застольная», «Русское застолье», «Русские традиции», «Золото Жигулей»);

настои проросших зерен (сырцового солода):

пшеницы («Ямал», «Амур-река», «Сергеевская»),

ячменя («Особая грация»),

овса («Гонор Виртус»),

сои («Ерофей Хабаров»),

ржи («Вечерний Тольятти», «Ржаной колос»);

настои ячменного солода («Капиталль», «5 капель»);

настои отрубей зерновых культур:

пшеничных («Пять углов», «Хлебосольная», «Традиции Империи»),

ржаных («Вековые традиции. Премиум», «Градус»);

настой овсяных хлопьев («Белое золото», «Тракторная», «Медовая», «Три капли», «Ночной волк»);

свежеиспеченный ржаной хлеб («Атаман Платов»);

настои сухарей:

пшеничных («Седая Ладога»),

Бородинского хлеба («Городская пряная»),

ржаных («Космодром»),

карельского хлеба («Русский хлеб»);

настои бездрожжевых хлебцев:

пшеничных («Русский стандарт», «Ярославская престижная», «Однажды вечером», «Полтина»),

гречневых («Забористая»),

ржаных («Казенный склад №3. Ржаная», «Старая марка хлебосольная»).

В ряде рецептов используются также настои овощей и фруктов:

настои картофеля и капусты («Национальная традиция»);

свежие яблоки и брусничный лист («Вечерний Мурманск»);

створки фасоли («Уфимская столичная»);

трава мать и мачехи («Царица»).

7.2. Ингредиенты, округляющие аромат напитка, маскирующие запах спирта

Основное требование к **пряно-ароматическим добавкам** - натуральность происхождения⁷, что изначально было характерно

⁷ Редкое исключение - вводимые в последние годы ароматизаторы, идентичные натуральным.

для рецептур русских водок и отсутствие цветности. Обычно вводятся в водки в таких количествах, чтобы неподготовленный потребитель, если специально не обратить его внимание, не заметил никаких особенностей, а воспринимал напиток как мягкую водку, без посторонних вкусов, горечи, резкого запаха спирта, с мягкими тонами послевкусия. Основная цель введения - округление аромата напитка, смягчение запаха спирта.

В последние годы часть добавок, например настои, пряно-ароматического сырья, позиционируют как лекарственные вещества, что, учитывая высокую токсичность этанола, а также незначительность дозировки добавок, представляется весьма сомнительным и относится скорее к маркетинговым приемам.

7.2.1. Ароматизаторы

Применение ароматизаторов в технологии производства водок позволяет:

- создать широкий ассортимент пищевых продуктов, отличающихся по вкусу и аромату, на основе однотипных напитков;

- стандартизировать вкусоароматические характеристики пищевой продукции вне зависимости от ежегодных колебаний качества исходного сельскохозяйственного сырья;

- усилить имеющийся у водки натуральный вкус и аромат;

- придать аромат продукции на основе некоторых ценных в питательном отношении, но лишенных аромата, видов сырья (например, женьшеня);

- избавить пищевую продукцию от неприятных привкусов.

Ароматизаторы можно разделить на несколько групп по технологии их получения:

- настои растительного сырья;

- ароматные спирты пряно-ароматического сырья;

- эфирные масла;

- синтетические ароматизаторы.

Применяется очень широкий спектр настоев: калгана («Северный олень»); кардамона («Крещенская Оригинальная»); кукурузной

крупы (водка «Вечерний Арбат»); липового цвета («Царская», «Два Петра»); овсяных хлопьев и пшеничных хлебцев («Белое Золото», «Русский Стандарт»); плодоножек морошки («Вирма»); почек сосны («Кандалакша»); проросших зерен пшеницы и овса («Вечерний Мичуринск»); риса («Крещенская мягкая»); ягод черемухи и листьев малины («Царское село»).

В отличие от настоев, ароматные спирты представляют дистиллят летучих ароматических веществ растительного сырья и не создают помутнений в напитке. Помимо ароматизации ароматные спирты придают водкам хлебный вкус, который у потребителя ассоциируется с зерновым спиртом.

Применяют ароматные спирты аниса, лимона и кориандра («Анисовая»); ванилина («Мичуринская хлебная»); душистого перца и кубебы («Родник-Перец»); зверобоя, цветов липы и семян укропа («Калужская»); изюма («Петр Великий»); кедрового ореха и ягод шиповника («Барнаул»); лепестков роз («Имперская»); лимонника («Kauffman Special»); лимонного масла («Родник-Лимон», «Мичуринская с лимоном»); листьев яблони («Петр I»); пшеничных и ржаных сухарей («Хлебная слеза»); терна («Терновое»); хвои, ели, чабреца («Графская Слобода»).

Эфирные масла. Достоверные сведения о том, что люди научились выделять душистые вещества из растительного сырья, относятся к V тысячелетию до н.э. Древнейшим письменным документом, в котором говорится о целебных свойствах растительных запахов, является клинописная табличка, найденная в Шумере. В ней упоминаются мирт, чабрец, смола деревьев, а также описаны способы пользования растительными лекарствами. Курительные свечи и кадила появляются не только в индийских книгах (VI век до н.э.) и на рисунках в святилище Канхери того же периода, но также в египетском храме Абу Симбэл, где найдена картина, на которой Рамзес II (1324-1258 до н.э.) жертвует кадила богу Птаху.

Эфирные⁸ масла - жидкие смеси летучих органических веществ, вырабатываемые особыми клетками различных органов растений и обуславливающие их запах. Биологическая роль эфирных

⁸ Эфир - от греч. Aither - место пребывания богов, материальный элемент всего сущего, наряду с огнем и водой.

масел окончательно не выяснена. Предполагается, что они защищают растения от паразитов, привлекают насекомых для опыления.

Эфирные масла содержат в основном терпены и терпеноиды, часто с преобладанием одного или нескольких компонентов. Например, в розовом эфирном масле обнаружено более 200 компонентов, однако 50% массы приходится на 2-фенилэтанол и 35% - на цитронеллол. Всего в эфирных маслах идентифицировано более 1000 соединений.

Ликероводочные заводы снабжаются эфирными маслами со специализированных заводов. Например, в России пользуется известностью ООО «Комбинат химико-фармацевтической ароматики», вырабатывающий большое количество ароматизаторов, в том числе свыше 70 для применения в слабоалкогольных напитках. Из зарубежных - немецкая Группа Дёлер (Dochler).

Эфирные масла получают перегонкой с водой или водяным паром (например анисовое, бархатцевое, ирисовое, укропное), из кожуры citrusовых холодным прессованием, сухой перегонкой (например: коры березы, можжевельника); экстрагированием легколетучим растворителем с его последующей отгонкой (например: эфирные масла акации, жасмина, листьев фиалки, клуберозы экстрагированных спиртом, жидким CO₂,

Эфирные масла не растворяются в воде, растворимость их в 30-40%-ном этиловом спирте очень мала (сотые и тысячные доли процента), причем лучше растворяются масла, богатые кислородсодержащими соединениями. С увеличением крепости спирта растворимость эфирных масел повышается, а в 90-96%-ном спирте они растворяются во всех соотношениях.

При исследовании эфирного масла определяют его подлинность (органолептически), отсутствие примесей (качественные реакции) и числовые показатели - плотность, угол вращения на поляриметре, кислотное число, эфирное число до и после ацетилирования (последние два определяют титрованием раствором КОН для определения содержания летучих кислот и омыления сложных эфиров).

В купаже эфирные масла задают после предварительного растворения в спирте крепостью 96,2% при соотношении 1:10 (1 кг

масла на 10 л спирта). Не рекомендуют вводить раствор масел одновременно с фруктовыми кислотами, т.к. это способствует окислению и ароматизатор с трудом распределяется в объеме напитка. Наоборот, введение с растворами сахара способствует лучшей ассимиляцией масел купажем.

Эфирные масла сохраняют в герметически закрытой стеклянной посуде без доступа воздуха и света, в сухом прохладном помещении. На воздухе при повышенной температуре многие эфирные масла легко окисляются, темнеют, осмоляются и утрачивают ароматические и вкусовые качества.

Примеры использования в водках: мятное (перечное), ментол натуральный («Львовская»), апельсиновое («Шедевр Страдивари»).

Значительно реже в технологии водок используются ароматизаторы синтетического происхождения, идентичные натуральным. Примеры: анис («Алтай»); джин («Ладога Карельская земля»); лесной орех («Ладога Ладья»); черная смородина («Ладога Ладья», «Черносмородиновая»); яблоко («Ладога остров Валаам»); грейфрутовый («Грейфрутовая»); перцовый («Перцовая»); можжевельный («Можжевельная»); клюквенный («Клюквенная»); лимонный («Золотой Лимон»).

Основная причина использования синтетических веществ - их дешевизна, простота использования, отсутствие возможных помутнений и изменения вкуса напитка. Однако их применение в водках элитных сортов не приветствуется из-за известных предубеждений потребителей.

7.2.2 Мед

Мед является одной из традиционных бонифицирующих⁹ добавок в русские водки. По предположению историка и публициста Похлебкина В. В. на первом этапе использовался для имитации (иногда - фальсификации) ставленных медов, затем быстро было выявлено, что вещества меда хорошо маскируют дефекты напитка, смягчают вкус и запах спирта. Мед является природным адсорбен-

⁹ Бонификатор - франц. Bonification - улучшитель.

том, который, вбирая в себя микропримеси водноспиртовой смеси, делает напиток чище, но при этом без вкуса меда.

Для приготовления раствора меда его смешивают с водкой в соотношении 1:10. Полученный раствор обязательно фильтруют через фильтрующий картон.

Мед широко используется в современных рецептурах напитков: «Украинская горилка», серия водок «Dr. Medoff»¹⁰, «Матрешкина Медовая», «Kauffman Selected», «Невский проспект», «Царская», «Хозяин тайги» и др.

7.3. Регуляторы химического состава

Цель введения регуляторов химического состава - коррективировка окисляемости или щелочности водки. Обычно это различные минеральные соли или кислоты.

Марганцовокислый калий добавляют к сортировке в виде водного раствора, до введения сахарного сиропа в количестве от 1 до 10 г на 1000 дал сортировки (водки «Русская», «Экстра») для корректировки окисляемости (перманганат калия окисляет ацетальдегид до уксусной кислоты, положительно влияющей на вкус спирта).

Гидрокарбонат натрия E500¹¹ (питьевая сода) добавляют для корректировки щелочности сортировки или исправленной воды, определяя его количество (в кг) по формуле:

$$G = 0,84(A_2 - A_1),$$

где 0,84 - количество химически чистого гидрокарбоната натрия, необходимое для повышения щелочности 1000 дал сортировки на величину, эквивалентную 1 см³ 0,1 н раствора НС1 на 100 см³, кг;

¹⁰ «Dr. Medoff» - писательский псевдоним российского врача-диетолога И.С. Воскресенского (1856-1932 гг.), который в конце XIX века был идеологом введения в рецептуры водок продуктов пчеловодства: меда, прополиса, пчелиного маточного молочка и пыльцы (спермацет).

¹¹ Каждой добавке, допущенной для применения в пищевых продуктах, присвоен цифровой трех- или четырехзначный номер с предшествующей литерой E. Они используются в сочетании с названиями функциональных классов, отражающих группировку пищевых добавок по технологическим функциям. Индекс E специалисты отождествляют как со словом Европа, так и со словами Ebsbar/Edible - «съедобный».

A₁ - начальная щелочность сортировки, см³ 0,1 н раствора НС1 на 100 мл;

A₂ - требующаяся щелочность сортировки, см³ 0,1 н раствора НС1 на 100 мл.

Товарный гидрокарбонат натрия содержит 98,5% основного вещества, поэтому его дозировку соответственно увеличивают. Гидрокарбонат предварительно размешивают в бачке, вылуженном чистым оловом, с небольшим количеством сортировки до получения однородной суспензии, которую сливают в сортировочный чан, тщательно размешивают с сортировкой в течение 10 мин и затем отстаивают 15 мин.

Гидрокарбонат натрия используется в рецептурах водок «Старорусская», «Аристократ», «Кузьмич на все случаи жизни».

Раствор **уксуснокислого натрия** E262 готовят нейтрализацией ледяной уксусной кислоты E260 гидрокарбонатом натрия E500 в бачке, вылуженном чистым оловом. Для этого 0,25 дм³ 80%-ной уксусной кислоты, разводят умягченной водой до 2 дм³ и в полученный раствор при постоянном помешивании добавляют небольшими порциями гидрокарбонат натрия до нейтральной реакции (водки «Московская особая», «Старорусская», «Золотое кольцо»).

7.4. Биологически активные вещества (БАВ) тонизирующего действия

7.4.1 Антиокислители

Клетки защищаются от радикального окисления, вызывающего их повреждения с помощью антиоксидантов. Основные антиоксиданты - витамины С и К, а также полифенолы, которые поступают в организм с пищей фруктами, овощами, чаем и вином. Включение в состав водок полифенольных веществ затруднительно из-за их цветности и проблемами со стойкостью, однако витамины встречаются в составах водок.

В некоторых работах отмечено, что аскорбиновая кислота (витамин С), благотворно влияет на органолептику и стойкость водок, одновременно являясь источником регулирования рН.

Также в некоторых работах предложено вводить в состав водок комплекс антиоксидантов серии «Каприм», выделяемый из тканей гребешков винограда, который снижает токсичность водок за счет антиоксидантных веществ, препятствующих образованию свободных радикалов при окислении этанола, т.е. развитию токсического эффекта. Полигонные испытания водки, содержащей добавку «Каприм» («Золотое руно»), проведенные в течение 10 месяцев в двух районах Магаданской области, привели к снижению заболеваемости алкоголизмом в 3,9 раза, случаев алкогольных психозов - в 2,5-4,0 раза, травматизма в состоянии алкогольного опьянения на 16-22%. Известны также примеры снижения токсичности водок за счет введения комплекса природных биологически активных веществ (включая антиоксиданты) животного происхождения, например экстракта пантов северного оленя - «Эпсорин». Недостатком является то, что эти добавки предотвращают образование свободнорадикальных и перекисных токсикантов, но не карбонильных соединений, прежде всего ацетальдегида.

В одном из патентов предложено включать в состав водок (кг на 1000 дал водки): экстракт элеутерококка сухой "Реликт" 0,09 - 0,15; биологическую добавку "Бонификатор АМО 97" фирмы "Рейно и ФИС", Франция 0,1 - 0,3; сахар 19 - 21; водно-спиртовая жидкость - остальное. Сочетание входящих в водку ингредиентов и их количественное соотношение повышает биологическую ценность и расширяет ассортимент водок. Кроме того, упрощается процесс получения водки.

В качестве стабилизаторов рН наряду с традиционными добавками используются цитрат натрия и аскорбиновая кислота (витамин С), благотворно влияющие на органолептику и стойкость водок.

7.4.2. Тонизирующие вещества

Мысль придания алкогольному напитку достаточно неоригинальна, поскольку они уже столетия используются в ликероводочных изделиях. Трудность состоит в наличии цветности у большинства настоев, что для водок недопустимо. Поэтому такое действие требует определенной технологической «ловкости» и, как правило, является know-how фирмы-производителя.

В водки производимые фирмой «Олимпа» вводят экстракт женьшеня. В водке «Medoff Winter» используют прополис, выдержанный в течение 7 дней при сверхнизких температурах, что упорядочивает структуру водки на молекулярном уровне и придает ей особенную мягкость.

Встречаются также и весьма экзотические вещества, примеры которых представлены на рис. 7.1.



Pink Vodka (США): дистиллированная пять раз, водка смешана с кофеином и экстрактом гуараны



Cannabis Vodka (США): представляет собой уникальный алкогольный напиток в своем роде. Ингредиенты: зерновой спирт, очищенная вода, сахар и семена конопли сорта Бенико (*Cannabis sativa L.*)



Zygo Energy Vodka (США): картофельная водка, смешанная с экстрактами гуараны, йерба мате, таурина и D-рибозы

Рис. 7.1. Примеры использования тонизирующих веществ в рецептурах водок

7.4.3 Стимуляторы потенции

Стимуляторы потенции (афродизиаки¹²) стали весьма популярными в последние годы, что является явным влиянием восточных традиций.

В этом качестве используются:

-настой имбиря («Skyu Infusions», США);

-настой женьшеня («Vodka.ru», «Золотой Женьшень Люкс», «Северная губерния с женьшенем», «Самец», Eva žen-šen Vodka, Чехия);

-настой пантов благородного оленя и препараты на его основе, пантокрин, Эпсорин («Белый клык», «Kauffman Hard Selected», «Виктория», «Пантофф Золотой особый», «Амур-река»);

-вытяжка из крови благородных оленей, пантогематоген («Дар Алтая», «Фаворит», «Сибирь»)

-эфирное масло аниса («Ликсар Хрустальная», «Люкс анисовая», «Эталон Анисовая», «Русица Элитная»);

-настой корня солодки («Крепость», «Ярославская классическая», «Водка Стрижамент»);

-морс ягод лимонника («Монастырская изба Лимонник», «Стрежень», «Довгань», «Очаковская с хреном»);

-настой травы расторопши («Бучумовка», «Казенка расторопша», «Урожай особая», «Бенатовская»);

-настой корня радиолы розовой («Геркин», «Белуга», «Пять девяток. Золотая», «Восточно-Сибирская»);

7.5. Алкопротекторы

Основная задача алкопротекторов - защита организма человека от токсичного действия этилового спирта, которое может быть произведено двумя путями: ускорение разложения спирта и снижение токсичности. Необходимость насыщения рынка качественной и

¹² Афродизиаки (от греч. *Αφροδισιακά*, которое, согласно некоторым источникам, происходит от имени древнегреческой богини Афродиты) — вещества, стимулирующие половое влечение и половую активность.

безопасной алкогольной продукцией отечественного производства обуславливает развитие новых направлений в разработке и производстве алкогольных напитков, приоритетные из которых – обеспечение безопасности алкогольных изделий и снижение последствий токсического, канцерогенного и мутагенного действия алкоголя на организм человека.

7.5.1. Ускорители метаболизма спирта

Одно из перспективных направлений по созданию новых водок – введение в их состав пищевых добавок, снижающих отрицательное действие алкоголя, ускоряющих процесс разложения этанола, в том числе снижающие внешние признаки опьянения.

Полученные в Центре по разработке эластомеров КГТУ и производимые ООО «Микрон» по экологически чистой технологии (синтез без солей тяжелых металлов, используемых в качестве катализаторов) новые пищевые добавки на основе янтарной, фумаровой кислот и их солей представляют собой естественные биологически активные соединения, метаболиты цикла Кребса, играющие важную роль в нормализации обмена веществ живой клетки.

Янтарная и фумаровая кислоты - универсальные промежуточные продукты обмена, образующиеся при взаимопревращениях углеводов, белков и жиров в растительных и животных клетках. В физиологических условиях они диссоциированы, т. е. представлены в виде аниона - сукцината и фумарата соответственно. Поэтому часто эти термины употребляются как синонимы.

Как известно, при алкогольной интоксикации и последующем отравлении ацетальдегидом нарушаются многие метаболические процессы, что приводит в том числе к гипоксии и нарушению пополнения пула цикла Кребса. Янтарная кислота самостоятельно и особенно в сочетании с глюкозой, витаминами, другими веществами заметно снижает последствия интоксикации организма, повышает его способность бороться с отравляющим действием токсических веществ и свободных радикалов, повышает активность клеточного дыхания, увеличивает сопротивляемость организма. Кроме того, янтарная кислота, как представитель класса карбоновых кислот, активно участвует в реакции этерификации, связывая находя-

щиеся в организме этиловый и другие спирты, ацетальдегид. Тем самым уменьшается скорость и глубина опьянения, нарушение мыслительной и двигательной функций, сбои в работе внутренних органов и систем и другие проявления алкогольной интоксикации.

В настоящее время разработаны и применяются различные пищевые добавки на основе янтарной кислоты: «Янтарит», «Янтавит», «Янталак ГФ», «Алко-буфер», «Антипохмелин», «Бизон», «Лимонтар» и др.

С 1996 г. в Татарстане налажен выпуск водок с данными добавками: «Янтарная», «Казанская Люкс», «Гимаевская», «Тысячелетие Казани», «Нижекамская». В настоящее время особенной популярностью пользуются соли янтарной кислоты. Детоксицирующие добавки на основе калиевой соли янтарной кислоты использует фирма «Росалко» (Москва), кальций янтарнокислый - ООО ЛВЗ «СТС» (г. Барнаул), ЛВЗ ООО «Девсевские ключи» «5 капель» (Украина) и др.

ГНУ «Института общей и неорганической химии» НАН Республики Беларусь совместно с научно-производственным предприятием «Биосан» разработана добавка «Алкос», которая содержит комплекс природных антиоксидантов, дикарбоновые кислоты, обладающие алкопротекторными свойствами и представляют собой естественные биологически активные соединения, метаболиты цикла Кребса, играющие важнейшую роль в нормализации обмена веществ живой клетки. Они выводят из организма токсические вещества, в том числе и алкоголь, снижают содержание молочной и пировиноградной кислот, аммиака, которые потенцируют процессы старения в организме.

Содержащийся в добавке «Алкос» органический селен, являясь мощным природным антиоксидантом, обеспечивает синергический эффект защиты живой клетки от окислительного стресса в процессе окисления алкоголя в организме. При окислении этанола в клетках печени, значительно снижается активность глутатионпероксидазы, уменьшается содержание жирорастворимых антиоксидантов печени, ослабевает иммунитет.

Защитное действие селена связано с его участием в работе селенозависимой глутатионпероксидазы, способной повышать иммунитет организма.

Синергизм действия селена и дикарбоновых кислот обеспечивает антиоксидантную защиту клеточных мембран до стадии перекисного окисления. Проведенные исследования образцов водки с добавкой в ГУ «Республиканском научно-практическом центре гигиены» Республики Беларусь подтвердили высокую эффективность добавки «Алкос». В 2007-2008 годах были проведены исследования добавки «Алкос» в Федеральном Государственном Учреждении Науки «Институт токсикологии» ФМБА России, который подтвердил, что обработка водок пищевой добавкой «Алкос» уменьшает проявление постинтоксикационного синдрома.

Исследования, проведенные в НИИ РАМН труда РФ в 2009 г. показали, что применение добавки «Алкос» может иметь значение для профилактики отдаленных эффектов бытовой и промышленной экспозиции спиртами.

Пищевая добавка «Алкос» производится трех видов: «Алкос-1», «Алкос-2», «Алкос-3» и используется при производстве водок, классических, особых и класса «Premium».

Добавку «Алкос» на основе дикарбоновых кислот используют производители алкогольной продукции РУП «Минск-Кристалл», СООО Малиновщизненский спирто-водочный завод в новых водках «Кристалл- Чародей», «Аквадив-Дукат».

В качестве или в составе целевых добавок в водку вводят эйкозапентаенат натрия в количестве 10^{-6} - 10^{-3} % по массе. Изобретение позволит получить продукт с расширенным спектром биологической активности.

В некоторых работах предложено введение в водку в соотношении 1:100 комплекса биологически активных веществ, основу которого составляют аминокислоты, образующиеся при обработке слоевища лишайников рода кладина (*Cladina*) диоксидом углерода в состоянии суперкритической жидкости. Осуществление изобретения позволяет получить водку со сниженным токсическим и наркотическим действием на организм человека при сохранении ее эйфорического действия.

7.5.2 Вещества, защищающие организм человека от токсичного действия алкоголя

В качестве таких компонентов используют преимущественно глицин и лактулозу, а также препараты на их основе.

Глицин (Glycinum) - аминокислотная кислота H_2N-CH_2-COOH . Относится к классу заменимых аминокислот, является естественным метаболитом, содержится во всех тканях организма. Особенно много глицина в головном и спинном мозге. Вместе с другими аминокислотами он входит в состав полипептидной цепи, формирующей первичную структуру всех белков. Глицин непосредственно задействован в синтезе пуринов, порфиринов, фосфолипидов, креатина, окситоцина и вазопрессина. Является центральным нейромедиатором тормозного типа действия. Условно процессы, активируемые глицином в клетках, можно разделить на рецепторные и общеметаболические. Способность влиять на различные пути метаболизма приводит к многообразному действию данного вещества.

На уникальные качества глицина как метаболического корректора в применении к проблемам употребления алкоголя внимание обратили в последние 5-7 лет. Самый вредный продукт распада алкоголя – ацетальдегид. Именно он вызывает большинство всем известных симптомов похмелья. Глицин связывает его и превращает в нетоксичный продукт - аминокислоту треонин (ацетилглицин), которая является естественным для организма участником белкового обмена и легко усваивается. Установлена способность его к связыванию (конъюгированию) различных экзогенных соединений, в том числе сивушных масел, сопутствующих веществ этанола.

В качестве пищевой добавки глицин (E-640) входит в "Список пищевых добавок, разрешенных к применению при производстве пищевых продуктов". Глицин для пищевых целей разработан ГУ Волгоградским НИТИ ММС и ППЖ, ТУ 2639-223-05763458-97, соответствует гигиеническим требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов СанПиН 2.3.2.560-96, гигиеническое заключение № 77.99.9.916.П.14834.10.00. от 03.10.2000г.

Готовая продукция имеет длительный срок хранения без ухудшения качества и расширяет ассортимент высококачественных водок. Исследованиями установлено, что применение водки, обогащенной глицином, не вызывает зависимости от этанола.

Прополис (пчелиный клей) представляет собой клейкое смолистое вещество, которое является в улье ремонтно-строительным и антисептическим материалом. По физико-химическим показателям прополис должен соответствовать требованиям ГОСТ 28886-90 "Прополис".

Биологические свойства прополиса объясняются, прежде всего наличием значительных количеств фенольных соединений, обладающих выраженными антибактериальными, антиоксидантными, желчегонными, мочегонными, капилляро-укрепляющими, противовоспалительными, заживляющими свойствами. В составе прополиса находятся флавоны, флавонолы, флавононы, фенолокислоты.

В ликероводочной промышленности прополис нашел применение сравнительно недавно. Это произошло в основном благодаря его ярко выраженному оздоровительному действию, особенно его противовоспалительным и бактерицидным свойствам, а также благотворному влиянию на печень. При добавлении в изделие прополис придает ему специфический приятный смолистый аромат. При разработке рецептур необходимо учитывать, что прополис содержит большое количество дубильных веществ, поэтому нежелательно использовать его в изделиях, в состав которых входит сырье с высоким содержанием белка из-за опасности помутнения и выпадения осадка. По этой же причине готовую продукцию желательно хранить при температуре не ниже +10 °С.

Прополис нерастворим в воде, но хорошо растворим в спирте. В изделие его вносят в виде настоя. Для его приготовления мелко измельченный прополис заливают водно-спиртовой смесью крепостью 50 % об. в соотношении 1:10 (на 1 кг прополиса 10 дм³ жидкости). Настаивают в течение 5 суток в темном месте при температуре 20-25°С при периодическом перемешивании, а затем фильтруют. Готовый настой прополиса представляет собой прозрачную жидкость коричневого или красно-коричневого цвета с характерным смолистым ароматом прополиса и горьким вкусом. В водку

настой прополиса вносят только после обработки сортировки активным углем во избежание потерь компонентов прополиса и загрязнения пор угля. Хранят настой в прохладном, защищенном от света месте.

Среди алкопротекторов, снижающих токсичное действие алкоголя, следует отметить различные формы **лактолозы**¹³:

-алкософт (водки «Беспохмельная», Рязанский губернатор» и др.);

-углеводный комплекс «Альфалюкс» и комплексная пищевая добавка «Алколюкс» (поставщик - ООО «Инновационно-коммерческая компания Медмарк», способ применения - растворение в исправленной воде от 5 до 10 кг на 1000 дал, водки «Русский гений», «Авангард», «Алмазный фонд»),

-«Лаэль» (лактолоза, лизоцим и другие углеводы), добавка «Фрулакт» (смесь лактулозы и фруктозы в соотношении от 1:9 до 9:1, водки «Матрешкина»).

В ПНИЛ медицинской цитологии Российской медицинской академии последипломного образования Минздрава РФ в 1999 г. проведено экспериментальное изучение влияния на организм лабораторных животных концентрата лактулозы (товарная марка "Алкософт"), при применении его на фоне алкоголя, известного своей высокой гепатотоксичностью. Наркологические исследования свойств лактулозного сиропа показали, что при употреблении водки с "Алкософтом" наблюдается более высокая концентрация неизмененного этанола в крови и моче. Отсюда наркологи сделали следующие выводы: "Алкософт" замедляет процесс метаболизма этанола, при употреблении водки с "Алкософтом" алкоголь в неизмененном виде выводится интенсивней, "Алкософт", минимизирует отравление организма ацетальдегидом, продуктом метаболизма этанола.

Серия ТМ «Безпохмельна» предъявляет в качестве козыря углеводный модуль алкософт, который предотвращает похмелье, защищает внутренние органы человека от токсического воздействия алкоголя и восстанавливает микрофлору кишечника.

¹³ Лактулоза - C₁₂H₂₂O₁₁, синтетический дисахар, состоящий из остатков галактозы и фруктозы.

7.6. Вещества, придающие напитку полноту вкуса

Гродненский ликероводочный завод в Белоруссии стал родоначальником нового направления в отрасли - «здоровой водки». С октября предприятие начнет выпускать водку с добавлением йодированной соли. Хотя фармакологическая ценность этой смеси весьма сомнительна, гродненские водочники уже заработали на ней международный контракт: первые партии пойдут на экспорт в Литву. Кстати, водка с йодом - не единственное «оздоровительное» ноу-хау белорусской фирмы. Сейчас завод производит водку, «обогащенную витаминами и глюкозой», и водку, «насыщенную ионами серебра».

Глицерин E422 смягчает вкус водки, придает ей вкусовую наполненность («Калашников», «Исток оригинальная Люкс»).

Соль, поваренная в умеренных дозах создает мягкие тона послевкусия (йодированная - «Калашников»)



Рис. 7.2. Scorpion Vodka (США).

В бутылке этой водки (рис. 7.2.), выпускаемой серийно, содержатся скорпионы, специально выращенные на ферме в южном Китае. Тельца скорпионов сначала проходят через специальный процесс детоксикации и помещаются в бутылку с водкой на 3 месяца. Как сообщается в рекламном проспекте «скорпион придает приятный мягкий древесный вкус водке и смягчает ее».

8. Оборудование для предварительного и окончательного фильтрования сортировки и водки

Фильтрование применяется как предварительное фильтрование сортировки до угольной батареи (форфильтрование) и после нее. В первом случае основная задача - отделение тонкодисперсных частиц, приносимых с умягченной водой и образующихся из солей жесткости воды при смешивании со спиртом для уменьшения нагрузки на угольный фильтр и предотвращения закупоривания его пор. Во втором - отделение от готовой водки мельчайших частиц угля, образовавшихся в результате его истирания потоком сортировки (т.н. «коллоидный» уголь).

8.1. Песочные фильтры

В основном применяют одно- и двухпоточные песочные фильтры, хотя в последнее время все активнее внедряются мембранные технологии (микрофильтры как картриджные, так и одно-разовые). Необходимо отметить, что простота конструкции традиционно применяемых для этой стадии песочных фильтров, которые без замены работают десятилетиями, существенно тормозит инновации на этой стадии, которые весь малочисленны.

Песочный фильтр (рис. 8.1 и 8.2) изготавливают из листовой меди в виде цилиндрического корпуса 1, луженого внутри, со сферическим дном 2 и съемной крышкой 3, прикрепленной к фланцу корпуса болтами (способ В.Ф. Комарова и П.Я. Бачурина). Высота фильтра 1100 мм, диаметр 700 мм. Сортировка по патрубку 4 равномерно распределяется по всему поперечному сечению фильтра с помощью коллектора 7, представляющего собой центральную трубу с отходящими в обе стороны перфорированными трубками. При промывке песка потоком снизу вверх через эту систему удаляется промывная вода.

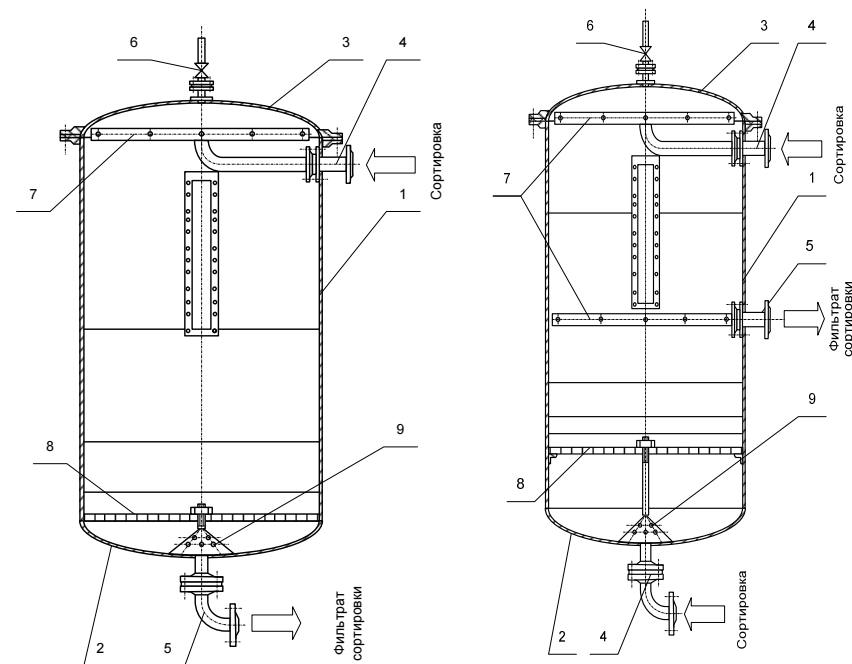


Рис. 8.1. Однопоточный песочный фильтр Рис. 8.2. Двухпоточный песочный фильтр

Двухпоточный песочный фильтр (рис. 8.2) дополнительно снабжен трубчатым дренажным устройством, обернутым мелкой сеткой с отверстиями в 0,2-0,3 мм. Нижний слой песка с зернами размером 2-3 мм имеет высоту 50 мм, средний с размером зерен 1,5-2 мм - ту же высоту и верхний с зернами размером 0,5-1 мм - высоту 400-600 мм, дренажное устройство находится посередине этого слоя песка. Фильтруемая жидкость подается одновременно сверху-вниз и снизу-вверх. Такое «встречное направление» фильтрующих потоков в отводящую дренажную систему позволяет повысить скорость фильтрования до 7 м/час и выше. А производительность фильтра в 8-9 раз и более, без расширения и уноса песчаной загрузки, которое обычно для указанных выше размеров зерен

песка начинается при скорости потока фильтруемой жидкости в 2-2,5 м/час при так называемой «критической» скорости.

Поток сортировки, идущий снизу, фильтруется сначала через крупные, затем через средние и, наконец, через мелкие зерна песка. Верхний поток фильтруется только через мелкие зерна. Регенерация песка производится аналогично однопоточному фильтру.

Преимущества песочных фильтров:

- простота конструкции;
- дешевизна применяемых материалов (кварцевого песка) и его малый расход при фильтровании;
- химическая устойчивость, отсутствие истирания при фильтрации;
- небольшое гидравлическое сопротивление, что допускает использование самотечных схем.

Недостатки песочных фильтров:

- большие габариты;
- по мере нарастания слоя угля при зернистой загрузке, начинается пропускание частиц угля (пылить);
- при толчках потока песочный фильтр может сбросить угольную пыль;
- при фильтровании сортировки после обработки пылевидным углем или модифицированным крахмалом количество загрязнений в ней многократно возрастает, возрастают и затраты на фильтрование.

8.2. Мешочные фильтры

В настоящее время в качестве альтернативы габаритным песочным фильтрам, особенно на стадии окончательного фильтрования водки перед доводным чаном рассматриваются мембранные мешочные фильтры, работающие также самотеком. Основная масса угля может оставаться в фильтре-ловушке, а может смываться из него в канализацию. Фильтры промываются обратным током водки и служат многократно. На рис. 8.3. представлены полипропиленовые мешочные фильтры для водки.

Преимущества фильтромешков:

- простота в эксплуатации;
- низкое сопротивление (хорошо работают под гидростатическим давлением);
- простота регенерации (легко стираются);
- возможность отжима осадка;
- низкая цена.



Рис. 8.3. Полипропиленовые мешочные фильтры для водки производства ООО «Полинет»

Фильтромешки позволяют успешно решать ряд технологических задач:

- очистка сильно загрязненной сортировки после запуска угольных колонок, а также в качестве разгрузочной ступени для фильтр-прессов и патронных фильтров;
- очистка спирта при сливе в спиртохранилища;
- очистка сахарного сиропа;
- очистка исправимого брака;
- удаление случайных загрязнений, попавших в продукт при транспортировке по трубопроводам или в емкостях;
- удаление ворса от фильтр-картона;

- фильтрация напитков с замутнителями, например, неосветленных соков, эмульсионных ликеров;
- удаление частиц угля или ионообменной смолы;
- контрольное фильтрование при фасовании полностью очищенного продукта.

Применение фильтромешков в качестве разгрузочной ступени позволяет значительно снизить затраты на фильтрацию.

Фильтродержатели для мешочных фильтроэлементов изготавливаются из пищевой нержавеющей стали 12Х18Т10Т, обрабатываются электрохимическим полированием и состоят из основания, крышки, поддерживающей корзины, фурнитуры для зажима фильтромешка. Входной и выходной патрубки выполнены в основании держателя, что позволяет производить замену фильтромешков без отсоединения самого держателя от технологической линии. Крышка крепится к основанию с помощью хомута, что обеспечивает быструю замену фильтромешка.

Важным элементом конструкции фильтродержателя является наличие поддерживающей корзины, которая в самодельных конструкциях чаще всего отсутствует. Она препятствует растяжению и разрыву фильтрующей перегородки мешка и, таким образом, гарантирует стабильность и качество фильтрации. Фильтродержатели, для фильтромешков с диаметром оголовочной части: 66, 86, 92 мм, крепятся на трубопроводах или на кронштейне, для фильтромешков с диаметром оголовочной части 178 мм устанавливаются на полу.

8.3. Каскадное фильтрование

Иногда для фильтрации водок, обработанных пылевидным углем, что дает большое количество трудно задерживаемых частиц, применяют каскадное фильтрование (установка «Полтавчанка» рис. 8.4.). При этом очистка водки от угольной смеси, происходит фильтрованием различными фильтрами грубой и тонкой очистки:

- первый фильтр - рамный, бельтинговый - 20-ти микронный;
- второй фильтр - фильтр-пресс, картонный - 10-ти микронный;
- третий фильтр - мембранный, керамический - 4-х микронный.



Рис. 8.4. Фильтрующий каскад установки «Полтавчанка»

8.4. Другие системы фильтрования

Описанные в литературе керамические фильтры (рис. 8.5.) не прижились в промышленности из-за частого проскока угольной пыли, диатомитовые фильтры с намывным слоем - из-за сложности в эксплуатации.



Рис. 8.5. Общий вид керамического фильтра

9. Способы и схемы фильтрования

9.1. Периодический способ обработки водочных сортировок

Периодический способ (рис. 9.1) сейчас применяется на заводах небольшой производительности (до 700 тыс. дал в год). Применение непрерывного способа очистки сортировок активным углем на заводах малой мощности осложняется из-за недопустимости длительных перерывов в работе угольных колонок, которые отрицательно сказываются на качестве водок и ведут к увеличению количества брака. Использование одной и той же угольной колонки для разных сортов водки требует ее периодическую промывку и также увеличивает брак, а выделение отдельных колонок для каждого сорта водки при малой мощности завода неоправданно.

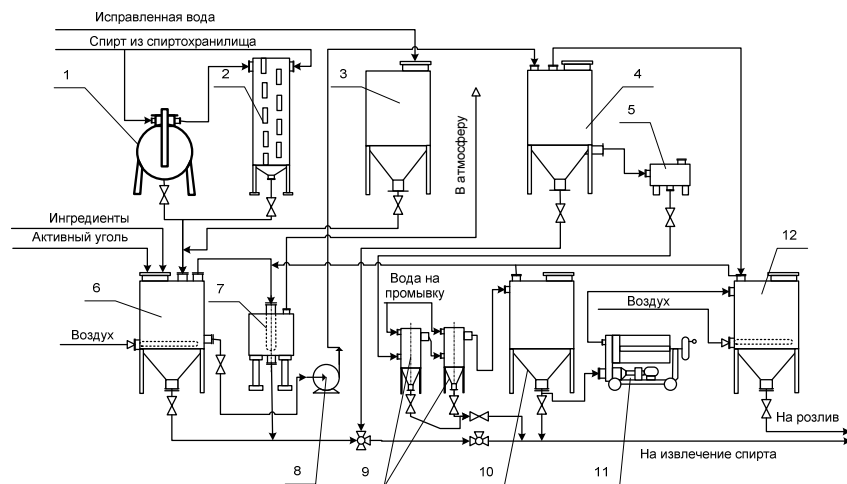


Рис. 9.1. Приготовление водок на заводах мощностью до 700 тыс. дал в год:

1, 2- мерники спирта; 3 - напорный сборник исправленной воды; 4- напорный сборник водки; 5-регулятор напора; 6 - сортировочный (отстойный) чан; 7 - спиртоловушка; 8 - насос; 9 - фильтры рамные механические; 10- промежуточный сборник; 11 - фильтр-пресс; 12 - сборник готовой продукции

При периодическом способе сортировку заливают в специальные отстойные чаны, загружают уголь из расчета 2 кг на 1000 дал сортировки, перемешивают 30 мин воздухом или мешалкой, отстаивают 30 мин, а затем декантируют (отбор производится из штуцера в 15 см ото дна) и фильтруют через каскад фильтров тупиковой фильтрации от грубого до тонкого (фильтр-пресс). Оставшийся в чане уголь проверяют на активность по пробе Ланга, добавляют свежий уголь из расчета 0,6-1 кг на 1000 дал и повторяют очистку.

Отработанный уголь выгружают из отстойного чана и отправляют на выпарку спирта в аламбике. Выпаренный спирт поступает на денатурацию. Спирт извлекается также из отработанных фильтрматериалов.

Применение этого способа, однако, создает большую нагрузку на фильтроэлементы, поэтому в России этот способ практически не используется, хотя широко распространён за границей. Для устранения коллоидного угля требуется несколько стадий фильтрации, существенно снижается ресурс фильтроэлементов.

Преимущества периодических схем:

- позволяет без увеличения брака и промывки оборудования переходить на другой сорт водки;
- при частых остановках и неритмичной работе отсутствует брак, связанный с образованием альдегидов в неработающей колонне;
- возможность работы в зданиях пониженной этажности.

Недостатки:

- невысокая скорость обработки сортировки;
- повышенные расход угля и требования к стадии фильтрации из-за большого количества пыли;
- снижение органолептики напитка;
- высокие потребные площади сортировочного отделения, повышенная металлоемкость оборудования;
- повышенные потери спирта.

9.2. Динамический способ (метод В.Ф. Комарова)

Способ считается классическим и позволяет получать водки с высокими органолептическими показателями (рис. 9.2).

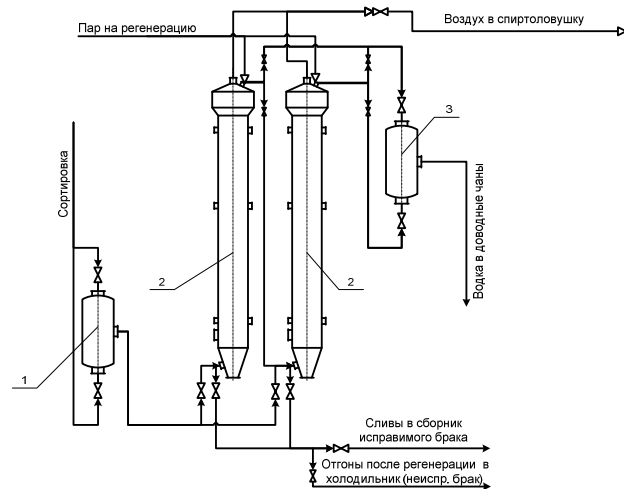


Рис. 9.2. Схема динамического фильтрования:

1, 3 - двухпоточные песочные фильтры; 2 - угольные контакторы



Рис. 9.3. Внешний вид сортировочного отделения с классическими угольными колоннами

Угольная колонна – это вертикальная емкость высотой 4 метра и диаметром 0,7 м. В колонну засыпается уголь. Фильтрация ведется динамическим способом, т.е. через неподвижный слой угля под давлением проходит водно-спиртовая смесь (сортировка), давление создается напорной емкостью. Динамический способ признан наиболее оптимальным для производства водки, поскольку позволяет контролировать параметры обработки сортировки: изменяя скорость прохождения сортировки через уголь можно регулировать органолептику водки на выходе, применять различные угли, в том числе смеси углей (угольный микс). Так же динамический способ позволяет углю «раскрыться», т.е. после некоторого времени постоянной работы уголь выходит в режим, и дает наилучшие органолептические показатели водки.

Динамический способ обработки получил наибольшее распространение в ликероводочном производстве, поскольку при использовании дробленого угля в данной схеме обработки достигается наиболее оптимальное соотношение между сорбционными и каталитическими процессами, происходящими на поверхности активного угля, что обеспечивает значительное улучшение органолептических свойств обработанной сортировки. Исторически сложившиеся в России традиции водочного производства также связаны с обработкой сортировки в колоннах с неподвижным слоем березового угля, поскольку именно этот способ обработки позволил получить водку с неповторимым вкусом, создавшим ей мировую славу.

Угольная колонна требует стабильного круглосуточного режима работы, в противном случае, при остановках, происходит активное накопление альдегидов, т.е. образуется неисправимый брак. На промывку угольной колонны после остановки требуется до 2 - 3 тонн сортировки, что является сегодня непозволительной роскошью. Нестабильность работы сказывается и на качестве продукта, оно так же нестабильно.

При заполнении колонны активным углем (прошедшим предварительную подготовку), следует выдерживать определенные скоростные режимы и последовательность запуска колонны для более полного удаления воздуха (скорость при заполнении колонны 5-10 дал/час). Необходимо предотвращать разогрев колонны, насыщения микропор активного угля молекулами этилового спирта для более быстрого набора крепости (после заполнения колонны вы-

держка в течение 2 часов). В конечном счете, соблюдение всех этих условий способствует снижению процесса альдегидообразования при запуске колонны со свежим активным углем в работу и уменьшению потерь сортировки.

Известно, что обработка сортировки на активном угле – это сложный и многогранный процесс, в котором участвуют до 50 различных веществ, присутствующих, пусть даже в очень малых концентрациях, в сортировке. Характерный «водочный» вкус и аромат сортировка получает в основном в результате реакций образования приятно пахнущих ацеталей и этилацетата.

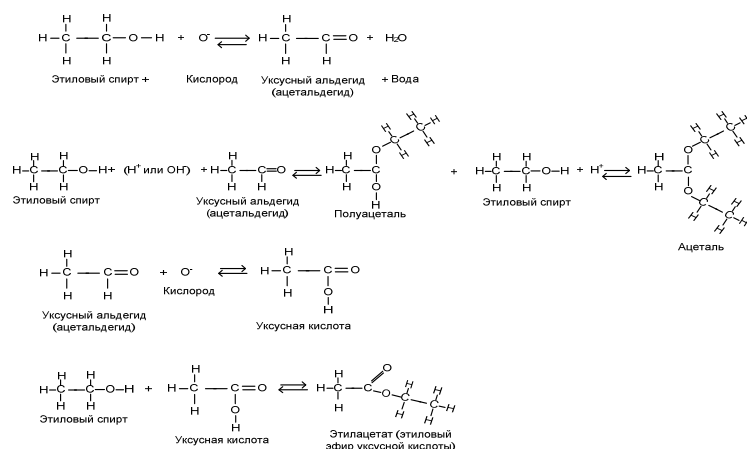


Рис. 9.4. Основные реакции, протекающие на поверхности активного угля

При этом концентрация образующихся альдегидов и ресурс работы активного угля в основном зависит от двух реакций, которые происходят на его поверхности в присутствии кислорода в сортировке и на поверхности угля:

- часть молекул уксусной кислоты взаимодействует с молекулами спирта с образованием сложных эфиров;
- избыток нейтрализуется поверхностью активного угля.

При анализе этих реакций следует отметить следующие важные обстоятельства:

- скорость реакции окисления альдегидов до уксусной кислоты ниже, чем скорость окисления этанола до альдегида, поэтому образуется избыток альдегидов, концентрация которых регулируется скоростью прохождения сортировки;
- на повышенное альдегидообразование влияет содержание кислорода в сортировке и на поверхности активного угля;
- молекулы альдегида практически не сорбируются микропорами активного угля, поэтому при уменьшении времени контакта сортировки с активным углем концентрация альдегидов будет уменьшаться;
- повышенное пылеобразование (т.е. низкая прочность на истирание), высокое содержание общей и водорастворимой золы, увеличенное содержание групп основного характера способствуют повышению концентрации альдегидов, поскольку связывают уксусную кислоту.

Скорость реакции окисления на первой стадии (этанола до ацетальдегида) протекает со значительно большей скоростью, нежели окисления ацетальдегида до кислоты, поэтому при снижении скорости или при остановке фильтрации образуется избыток ацетальдегида, который в отличие от уксусной кислоты, как уже было сказано, не сорбируется углем и переходит в продукт. Ацетальдегид имеет резкий запах и вкус, а так же негативно влияет на похмельный синдром, поэтому содержание альдегида регламентировано.

Стандарты на содержание альдегида в каждой стране разные, например, для водок на основе спирта «Люкс» в Украине 4 мг/дм³, в России 3 мг/дм³, в Казахстане 2 мг/дм³. Водка с содержанием альдегида выше допустимого называется неисправимым браком, поскольку снизить содержание альдегида можно либо повторной перегонкой в ректификационных колоннах на спиртзаводе, либо при помощи специальных сорбентов, например, силикагеля, которые удорожают производство и могут снизить необходимые вкусовые качества.

Сегодня водка уже не дефицит, прилавки магазинов изобилуют разнообразием брендов, рассчитанных на самого разного покупателя. Сложившиеся рыночные условия существенно снизили объемы выпуска многих ликероводочных заводов и такая технология производства стала не удобной и достаточно затратной. Колонны могут обеспечить работу водочных заводов имеющих большие объемы продаж. Но предприятиям с низкой реализацией продукции такой способ производства уже не позволяет обеспечить оптимальную себестоимость, и что более важно, не обеспечивает необходимое качество продукции, позволяя вытеснить себя с прилавка более качественному конкуренту, что особенно важно для новых предприятий, для которых качество – это билет в жизнь.

Этот фактор имеет особенно существенное значение в настоящее время, когда увеличение числа малых и средних предприятий, неполная загрузка высокопроизводительных линий на крупных предприятиях, усиление конкуренции на рынке сбыта часто приводят к вынужденным остановкам в работе угольных колонок.

Раньше при обработке сортировок первостепенное значение для улучшения качества готовой продукции имели адсорбционные свойства активного угля. В настоящее время существенно улучшилась технология водоподготовки. Так, установки «обратного осмоса» позволяют очищать воду до содержания сухого остатка 15-25 мг/л., приближая ее к дистиллированной воде.

Кроме того, сейчас используются в основном спирты марок «Люкс» и «Экстра» с существенно более низким содержанием органических примесей, чем применявшийся ранее спирт «Высшей очистки». Поэтому в настоящее время для значительного улучшения органолептики опираться только на сорбционные свойства активного угля недостаточно.

Следовательно, резко возросла роль окислительно-восстановительных процессов, протекающих на поверхности активного угля в присутствии кислорода, в результате которых образуются высокомолекулярные соединения с приятным ароматом и вкусом, что требует новых подходов к обработке сортировки активными углями.

Преимущества динамического способа обработки сортировки:

- технологическая отработанность процесса;
- наличие серийно выпускаемого оборудования;
- простота эксплуатации, возможность работы самотеком;
- по сравнению с периодическим: интенсификация процесса, повышение качества водки, уменьшение расхода угля, снижение потерь спирта, высокое органолептическое качество.

Недостатки:

- невысокая скорость обработки сортировок, значительные производственные площади (в зависимости от типа водки на свежем угле не превышает 30-60 дал/час и снижается по мере истощения активных свойств угля до 8-10 дал/час);
- большой расход угля (250-300 кг на 50-150 тыс. дал сортировки до регенерации);
- высокие технологические потери активного угля, вызываемые его истиранием и образованием труднофильтруемого «коллоидного» угля, что вызывает увеличение затрат на последующую фильтрацию водки;
- возможность «каналообразования», «пристенного» эффекта и самосортирования угля;
- неравномерность качества напитка из-за постепенного снижения действия угля по мере его выработки;
- альдегидизация сортировки при остановке производства (снижение скорости подачи до 2-3 дал/ч, используемое при перерывах в работе, решает проблему лишь частично).

9.3. «Серебряное» фильтрование косточковым углем

Предпосылкой предлагаемого НПП "Технофильтр" способа обработки сортировок и водок «Серебряное фильтрование» является известный факт повышения эффективности активного угля путем нанесения на его поверхность небольшого количества коллоидно-диспергированного серебра.

Специалистами ООО НПП «Технофильтр» реализована задача создания нового способа обработки сортировки и водки. В данном способе сочетаются эффективность современных активных кокосов-

вых углей, импрегнированных серебром, с преимуществами хорошо зарекомендовавших себя при фильтрации жидкостей элементов патронного типа (картриджей) и микрофильтрационного оборудования на их основе.

В результате испытаний, которые начались на предприятии еще в 1998 г., в качестве серебросодержащего угля был выбран активный уголь из специальных сортов скорлупы кокосового ореха твердых пород, импрегнированный серебром. Эти угли отличаются высокой твердостью ($> 97\%$), большой площадью поверхности ($> 1000 \text{ м}^2/\text{г}$), низкой зольностью с минимальным содержанием водорастворимой золы, исключаяющей высокую альдегидообразующую способность, практически полным отсутствием миграции серебра в фильтрат (после отмывки 140 л воды остаточное количество серебра в фильтрате составляет 5 мкг/л при предельно-допустимой норме 100 мкг/л). Как показали исследования, проведенные во ВНИИ-ПБТ, активные угли из скорлупы кокосовых орехов по ряду технических характеристик превосходят показатели угля БАУ-А. Их механическая прочность более чем в 1,5 раза выше, содержание золы в 3-5 раза меньше при минимальном содержании водорастворимой золы, удельная поверхность в два раза выше.

Основой новой технологии стала разработанная и запатентованная оригинальная конструкция патронного сорбционно-фильтрующего элемента ЭПСФ.У Ag0.4.

При этом конструкция фильтроэлемента учитывает способность активного угля изменять объем (набухать) в процессе работы и исключает возможность "каналообразования" даже при высоких скоростях фильтрации.

При работе данного элемента водно-спиртовая смесь проходит через угольную «миниколонку» с засыпкой серебросодержащим углем. Движение жидкости продольно.

Путем соединения элементов высотой 250 мм методом термосварки выпускаются элементы высотой 500, 750 и 1000 мм.

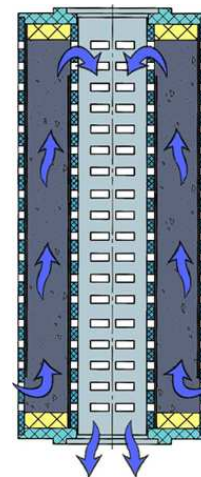


Рис. 9.5. Запатентованная конструкция ЭПСФ.УAg 0.4



Рис. 9.6. Фильтрующие элементы ЭПСФ.УAg 0.4 высотой 250, 500, 750, 1000 мм



Рис. 9.7. Установка УСФ.2 (8x750/24x1000)-5 производства НПП "Технофильтр"

Рекомендуется применение в следующих случаях:

- в замен динамических фильтров на заводах малой мощности при частых остановках выпуска;

- в дополнении к динамическому способу для улучшения качества сортировки;

- для контрольной фильтрации водок перед розливом.

На основании проведенных исследований можно отметить, что основным преимуществом применения установок «Серебряной фильтрации» является отсутствие возрастания содержания альдегидов в процессе обработок сортировок и водок, а также при длительных остановках процесса фильтрования, поскольку в данном случае резко уменьшается как количество активного угля, так и время контакта с ним.

Кроме возможности периодической работы без накопления альдегидов, применение данных установок обеспечивает потребителю массу других технологических преимуществ, связанных с эксплуатацией данного оборудования:

- высокая скорость обработки сортировок и водок;

- большой ресурс работы;

- компактность оборудования, по сравнению с громоздкими угольными колонками, позволяет задействовать минимальное количество площадей;

- легкость и удобство эксплуатации фильтрующих элементов экономит массу времени и сил, которые требуются на замену угля в классической угольной колонке;

- в результате высокой твердости угля минимизируются затраты на контрольную фильтрацию, особенно по сравнению с системой «Полтавчанка» и крахмальными технологиями, когда затраты на последующую многоступенчатую фильтрацию огромны.

Таблица 9.1. Результаты сравнительных испытаний различных схем обработки сортировки

№	Показатели	Ед. изм.	Угольная колонка с БАУ-А	Элемент ЭПСФ.УАg0,4 (одна мини-колонка)	Установка типа УСФ.1(24x1000)-5 (96 миниколонок)
1	Габариты: диаметр высота	м	0,7 4,0	0,07 0,25	1,6x1,0x1,95
2.	Количество активного угля	кг	250-300	~0,32	~30,5
3.	Скорость обработки сортировки в т.ч. на 1 кг угля	дал/час	30-60	3-7	330-670 (рекомендовано 500)
			0,1-0,2	10-20	
4.	Ресурс работы в т.ч. на 1 кг угля	тыс.дал	50-150	3,5-5,0	340-500
			0,2-0,6	11-15	

Использование серебряного фильтрования разрешено в типовом регламенте.

С целью ликвидации недостатков классической технологии Всероссийским научно-исследовательским институтом пищевой биотехнологии совместно с ООО НПП «Технофильтр» (г. Владимир) проведены производственные испытания установок «Серебряной фильтрации», разработанных ООО НПП «Технофильтр».

Исследования проводились на четырех заводах отрасли: ОАО «Владалко», ООО «Ликерно-водочный завод «Весна» (г. Тула), ОАО «СПИ-РВВК» (г. Калининград) и ОАО «Алкон» (г. Великий Новгород).

Образцы исходных сортировок и водок после обработки анализировали по физико-химическим и микроэлементным показателям, проводили их газохроматографический анализ.

Эффект очистки оценивали по разности в окисляемости между водкой и сортировкой и дегустационным показателям.

Органолептическую оценку проводили комиссией, включающей работников завода и института.

На ООО «Ликерно-водочный завод «Весна» исследования проводились по четырем схемам:

- обработка сортировки модифицированным крахмалом;
- «серебряное фильтрование» с различными скоростями;
- обработка сортировки модифицированным крахмалом плюс фильтрование через уголь АГС 0,4 (серебряное фильтрование);
- двойное «серебряное фильтрование».

Исходная сортировка имела жесткость 0,02-0,12 моль/м, щелочность 0,04 см³ 0,1 н раствора HCL на 100 дм³, величину рН 6,45-6,7.

Исходная сортировка имела жесткость 0,02-0,12 моль/м, щелочность 0,04 см³ 0,1 н раствора HCL на 100 дм³, величину рН 6,45-6,7.

Содержание микроэлементов в ней незначительно и составляло (г/дм³): железа - 0,05-0,06, сульфатов- 5,0-6,0; хлоридов -1,5-2,4, кремния - 0,13-0,14.

Для «серебряного фильтрования» отмечено увеличение жесткости и щелочности и снижение концентрации железа, что может оказать положительное влияние на органолептические показатели водок и их стабильность при хранении (за счет снижения содержания железа).

Лучшая разность в окисляемости между водкой и сортировкой отмечена для водки после «серебряного фильтрования» со скоростью 450 дал/ч и водки после совместной обработки (крахмалом и «серебряное фильтрование»).

Наибольшую дегустационную оценку - 9, 4 балла получили образцы водок после «серебряного фильтрования» со скоростью 450 дал/ч и после двойного «серебряного фильтрования», исходная сортировка имела оценку - 9,1 балла.

На ОАО «СПИ-РВВК» и ОАО «Алкон» испытания проводились по следующим схемам:

- фильтрование сортировки на угольной колонке;

- «серебряное фильтрование» с различными скоростями;
- фильтрование сортировки на угольной колонке плюс «серебряное фильтрование» с различными скоростями;
- двойное «серебряное фильтрование».

Исходная сортировка ОАО «Алкон» имела жесткость 0,01 моль/м³, щелочность 0,07 см³ 0,1 н раствора HCL на 100 дм³, величину рН 7,15.

Содержание микроэлементов в ней составляло (мг/дм): железа - 0,045, сульфатов - следовые количества; хлоридов -1,6, кремния - 0,2.

После обработки сортировки на угольных колонках и установке «серебряное фильтрование» в водке незначительно повышалась жесткость, остальные показатели изменялись незначительно.

Содержание ацетальдегида составляло (мг/дм³): в сортировке 0,8; после «серебряной фильтрации» - 0,4-0,6; в водке после обработки на угольной колонке 1,1, после угольной колонки и последующей «серебряного фильтрования» - 0,7-0,8.

Разность в окисляемости между водкой и сортировкой составляла 2,5-4 мин, лучшая (4 мин) отмечена для водки после двойного «серебряного фильтрования».

По органолептическим показателям во всех случаях после обработки отмечено улучшение вкуса. Наибольшие дегустационные оценки получили образцы после угольной колонки и «серебряного фильтрования» со скоростью 90 дал/ч (9,56 балла) и после «серебряной фильтрации» со скоростью 90 дал/ч - 9,55 (исходная сортировка имела дегустационную оценку 9,2 балла).

С другой стороны, если проследить эволюцию «серебряного фильтрования», то сначала появился фильтр элемент, затем он вырос в три раза по высоте и потяжелел до 1 кг активного угля. Затем появились модульные установки, в которых количество фильтр элементов возросло до 24-х с массой угля 24 кг производительностью 500 дал/час по сортировке и ресурсом до 500 тыс. дал по сортировке и 1 млн. дал по водке. Появилось понятие двойной фильтрации, затем модификатор вкуса и аромата ликероводочных изделий натуральный ароматизатор «Лепестки роз» особенно в сочетании с «серебряным фильтрованием», платиновое фильтрование и

т.д. Но если реально смотреть на работу активного угля, то даже десятикратное фильтрование при тех заложенных скоростях фильтрования и времени контакта недостаточно для получения хороших показателей обрабатываемой сортировки.

Таким образом, основной заложенный постулат в «серебряном фильтровании» - высокая скорость (в 50-100 раз выше по сравнению со стандартной колонной) и малое время контакта (3-5 минут вместо 2-6 часов), обусловленный сочетанием серебра и активного угля, является ошибочным. А, уже приняв данный постулат, можно использовать как щелочной активный уголь, так и предварительно обработанный кислотой, так как при таких скоростях никакой разницы не будет. Соответственно решается и проблема альдегидообразования.

Если делать упор на то, что весь эффект достигается в сочетании серебра и активного угля, то здесь следует сказать следующее. В Институте физической химии Плавником были проведены работы с использованием малоуглового рассеяния рентгеновских лучей с целью определения дисперсности нанесенных катализаторов на активные угли. В этих работах показано, что металлические катализаторы на поверхности активного угля находятся в виде частиц, размеры которых больше размеров микропор. Т.е. преимущественно располагаются не в микропорах, а на поверхности мезопор и на поверхности макропор. Все же процессы происходят в микропорах, где собственно серебра нет, т.е. серебро участвует в этих процессах косвенно и основную роль играют все-таки микропоры активного угля.

Преимущества «Серебряного фильтрования»:

- высокая скорость обработки сортировок и водок;
- большой ресурс работы;
- компактность оборудования, по сравнению с громоздкими угольными колонками, позволяет задействовать минимальное количество площадей;
- легкость и удобство эксплуатации фильтрующих элементов экономит массу времени и сил, которые требуются на замену угля в классической угольной колонке;

- в результате высокой твердости угля минимизируются затраты на контрольное фильтрование.

Недостатки:

- возможность миграции серебра в напиток;
- заполнение микропор угля металлическим серебром с уменьшением поверхности контакта

9.4. Обработка сортировки порошковым углем (установка «Полтавчанка»)

В 80-90 годах, альтернативой динамическому способу, на нескольких заводах была внедрена так называемая система «Полтавчанка» - способ обработки сортировки во взвешенном слое угля. Система позволила заводам работать как периодически, так и непрерывно. При этом в установке происходит приготовление водно-спиртовых растворов с одновременной подачей сорбента и последующим отделением его на фильтрах. Перемешивание сорбента и ингредиентов осуществляется сжатым воздухом. Благодаря турбулентному режиму движения, небольшим размерам зерен угля (размер зерен должен быть 0,2-0,4 мм) между сортировкой и активным углем происходит интенсивный массообмен. Последующие доработки этой технологии дали возможность использования помимо угольного адсорбента ещё и такие абсорбенты как модифицированный крахмал, ржаная и пшеничная мука, яичный белок и другие. Кроме того, система имела функцию приготовления водно-спиртовой смеси в непрерывном потоке.

В современной установке УПВ перемешивание сорбента и ингредиентов осуществляется сжатым воздухом. Контроль расхода спирта, пылевидного угля и ингредиентов контролируется визуально по соответствующим индикаторам. Подача воды на установку осуществляется через пневмоуправляемый кран (рис. 9.7, 9.8.).

Технология приготовления водок на установке УПВ вместо классического периодического способа приготовления сортировок в сортировочном чане с дальнейшим фильтрованием через песочные фильтры и колонки, заполненные активным углем, предусматривает применение инжекционной установки для непрерывного приготовления водно-спиртовых растворов с одновременной пода-

чей сорбента и последующим его отделением на фильтрах. При этом получение водно-спиртовой смеси, и очистка водки осуществляется в непрерывном потоке (не циклично). Это существенно снижает потери и значительно повышает производительность (производительность инжектора по сортировке 1800 дал/час).

Высококачественный активный уголь в виде пыли изготавливается из экологически чистого сырья (древесины березы) под воздействием пара с последующим измельчением. Имеет сильно развитую пористость и большую величину удельной поглощающей поверхности. Для сравнения, на других заводах используется устаревший колонный метод, так называемая классическая схема приготовления водок. Колонный метод предполагает использование больших колонн, что занимает много площади, в которых находится уголь более крупной фракции, имеющий недостатки при очистке. В установке «Полтавчанка» уголь в виде пыли используется однократно. Кроме того, «Полтавчанка» производит 1600 декалитров в час, а колонный метод - 50 декалитров в час.

При приготовлении сортировки на инжекционной установке в вакуумную полость инжектора подается предварительно приготовленная суспензия пылевидного угля. Кроме суспензии пылевидного угля в качестве сорбента предусмотрена подача в вакуумную полость инжектора других сорбентов: в частности, водного раствора модифицированного крахмала, ржаной муки и яичного белка, пшеничной муки и яичного белка, а также ингредиентов, входящих в рецептуры водок. Таким образом, установка УПВ позволяет производить широкий спектр водочной продукции, в том числе особые водки.

Инжектор обеспечивает высокую стабильность крепости водно-спиртовой смеси: колебания крепости не превышают 0,1 % об.

Установка УПВ для приготовления водок позволяет точно дозировать сорбент, обеспечивает высокую степень турбулизации потока. При этом исключается операция выдержки сортировки в емкостях с сорбентами, и улучшаются физико-химические показатели водок. В условиях неритмичного производства имеет большое значение и то что, выработав мерник спирта (например), технологическую линию можно остановить на любое время. При этом в системе не остается неочищенной сортировки, которая при последующем

возобновлении работы линии отрицательно влияет на качество конечного продукта из-за длительного контакта с сорбентом во время вынужденного простоя.

Следующий этап - это очистка водки от угольной смеси. Очистка водки от угля, впитавшего в себя вредные вещества, происходит фильтрованием различными фильтрами грубой и тонкой очистки:



Рис. 9.7. Установка с фильтрами для непрерывного приготовления водок УПВ «Полтавчанка»

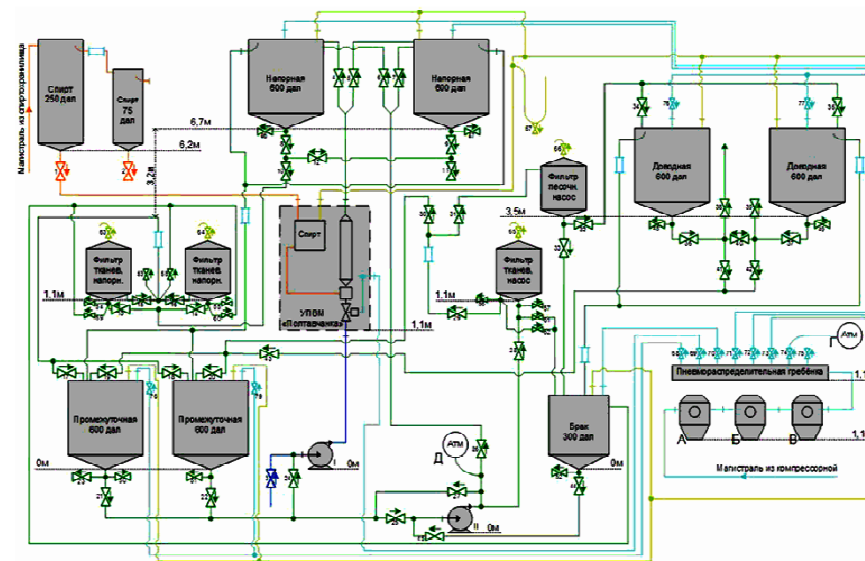


Рис. 9.8. Аппаратурно-технологическая схема УПВ «Полтавчанка»

- первый фильтр - рамный, бельтинговый - 20-ти микронный;
- второй фильтр - фильтр-пресс, картонный - 10-ти микронный;
- третий фильтр - мембранный, керамический - 4-х микронный.

После этого водка поднимается в цех готового купажа, в специальную емкость, где добавляются ингредиенты, все это смешивается. На этом этапе водка приобретает характерные только для данного сорта водки вкус и аромат. После чего определенное время водка отдыхает.

Далее водка фильтруется четвертым фильтром - картриджным, с посеребренными элементами. Этот фильтр - 1-микронный, американского производства, после взятия контрольных проб, водка направляется на фасование.

Отделение сорбента осуществляется на фильтрах с производительностью 800 дач/час (производительность одного фильтра).

Необходимость очистки фильтров тканевых возникает после выработки 300 тыс. дал водки, о чем свидетельствует снижение скорости фильтрования на 25-30%. Для очистки фильтр отключают, разбирают и подвергают промывке водой.

Кроме вышеизложенных, привлекают потребителей и такие преимущества установки УПВ как невысокая стоимость, компактность, высокая производительность, надежность в эксплуатации и экономичность.

Кроме того, по классической схеме в качестве сорбента применяется лишь один вид сорбента – активированный уголь, и требуется круглосуточная фильтрация. По схеме, работающей на оборудовании фирмы «Кварта» применяются как твердый, так и жидкий сорбенты, в частности: модифицированный крахмал, ржаная мука, яичный белок и другие. Это позволяет производить высококачественные водки высших сортов, разрабатывать новые сорта водок. Кроме того, не требуется круглосуточная фильтрация, а также достигается экономия спирта до 1%.

Водки, произведенные на нашем оборудовании, соответствуют государственным стандартам.

Технология приготовления водок на установке УПВ фирмы «Кварта» включена в производственный технологический регламент на производство водок и ликероводочных изделий РФ дополнением к Производственному технологическому регламенту РФ на производство водок и ликероводочных изделий ТР 10-04-03-09-88.

Со времени основания (1991 г.) инновационно-внедренческая фирма «Кварта» изготовила и поставила на рынок более 140 установок УПВ («Полтавчанка»). Основными потребителями УПВ являются предприятия РФ, среди которых, например, фирма «Меркурий» (г. Черкесск), фирма «Регата» (г. Ростов), а также фирмы Италии, Бельгии, Польши, Чехии.

Сейчас фирма выпускает установки, позволяющие вести производство водок, как в двухэтажном, так и в одноэтажном здании.

Неоспоримым преимуществом данного способа в том, что он позволил заводам работать периодически. Но в то же время требуются дополнительные существенные затраты на очистку водки от высокого содержания мелкодисперсной пыли. Чтобы из водки

угольного цвета и нулевой прозрачности сделать кристально чистой, требуется система многокаскадного фильтрования. Система включает фильтры грубой очистки, фильтр-пресс, фильтры картриджного типа, так же увеличиваются расходы на финишную фильтрацию перед розливом. Данный способ увеличивает трудозатраты, как при самой обработке сортировки, так и на поддержание чистоты производственных помещений. А, если говорить о вкусовых качествах получаемой таким способом водки, то тот факт, что данная технология не применяется ни одним заводом, выпускающим известные бренды, говорит сам за себя.

Преимущества УПВ «Полтавчанка»:

- невысокая стоимость и компактность;
- высокая производительность, надежность в эксплуатации и экономичность;
- возможность остановок оборудования без увеличения брака, периодическая работа;
- кроме активного угля возможно применение других сорбентов: модифицированного крахмала, ржаной муки, яичного белка и других для производства водок особых;
- экономия спирта до 1% (в сравнении с динамическим методом).

Недостатки:

- трудности с фильтрованием угольной пыли, что требует установки сложной системы каскадного фильтрования;
- повышенные трудозатраты и требования к чистоте помещений.

9.5. Платиновое фильтрование

При производстве водок органолептическая оценка напитка зависит от того, насколько правильно используется уголь, насколько удачно установлен режим очистки, и, конечно же, какой уголь используется для обработки водно-спиртовой смеси. Успешный опыт применения технологии серебряного фильтрования показал перспективность использования углей содержащих катализатор, поэтому в качестве катализатора был испробован другой металл,

широко используемый на сегодняшний день в промышленности – платина.

Платина является очень активным катализатором многих химических реакций в мелкоизмельченном состоянии. Немецкий химик Дёберейнер еще в 1821 обнаружил, что платиновая чернь способствует протеканию ряда химических реакций, при этом сама платина не претерпевала изменений. Например, окисляла пары винного спирта до уксусной кислоты уже при обычной температуре.

По заказу НПП «Технофильтр» был подготовлен уголь из скорлупы кокосового ореха импрегнированный платиной. На основе этого угля НПП «Технофильтр» изготовил сорбционно-фильтрующий элемент ЭПСФ.УРт и провел испытания на нескольких ликероводочных заводах, в том числе на ЛВЗ «Топаз», г. Пушкино совместно с ВНИИПБТ. Целью испытаний было определить характер влияния активного угля импрегнированного платиной на физико-химические и органолептические показатели водки.

Испытания показали, что использование платины значительно повысило каталитические свойства активного угля. Скорость обработки водки составила, от 25 до 40 дал сортировки на 300 грамм угля (уголь БАУ-А 0,04 - 0,06 дал на 300 грамм или 30-60 дал на 300 кг угля). По результатам закрытых дегустаций было отмечено улучшение органолептических показателей водок прошедших обработку «Платинового фильтрования», которые получили самые высокие дегустационные оценки среди представленных образцов.

Исследования в лабораторных условиях ВНИИПБТ показали, что образцы водок после «платинового фильтрования» имеют высокую органолептическую оценку возможно за счет присутствия этилацетата, а также микропримесей ацетала и этилформиата (таблица 9.3.).

Таблица 9.3.

Результаты газохроматографического и органолептического анализов водок

Наименование пробы водки	Дегустационная оценка, баллы	Определяемая примесь, мг/дм ³					
		ацетальдегид	этилацетат ¹⁴	метанол	2-пропанол	Ацеталь ¹⁵	этилформиат ¹⁶
Водка, прошедшая обработку углями с содержанием серебра	9,3	0,5	отсутств.	0,0036	2,07	отсутств.	отсутств.
Водка, прошедшая обработку «Серебряным фильтрованием» ООО НПП «Технофильтр»	9,44	0,5	0,2	0,0031	1,95	выявлено наличие	выявлено наличие
Водка, прошедшая обработку «Платиновым фильтрованием» ООО НПП «Технофильтр»	9,5	0,9	0,35	0,0024	1,5	выявлено наличие	выявлено наличие

¹⁴ Этилацетат – бесцветная летучая жидкость с приятным фруктовым ароматом.

¹⁵ Ацетали – простые эфиры, производные гидратной формы альдегидов: жидкости с приятным запахом.

¹⁶ Этилформиат – сложный эфир органической кислоты, его добавляют к некоторым сортам рома для придания ему характерного аромата.

Появление простых и сложных эфиров, очевидно, объясняется окислением спиртов, в первую очередь, этанола, проходящим за счет каталитических реакций, инициированных платиной на поверхности активного угля.

Об этом же говорят проведенные исследования работы фильтрэлементов ЭПСФ.УAg_{0,4} и ЭПСФ.УPt производства НПП «Технофильтр» в УкрНИИспиртбиопрод (г.Киев):

Исследования показали, что при наличии в качестве катализатора ионов железа окислительные процессы протекают спонтанно, неуправляемо. Скорость реакции окисления на первой стадии (этанола до ацетальдегида) протекает со значительно большей скоростью, нежели окисления ацетальдегида до кислот с одновременной сорбцией промежуточных продуктов реакции. В результате этого образуется избыток ацетальдегида, что и наблюдается при обработке водно-спиртовых смесей активным углем БАУ-А.

Несколько иные процессы наблюдаются при обработке водно-спиртовой смеси активным углем, импрегнированным серебром или платиной. В результате электрохимической разности потенциалов, возникающей между серебром или платиной и углём, в водно-спиртовом растворе протекают окислительно-восстановительные реакции и реакции этерификации более интенсивно с одинаковой скоростью при каждом новообразовании соединений, таким образом, не наблюдается накопления какого-либо промежуточного продукта реакции (например, ацетальдегида). В результате этого быстрее наступает химическое равновесие химических соединений в обработанной углём водно-спиртовой смеси. Время контакта импрегнированного угля с водно-спиртовой смесью сокращается, т.е. скорость фильтрования увеличивается».

На сегодняшний день технология «Платиновое фильтрование» используют более 30 ликероводочных заводов, в том числе России (ЛВЗ «Топаз», БАЙКАЛФАРМ, Калининградский пищевой комбинат, МордовСпирт, Казанский ЛВЗ и др.), Украины (Хортица, Немиров, и др.), Республики Беларусь, Литвы, Киргизии, Грузии и др.

С 12 марта 2008 года технология «Платиновое фильтрование» включена в «Производственный технологический регламент на

производство водок и ликероводочных изделий». Изменение №2 к ПТР10-12292-99 как способ доулучшения водки.



Рис. 9.9. Испытания установки платинового фильтрования на Усть-янском ЛВЗ Архангельской области

Опыт работы на многих заводах показал, что водка прошедшая обработку через «Платиновое фильтрование» улучшает свои органолептические свойства при хранении.

9.6. Золотое фильтрование

Фильтрэлемент марки ЭПВ.ПШАu (Golden Silk) ТУ 6-55-221-1671-2003 – фильтрэлемент из намотанной с различной плотностью соединенных между собой золотой шелковой нити с текстурированной жгутовой полипропиленовой нитью. Предназначен для дополнительной обработки водки для облагораживания состава и органолептических свойств, подчеркивая полноту вкуса.

По данным производителя оборудования золото придает напитку не только кристальный блеск и чистоту, но и способствует улучшению важнейших функций организма: повышает давление, активизирует обменные процессы и улучшает циркуляцию крови.



Рис. 9.10. Водки Галицкого ЛВЗ (г. Галич) с применением золотого фильтрования

9.7. Жемчужное фильтрование

Водка «Sterva» (Казанский ЛВЗ) – водка, которая проходит фильтрование через слой натурального жемчуга.



Рис. 9.11. Водка «Sterva» (Казанский ЛВЗ)

9.8. Бриллиантовое фильтрование

Водка “Diamond Vodka” (компания Blackwood Distillers, Польша) - обязательное фильтрование при производстве водки происходит сначала через уголь северной березы, а затем через

крошку драгоценных камней - алмазов, рубинов, изумрудов. В результате получается удивительно мягкая водка, на которую маркетологи настойчиво вешают ярлык женской. Впрочем, делают они это не только из-за мягкого вкуса - внутри бутылки, каждая из которых уникальна, размещена стеклянная трубочка, которая заполнена камнями. Конечная цена складывается именно из содержимого трубки: чем дороже камни, тем дороже водка. Более того, заказчики сами могут выбрать, какие камни - топазы или бриллианты - будут содержаться в трубке. В итоге ценовой разброс на эту водку поражает: от нескольких тысяч до миллиона фунтов.

Ржаная водка Diaka (компания TransBorder Marketing, Inc, Польша) – «полировка» проходит через сто бриллиантов размером до одного карата. Одна из самых дорогих водок в мире.



Рис. 9.12. Внешний вид польских водок с применением «бриллиантового» фильтрования

9.9. Применение дополнительных сорбентов

Обработка сортировок сорбентами на основе ВМС. Для уменьшения количества органических примесей, вносимых в сортировку со спиртом, улучшения качества водки проводят дополнительную обработку водно-спиртового раствора различными сорбентами. В качестве дополнительных сорбентов выступают продукты, в состав которых входят высокомолекулярные соединения (ВМС) - сухое обезжиренное молоко, сухие молочные смеси, мо-

дифицированный крахмал, яичный порошок, биомасса клеток микроорганизмов.

Обработка сортировки обезжиренным молоком. В результате лабораторных исследований установлено, что сортировка обогащается минеральными солями и углеводами в процессе фильтрационной обработки молоком. Так, содержание калия в водке после очистки молоком увеличивается более чем в четыре раза (с 3,6 мг/л до 14,8 мг/л), содержание натрия увеличивается почти на треть (с 13,5 мг/л до 17,4 мг/л), содержание магния и кальция увеличивается в три раза (с 0,12 мг/л до 0,36 мг/л и с 0,6 мг/л до 1,8 мг/л, соответственно).

Водка обогащается также лактозой - углеводы молока частично переходят в спирт. Коагуляционно-адсорбционные процессы, происходящие с молочными белками, приводит к захвату нежелательных соединений - сивушных масел, альдегидов и т.д.

Технология обработки сухим молоком (для водок типа «Польской») состоит из следующих операций.

1. В смесителе готовят водно-спиртовую смесь (сортировку) с таким расчетом, чтобы получить водку крепостью 40 % об.

2. Полученную водно-спиртовую смесь перекачивают в специальную емкость, куда задают сухое обезжиренное молоко в количестве 3,1-6,2 кг на 1000 дал водки (в зависимости от жесткости и солевого состава воды, используемой на заводе). Необходимое количество сухого молока устанавливается лабораторией завода на основании пробного опытного купажа, по которому определяют скорость коагуляции и характер хлопьев осадка.

3. Сухое обезжиренное молоко предварительно заливают 10 л теплой воды (температура 40-45°C), перемешивают и оставляют набухать на 2-3 ч, после чего задают в сортировку.

4. После добавления молока полученную смесь тщательно перемешивают воздухом или механически и оставляют отстаиваться в течение 1-3 ч. Под действием спирта происходит коагуляция молочного белка, которая завершается в процессе отстаивания выпадением коллоидного вещества в осадок.

Хлопья скоагулированного белка, обладая сильно развитой поверхностью, способны сорбировать содержащиеся в водно-спиртовой смеси растворимые органические вещества. Особенно с большой молекулярной массой, имеющие, как правило, неприятные органолептические свойства, а также труднорастворимые соединения, которые вызывают образование мути, например, соли жесткости (Ca и Mg). Благодаря этому обработка водно-спиртовых смесей молоком оказывает обесцвечивающее и осветляющее действие (придает изделию кристальный блеск), нейтрализует аромат и смягчает вкус.

5. По окончании отстаивания водно-спиртовую смесь подвергают фильтрованию на фильтр-прессе «Прогресс».

6. Из фильтр-пресса водно-спиртовую смесь направляют в напорный чан, откуда (после проверки крепости) самотеком подают на угольно-очистительную колонку со скоростью фильтрования до 40 дал/ч на свежем угле и до 30 дал/ч на угле, подвергшемся регенерации.

7. Оставшийся на дне чана осадок скоагулированного белка направляют на выпарку для извлечения спирта.

Остальные технологические операции производятся в соответствии с действующей технологической инструкцией по ликероводочному производству.

Обработка сортировки модифицированным крахмалом. Производство водки с применением для очистки сортировок модифицированного крахмала включает следующие стадии:

- приготовление модифицированного крахмала;
- приготовление сортировки и ее обработка модифицированным крахмалом;
- фильтрование водки;
- внесение ингредиентов и доводка крепости в зависимости от сорта водки;
- фасование водки и ее оформление.

В модификатор отвешивают 3 кг сухого крахмала, заливают водой из расчета получения 2,5-5% раствора и добавляют 320 мл

ледяной уксусной кислоты (расчет крахмала и кислоты на 1000 дал сортировки), смесь при постоянном перемешивании и температуре 83-70°C выдерживают 1 час до получения клейкой однородной массы. Крахмальную массу охлаждают до 20°C и переводят в сортировочный чан. Модифицированный крахмал должен отвечать следующим требованиям: концентрация 2,5-5,0%, рН 6,5 - 6,7.

Сортировку готовят в сортировочном чане в соответствии с рецептурой напитка. В момент перемешивания спирта и воды в нее вносят модифицированный крахмал 120-60 л на 1000 дал сортировки 2,5-5% смеси. Перемешивание смеси осуществляют 30 мин, а затем передают в напорный чан (или оставляют в сортировочном), где выдерживают в течении 2 ч.

После этого смесь фильтруют через фильтр типа мешочного. Отработанный крахмал используют для наклейки этикетки. Водка поступает на доводку крепости и розлив.

Наряду с заменой угольного фильтрования сортировки обработкой крахмалом, применяется также последовательная схема: сортировка, прошедшая угольную очистку обрабатывается для высосортных водок крахмалом по изложенной выше схеме.

Авторы утверждают, что данный способ дает возможность выпуска водок с физико-химическими и органолептическими показателями, значительно лучшими по сравнению с действующими стандартами: содержание альдегидов и сивушных масел снижается в два раза по сравнению с исходной сортировкой и сортировкой, прошедшей обработку активным углем, содержание метанола снижается на 10-15%.

Обработка сортировки яичным порошком. Как и в случае с обезжиренным молоком, в основе обработки сортировки яичным порошком лежит адсорбция примесей на развитой поверхности скоагулировавшегося белка яйца. Техническим результатом обработки сортировки яичным порошком является повышение стабильности водки при хранении, улучшение ее органолептических показателей.

Применение синтетических сорбентов. Проводили исследования возможности замены активированного угля синтетическими сорбентами на основе N-виниллактамов гелевой макросетчатой структуры. Сортировку пропускали снизу вверх со скоростью, обеспечивающей образование кипящего слоя сорбента. В процессе очистки альдегиды и сложные эфиры, сольватированные в сортировке, вступают в комплексообразование с карбонильным кислородом лактамного кольца посредством водорода гидратной оболочки.

Показатель окисляемости сортировки до обработки сорбентом составлял 6 мин, после обработки - 9 мин. При сравнении физико-химических показателей сортировок, обработанных активированным углем и синтетическим сорбентом, было установлено, что при обработке синтетическим сорбентом массовая доля альдегидов снизилась на 30 %.

Применение биосорбентов. Снижение содержания альдегидов и сивушных масел на 14%, метанола на 80 %, ионов тяжелых металлов (ртуть, медь, кадмий, свинец) на 21 % было достигнуто при использовании биосорбента перед обработкой сортировки активным углем. Биосорбент представляет собой дезинтегрированные клетки микроорганизмов, использованных при сбраживании крахмал - и сахаросодержащего сырья, обладающих отрицательным поверхностным потенциалом от 25 до 70 мВ. Рекомендуется применять биосорбент толщиной слоя до 15 мм, не допуская его увеличения более чем на 15 %. Биосорбент получают дезинтегрированием клеток микроорганизмов, которое осуществляют термическим способом или с помощью сжиженного диоксида углерода. Дезинтегрированные клетки обладают способностью адсорбировать ионы тяжелых металлов, а также органические соединения, имеющие локальный положительный заряд, чем и объясняется высокая дегустационная оценка водки, равная 9,9 балла.

Обработка сортировок комплексными сорбентами. Для улучшения качества водки и придания ей ржаного привкуса был предложен следующий способ дополнительной очистки. К активному пылевидному углю добавляют ржаную муку, ржаные сухари, яичный белок при следующем соотношении 1:6:4:4 - 1:8:2:2 на 1000 дал готового продукта. Полученную композицию непрерывно вво-

дят в сортировку, вследствие чего, по утверждению авторов, происходит очистка ее от эфиров, альдегидов, сивушных масел, метанола и других веществ. Так, например, содержание эфиров в водке, полученной описанным способом, снизилось по сравнению с очисткой только активным углем с $22,0 \text{ мг/дм}^3$ до $14,6 \text{ мг/дм}^3$, сивушных масел с $4,0 \text{ мг/дм}^3$ до $2,8 \text{ мг/дм}^3$.

Известен другой способ обработки водно-спиртового раствора с применением в определенном соотношении композиции сорбентов: активный уголь, запаренная пшеничная мука, белок яйца. По мнению авторов, в результате такой обработки уменьшается содержание микропримесей из-за усиления действия адсорбции по сравнению с отдельно взятыми компонентами композиции. При данном способе производства содержание эфиров снизилось по сравнению с обработкой только активированным углем с $22,0 \text{ мг/дм}^3$ до $16,0 \text{ мг/дм}^3$, альдегидов с $3,0 \text{ мг/дм}^3$ до $2,4 \text{ мг/дм}^3$, сивушных масел с $3,0 \text{ мг/дм}^3$ до $2,8 \text{ мг/дм}^3$. Готовая водка приобрела мягкий вкус и пшеничный аромат.

Необходимо учитывать, что применение дополнительных сорбентов на основе ВМС, обязывает производителя использовать сложный комплекс фильтрационного оборудования, т. к. степень удаления ВМС из водки напрямую влияет на стабильность готового продукта при хранении.

Обработка сортировок природными минералами. Наряду с широко используемыми фильтрующими материалами (активированные угли БАУ-А, БАУ-ЛВ, КАУ-В) в водочном производстве успешно применяются другие сорбционные материалы - природные минералы, т. н. "молекулярные сита", представляющие собой водные алюмосиликаты, отличающиеся сложным химическим составом.

В одной из научной работе представлены результаты исследования процесса очистки спирта крымскими природными цеолитами Карадагского месторождения. После грануляции и термической активации, обладают хорошей избирательной адсорбцией в отношении метанола и сивушных масел.

Известен способ очистки сортировки, по которому питьевую воду дополнительно фильтруют через колонну со смесью измель-

ченных цеолита и шунгита. После добавления в воду спирта полученную сортировку обрабатывают пропусканием через колонну, наполненную измельченным шунгитом. В результате использования данного способа достигается высококачественная сорбционная очистка питьевой воды и сортировки, и тем самым повышаются вкусовые качества водки.

В Национальном университете пищевых технологий (г. Киев, Украина) были проведены исследования по использованию следующих природных минералов для адсорбционной очистки водно-спиртовых растворов: морденит, клиноптилолит, монтмориллонит Черкасский, сапонит, глауконит, гидрослюда, палыгорскит. Установлено, что наиболее эффективными сорбентами очищающими сортировку, являются палыгорскит и гидрослюда. Полученные результаты свидетельствуют об эффективной очистке сортировки комбинированным сорбентом, состоящим из смеси палыгорскита и гидрослюды в соотношении 1:7; содержание сивушных масел в сортировке после обработки комбинированным сорбентом составило $2,68 \text{ мг/дм}^3$, а после обработки активированным углем БАУ-А - $5,12 \text{ мг/дм}^3$.

Из-за ограниченной возможности придания заданных свойств природным адсорбентам (размер пор, химический состав), из-за особенностей географического расположения и ограниченности запасов месторождений природных минералов, в водочном производстве находят широкое применение искусственно созданные адсорбенты.

Последняя инновация в производстве водки Хортица - ее очистка при помощи специального органического фильтра из шунгита.

Обработка сортировок адсорбентами на основе полимерных материалов. В одной из научных работ говорится о возможности замены активного угля БАУ-А синтетическими сорбентами на основе N-виниллактамов гелевой макросетчатой и макропористой структуры. Приведены результаты изучения процесса обработки водно-спиртовых растворов в кипящем слое макросетчатого сорбента П-3 (сополимер N-винилпирролидона с ТГМ-3). Сорбент П-3 сорбирует высшие спирты, альдегиды, сложные эфиры, в ре-

зультате чего улучшаются органолептические свойства водок. Например, содержание ацетальдегида после обработки сортировки углем БАУ-А составило 3 мг/дм^3 , а после обработки сорбентом П-3 - 2 мг/дм^3 . По мнению авторов, поглощение высших спиртов сорбентом П-3 происходит за счет комплексообразования между электроотрицательным карбонильным кислородом лактамного кольца и водородом гидроксила спирта. Альдегиды и сложные эфиры, сольватированные в водно-спиртовом растворе, вступают в комплексообразование с карбонильным кислородом лактамного кольца посредством водорода гидратной оболочки.

Разработана установка для избирательного поглощения альдегидов из водок. В качестве фильтрующего материала установки используется сорбент «АКВА-АЛЬДСОРБ», представляющий собой полимерный материал, модифицированный специально для фильтрования водно-спиртовых смесей.

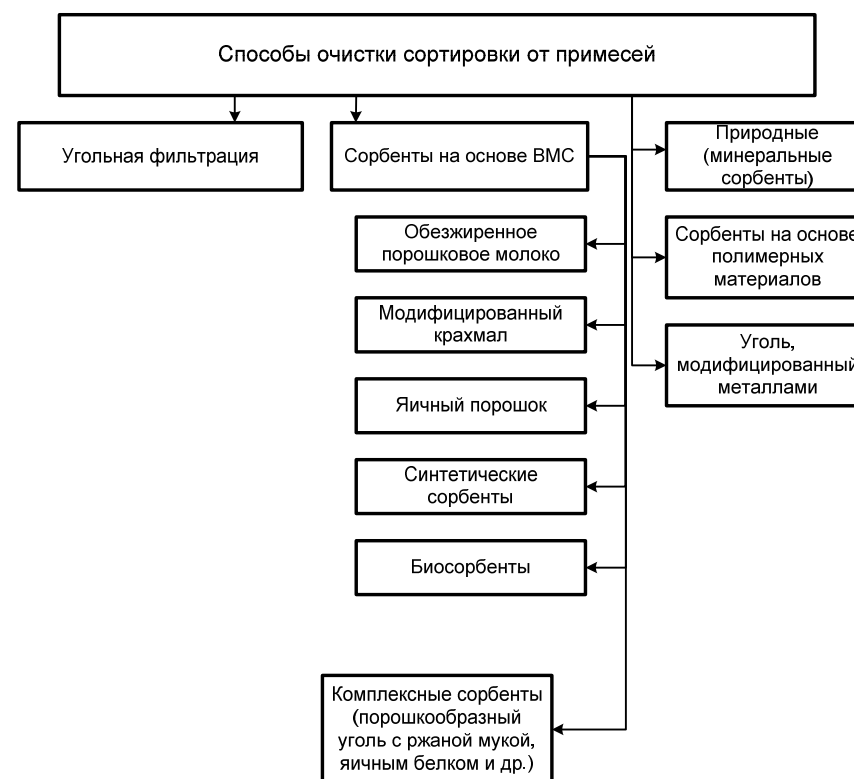


Рис. 9.3. Классификация сорбентов для водок

9.9.1. Системы захлаживания сортировки при ее обработке сорбентами

Скорость химических реакций, как известно зависит от температуры, поэтому давно известно, что снижение температуры сортировки позволяет уменьшить альдегидообразование, однако требует применения рассольных схем, удорожающих производство, поэтому могут использоваться только для дорогих видов водок.

На рисунке 9.14. показана система охлаждения сортировки рассольной системой перед обработкой углем в составе комплект-

ной линии для захлаживания сортировки в диапазоне 5-15°C фирмы Милеста производительностью до 600 дал/час.



Рис. 9.14. Система охлаждения сортировки фирмы Милеста производительностью 600 дал/ч

В одном американском патенте описан метод исправления качества сортировки путем смешения с активным углем при температуре от -45°C до -22°C.

10. Новые виды активных углей

С освоением промышленного производства древесных активных углей, вместо березового угля колонны стали снаряжать древесным активным углем, что позволило уменьшить время обработки сортировки до нескольких часов. Древесный активный уголь в сравнении с другими активными углями, имевшимися на тот момент, показал наилучшие результаты по обработке сортировки. Более полувека для обработки сортировки использовали только древесные активные угли.

В настоящее время в сфере применения активных углей в ликероводочном производстве для обработки сортировки можно выделить три основных направления:

- традиционно используемые древесные активные угли БАУ;
- новые марки активных углей из скорлупы фруктовых косточек, кокосового, грецкого орехов;
- активные угли с нанесенными каталитическими добавками.

В 90-х годах прошлого века значительных изменений претерпела водоподготовка, на многих предприятиях был введен «обратный осмос», одновременно повысилось качество используемого спирта, что позволило сделать большой шаг в повышении чистоты выпускаемого продукта - водки. Но с другой стороны повышение чистоты водки не гарантировало хороших органолептических показателей. Практика показала, что очистка воды и спирта не является гарантией получения продукта (водки) с хорошими органолептическими показателями. Все это привело к тому, что в 90-х годах прошлого века стал расширяться и ассортимент применяемых активных углей для обработки сортировки с целью изменения органолептических показателей. Учитывая исторический опыт и сложившиеся традиции, все новшества разрабатывались под действующее оборудование.

Древесный активный уголь (БАУ) получают путем карбонизации исходной древесины березы и последующей активации водяным паром при высоких температурах (выше 800°C). Производимый таким способом активный уголь обладает некоторыми свойствами, приводящими к тому, что при запуске колонны с активным углем по обработке сортировки существует период вывода колонны

на режим в основном связанный с повышенным альдегидообразованием. В перечень этих свойств входят:

- высокая щелочность поверхности активного угля, обычно рН активных углей после парогазовой активации составляет 9-11 единиц;

- наличие минеральных примесей в структуре активного угля (содержание зольных элементов) и в особенности содержание водорастворимой золы, которое у древесных активных углей колеблется в диапазоне 0,5-0,7 % массовых;

- присутствие пылевидных частиц активного угля, образующихся при дроблении и расसेве готового активного угля (частиц размером менее 1,0 мм).

В рабочем режиме при обработке сортировки активный уголь имеет нейтральную рН, фактическое отсутствие водорастворимой золы, а пылевидные частицы образуются только при истирании в процессе работы. Поэтому при запуске колонны с активным углем всегда есть период вывода колонны в режим. За счет вышеуказанных свойств активного угля первоначально очень высока его каталитическая активность и поэтому наблюдается высокое содержание альдегидов в обработанной сортировке.

Современные экономические условия диктуют необходимость более быстрого вывода колонны со свежим активным углем в рабочий режим и уменьшение потерь сортировки при запуске. Если спиртоводочные предприятия могут бракованную сортировку отправлять на повторную переработку, то для средних и особо для малых ликероводочных предприятий, где нет своего спиртового производства, при запуске колонн образуются существенные потери.

Суть предварительной подготовки сводится к тому, чтобы привести активный уголь в рабочее состояние до обработки сортировки, т.е. снизить щелочность, удалить водорастворимую золу и пыль, используя при этом менее дорогие продукты, например воду, пропаривание паром свежего активного угля и т.д.

В последнее время в этом направлении интенсивно проводились исследовательские работы, как научными организациями, так и самими предприятиями. В настоящее время целый ряд ликерово-

дочных предприятий уже успешно на практике применяют предварительную подготовку активного угля перед запуском в работу по обработке сортировки для снижения ее потерь. Это Сызранский ЛВЗ, Магаданский ЛВЗ, Мариинский спирткомбинат г.Мариинск, Сарапульский ЛВЗ, «Завод сортовых водок» г.Вологда, «Ладога» г.Санкт-Петербург, «Уссурийский бальзам» г.Уссурийск, Павлодарский ЛВЗ, «Азия-Трейд» г.Алма-Ата Республика Казахстан. На рис. 10.1. показана классификация активных углей по способу изготовления.

Черные активные угли для обработки сортировки должны обладать:

- пористой структурой, обеспечивающей извлечение из водно-спиртовых растворов органических примесей, ухудшающих дегустационные свойства водок;

- необходимым объемом и определенным размером микропор, составом поверхностных окислов, способствующих изменению качественно-количественного соотношения жирных кислот и сложных эфиров в пользу высокомолекулярных соединений;



Рис. 10.1. Классификация активных углей по способу изготовления

- низкой зольностью с минимальным содержанием водорастворимой золы, исключаящей высокую альдегидообразующую способность АУ.

В ликероводочной промышленности наряду с древесными активными углями находят применение для обработки водно-спиртовых растворов (сортировок) косточковые активные угли. Данные активные угли обладают значительно более высокой удельной поверхностью (1,5-2 раза) по сравнению с древесными активными углями БАУ. За счет этого эффективнее происходят адсорбция органических примесей из раствора и каталитические процессы образования новых веществ. Удельная поверхность может достигать для косточковых активных углей 1000-1500 м²/г в зависимости от назначения. Для сравнения удельная поверхность древесных активных углей БАУ составляет 500-700 м²/г.

При этом хроматографическая оценка обработанной сортировки показала, что только активный уголь МеКС (из косточки персика) приводит к образованию в ней этилацетата (0,63-0,67 мг/дм³), который формирует в водке самую благоприятную вкусовую гамму.

Из сравнения двух марок активных углей для ликероводочного производства вытекает следующее:

- замена древесного активного угля на косточковый позволяет увеличить производительность очистного отделения на ликероводочном предприятии в два раза, ничего не меняя в оборудовании;
- уменьшить количество загрузок угля в колонну и соответственно выгрузок, так как одна колонна с косточковым активным углем по производительности заменяет две колонны с древесными активными углями, а по ресурсу работы сопоставима с работой 3-4 колонн с древесными активными углями;
- имеется возможность повторного использования косточкового активного угля после термической регенерации;
- изменение органолептических показателей полученной водки (многие отмечают присущий сладковатый привкус).

Практически десятилетний опыт промышленного использования косточкового активного угля КАУ-В в ликероводочном производстве, и учитывая мнение технологов ряда ликероводочных

предприятий дает нам основание отразить ряд моментов, связанных с низким использованием косточкового активного угля. Наряду с экономическими причинами, приведем к снижению загрузженности ликероводочных предприятий, следует отметить и использование импортных коксовых активных углей (в том числе 207 С) для обработки сортировки, не предназначенных для этих целей. Все импортные коксовые активные угли предназначены для очистки воды и в этом плане они могут быть эффективно использованы. Для обработки же сортировки помимо сорбционных свойств необходима еще соответствующая химия поверхности. Проведенный анализ и практические испытания показывают, что на данный момент в полной мере этим требованиям удовлетворяет лишь косточковый активный уголь отечественного производства, одним из таких является КАУ-В, который в настоящее время производит ЗАО «Техносорб».

В таблице 10.1. показаны сравнительные испытания различных видов активных углей.

Анализ данных, представленных в табл. 10.1, показывает, что в отличие от БАУ новые активные угли имеют прочность на истирание в 2,0-2,3 раза выше, насыпную плотность - в 2,5-3,0 раза больше, а содержание золы (особенно водорастворимой) - в 1,5-2,0 раза ниже. Для технологии водочного производства это дает ряд преимуществ: упрощается загрузка фильтровальных колонн вследствие резкого уменьшения пылевыведения; значительно сокращается время обдержки (от 2-6 дней до 10-15 ч); повышается чистота сортировки вследствие меньшего содержания обшей и водорастворимой золы и общего железа; имеется возможность многократной (до 10 раз) реактивации отработанного угля.

Из данных табл. 10.1. следует, что все новые активные угли имеют те или иные существенные преимущества перед БАУ. Так, АГ-3ЛВ имеет самый высокий дегустационный балл, хотя и дает значительное количество альдегидов: КДС-А, хотя и имеет более низкий дегустационный балл, но зато наиболее глубоко извлекает органические микропримеси.

Однако исходя из суммы различных показателей, характеризующих качество обработки сортировки, преимущество, безусловно,

но, должно быть отдано активным углям из скорлупы кокоса и косточки плодов фруктовых деревьев (ВСК, АКУ, МекС), так как они имеют и низкое содержание альдегидов и высокую степень извлечения органических микропримесей, и, самое главное, более высокую дегустационную оценку, чем БАУ.

Особенности структуры косточковых активных углей. С точки зрения сорбционных и химических процессов, протекающих на поверхности активного угля принципиальных различий между КАУ-В и БАУ нет. Химические реакции, и их последовательность на поверхности косточковых активных углей происходят так же, как и на древесных активных углях. Отличие состоит в различных технических характеристиках данных активных углей и в случае использования стандартной колонны скоростные режимы обработки сортировки и ресурсе работы существенно различаются. В таблице 10.2. показаны различия при использовании активных углей КАУ-В и БАУ в стандартной колонне.

Таблица 10.1 Сравнительные испытания различных видов активных углей

Марка активного угля	Исходное сырье	Насыпная плотность, г/дм ³	Содержание золы, %		Механическая прочность, %	Суммарный объем пор, см ³ /г	Содержание альдегидов в 1 дм ³ б/в спирта	Дегустационная оценка, балл*
			общей	водорастворимой				
БАУ-ЛВ	Древесина березы							
АГ-ЗЛВ	Каменный уголь	532	8,77	0,05	89,5	0,69	7,5200	9,30
АКУ	Косточка абрикоса, персика	570	3,70	1,10	92,0	0,40	1,7600	9,2
МеКС	Косточка персика	575	4,00	1,25	91,3	0,52	2,9800	9,20
БАУ-А	Древесина березы	208	6,00	2,00	48,5	2,00	1,42266	9,15
ВСК	Скорлупа кокоса	530	4,90	1,30	88,01	0,60	1,4602	9,15
КДС-А	Антрацит	720	5,30	1,01	82,3	0,24	1,6571	8,80
СКО	Косточка оливки	490	5,95	1,80	89,9	0,67		

* Дегустационная оценка исходной сортировки 8,7 балла, содержание альдегидов в 1 дм³ б/в спирта, мг - 0,7479

Таблица 10.2. Сравнение косточкового и березового углей

Наименование показателя	Норма для АУ КАУ-В	Норма для АУ БАУ-ЛВ
Величина загрузки угля в колонну, кг	550-650	280-310
Начальная скорость обработки сортировки на колонне, дал/час	120	60
Средняя скорость обработки сортировки на колонне, дал/час	70-90	30-50
Время контакта АУ с сортировкой, час	1,5-3	3-8

Как следует из представленных результатов, за счет высокого насыпного веса в колонну входит практически в два раза больше активного угля КАУ-В, чем БАУ-ЛВ. Соответственно все параметры обработки сортировки на колонне с АУ КАУ-В отличаются от АУ БАУ-ЛВ. Так объемная скорость обработки почти в два раза выше на угле КАУ-В. Положительным моментом является то, что производительность обработки сортировки в колонне на активном угле КАУ-В увеличивается практически в два раза. При этом и ресурс работы колонны также возрастает. Из практики известно, что на одной колонне с КАУ-В можно обрабатывать до 300 тысяч декалитров сортировки и более.

Следует отметить тот факт, что из-за высоких прочностных свойств активный уголь КАУ-В можно подвергать термической регенерации, восстанавливать свойства и повторно использовать для обработки сортировки, что невозможно сделать с древесными активными углями БАУ.

Впервые данный активный уголь КАУ-В был опробован на заводе ОАО «Пермалко». С 1993 по 1996 год проводились опытно-промышленные испытания опытной партии косточкового активного угля УАК (уголь активный косточковый), а с 1997 года уже

непосредственно промышленное использование под маркой КАУ-В. В настоящее время в России данный активный уголь используют более десятка ликероводочных предприятий.

Заключение

На основании анализа современного развития индустрии напитков в рамках операторов «Приемка и хранение спирта», «Водоподготовка», «Приготовление водочной сортировки» и «Приготовление ингредиентов» были сделаны следующие выводы:

1. Основные изменения в Российской технологии получения пищевого этанола:

отказ по экономическим соображениям от использования в качестве сырья картофеля и сахарной свеклы (мелассы), почти все спирты изготовлены из пшеницы, в том числе фуражного качества, что ранее запрещалось стандартами;

почти повсеместная замена при осахаривании зернового солода на микробиологические ферментные препараты преимущественно импортного происхождения;

внедрение непрерывных систем приготовления суслу (разваривание и осахаривание), требовательных к степени помола зерна;

применение гибридных рас дрожжей осмофильных и термотолерантных, переход с чистых культур (ЧК), поддерживаемых в лабораториях предприятий, на сухие дрожжи, выпускаемые на специализированных предприятиях;

более полное извлечение спирта из бражки за счет применения дополнительных колонн (метанольной и сивушной), внедрение гидроселекции примесей в процессе эспюрации;

появление сверхочищенных нейтральных спиртов «Альфа» и «Люкс» (спирт как реактив);

постепенное законодательное ужесточение требований к чистоте спирта, не обоснованное ни требованиями потребителей, ни медиков;

замена химических методов выявления примесей спирта на методы ГЖХ, что позволяет применять особые требования уже не к группам примесей, как ранее, а к конкретным веществам (2-пропанол, метанол и пр.).

2. Характеристика зерновых спиртов, применяемых для изготовления премиальных сортов водок:

изготовлены из сырья, осахаренного солодом (Beluga и др.);

купажирование спиртов из различных культур или регионов (Jean-Marc XO Vodka, Kauffman и др.);

шлифовка зерна перед переработкой для удаления оболочек и зародыша (Jean-Marc XO Vodka);

применение спиртов с пониженной крепостью (95% об.) для сохранения ароматики исходного сырья (Absolut);

предварительная выдержка спирта перед использованием 6 мес. (Nemiroff);

дополнительная очистка спирта вымораживанием при минус 18°C (Stolichnaya Elit Vodka);

внедрение в развитых странах стандартов Международной федерации органических сельскохозяйственных движений (International Federation of Organic Agriculture Movements, IFOAM) (водки Organic: 360 Vodka, The Godfather Italian Organic Vodka).

3. Отмечены следующие отраслевые особенности водоподготовки в технологии водок:

источником водоснабжения, как правило, являются городские сети, вода в которых уже доведена до качества питьевой, поэтому большая часть грубых дефектов (запахи, содержание вредных веществ, патогенной микрофлоры) уже устранены;

крайне нежелательно введение при очистке в обрабатываемую воду химических реагентов, следы которых остаются в готовом продукте (хлор, фтор, сода и пр.) и в последствие могут сказаться на стойкости изделия (особенно цветного) или его органолептических свойствах;

ограниченные площади заводов, как правило, расположенных в городской черте, не позволяют применять методы, требующие больших производственных помещений;

на большинстве заводов отсутствуют собственные очистные сооружения (используются городские канализационные сети), по-

этому нежелательны методы очистки, в результате которых образуются значительные объемы неочищенных стоков;

полная очистка воды от растворенных веществ и примесей лишает напиток полноты вкуса;

высокая конкурентность на рынке ликероводочных изделий диктует ограничения на стоимость водоподготовки, напрямую определяющую конечную стоимость напитка.

4. Отмечены следующие инновации в технологии подготовки воды для водок:

повсеместный отказ от реагентных схем умягчения, обезжелезивания или коагуляции – методов, образующих большое количество отходов;

отказ от типовых схем водоподготовки: система проектируется на основе анализа сезонных дефектов качества воды и оптимальной компоновки оборудования, как по составу оборудования, так и согласования его производительности с «расшивкой» узких мест: от воды «умягченной» к воде «исправленной»;

глубокое обессоливание воды обратным осмосом, ионообмен используется только как вспомогательная операция для снижения нагрузки по солям жесткости;

внедрение новых материалов для фильтрования, обезжелезивания, ионообмена;

замена металлоемких конструкций на малогабаритные пластиковые и тонкостенные нержавеющие с полной автоматизацией всех операций водоподготовки;

постепенное ужесточение требований к конечной жесткости воды из-за внедрения обессоливания, что делает ее практически лишенной вкуса;

отказ от реагентного обеззараживания воды окислителями, меняющими вкус воды, в пользу УФ-установок и мембранных обеспложивающих фильтров;

первые эксперименты по кондиционированию качества воды (легированию) путем дозированного введения в нее минеральных солей.

5. Основные тенденции в технологии приготовления водочных сортировок:

для предприятий небольшой мощности (до 700 тыс. дал в год) преобладают периодические схемы с перемешиванием сортировки сжатым воздухом и малой степенью автоматизации. Требования к персоналу невелики, что позволяет использовать временных рабочих и частые остановки производства;

для крупнотоннажных производств – непрерывные схемы в основном инъекционного смешения с высокой степенью автоматизации («безлюдные» технологии), требующие высокую квалификацию персонала и культуру производства;

стремление к совмещению процессов приготовления сортировки и ее обработки адсорбентами для достижения постоянства качества напитка (одноразовое использование угля, пылевидный АУ).

6. Проанализированы современные технологии получения сортировок, выявлены их основные недостатки и преимущества.

7. Выявлены основные тенденции в использовании водочных ингредиентов:

декларируемые производителями цели использования ингредиентов:

смягчение вкуса (подчеркнуто «мягкий» вкус);

маскировка резкого аромата спирта, округление аромата напитка;

снижение токсического действия алкоголя на организм человека;

регуляция химических свойств (окисляемости, щелочности);

биологически активные вещества (БАВ) тонизирующего действия;

придание напитку полноты вкуса;

как правило, применение трех и более видов ингредиентов;

обязательное использование подсластителей и кислот, совместное применение которых гармонирует вкус напитка;

расширение потребительской базы напитка путем введения технологически неоправданно большого числа ингредиентов: водка, практически не выбиваясь из общих органолептических характеристик водок особых, содержит наборы добавок, характерные скорее для бальзамов;

приготовление растворов ингредиентов, учитывая их незначительное количество, вручную, дозирование – при помощи мерников, расположенных на предкупажных площадках участка доводных чанов.

8. Предложена классификация ингредиентов по цели их введения в водки.

Список информационных источников

1. ГОСТ Р 51355-99 Водки и водки особые. Общие технические условия. - Ввод. впервые; Ввод. 01.01.2000. - М.: Изд-во стандартов, 1999. - 11 с.
2. Производство спирта и ликероводочных изделий, 2004. - №2, №3.
3. Поляков В.А., Римарева Л.В. Перспективные направления совершенствования технологических процессов в спиртовом и ликероводочном производстве. / <http://conference.4x3.ru/index.htm>.
4. Сверхчистый этиловый спирт от ЗАО "ЭКСПРЕСС ИНЖЕНЕРИНГ" / Vodka.com.ua, 02.09.2009.
5. Карушев В.И. Из прошлого в настоящее. // Ликероводочная промышленность и виноделие, 2004. - №5. - С. 10-12.
6. Славуцкая Н.И. Исследование процесса каталитического окисления водноспиртовых смесей активированным углём. // Ферментная и спиртовая промышленность, 1968. - № 6.
7. Римарева Л. В., Сидоркин В.Ю., Андреев С.П. Стабильность производства - основа обеспечения конкурентоспособности отечественной алкогольной продукции. // Ликероводочное производство и виноделие, 2005. - №7. - С. 10-12.
8. Ильина Е.В., Макаров С.Ю., Славская И.Л. Технология и оборудование для производства водок и ликероводочных изделий. - М.: ДеЛи принт, 2010. - 492 с.
9. Куликов Л.Б. Мешочные фильтры (фильтромешки) от ООО «Полинет». // Ликероводочное производство и виноделие, 2007. - №5. - С. 7-9.
10. Бачурин П.Я., Смирнов В.А. Технология ликероводочного производства. - М.: Пищевая промышленность, 1975. - 326 с.
11. Устилкин А.В., Карпенко Р.А. Уроки истории: История развития ликероводочной отрасли и перипетии ее взаимоотношений с государством. // Ликероводочное производство и виноделие, 2004. - №11. - С. 4-5.

12. Способы очистки водки. - <http://kulinar-ru.narod.ru/R21/15C6E.html>.
13. Фильтрующие элементы. / <http://www.vodka-tf.ru/>
14. Материалы сайта ООО НПП «Технофильтр». / <http://www.technofilter.ru>
15. Тарасова С.А., Кочкуров А.Г. "Серебряная фильтрация – ваш инструмент управления качеством. // Ликероводочное производство и виноделие, 2008. - №1. - С. 4-7.
16. Изменение №2 к ПТР 10-12292-99 от 15.03.2008 раздел 8.5.9. (Приготовление водок с использованием «мини угольных колонок» (элементов), заполненных углем, импрегнированным серебром ЭПСФ.У Ag 0,4 «Серебряная фильтрация»).
17. Бурачевский И.И., Морозова С.С., Устинова Е.В., Тарасов А.В., Завьялов Ю.В. Применение установок «Серебряной фильтрации» в технологии приготовления водок. / В кн.: Теоретические и практические аспекты развития спиртовой, ликероводочной, ферментной, дрожжевой и уксусной отраслей промышленности. / Под редакцией В.А.Полякова, Л.В.Римаревой - М.: ВНИИПБТ, 2006. - 307 с.
18. «Серебряная фильтрация» – миф или реальность? / tekhnosorb.ru
19. Плавник Г. М. Пористая, дисперсная и кристаллическая структура каталитической системы ацетат цинка-активный уголь. Рентгенографическое исследование/Цуряева Т. П., Курляндская И. И., Глазунова Е. Д.: IX Международная конференция по теоретическим вопросам адсорбции и адсорбционной хроматографии "Современное состояние и перспективы развития теории адсорбции", к 100-летию со дня рождения академика М. М. Дубинина, Москва, 24-28 апр., 2001: Тезисы докладов. М.: Изд-во ИФХ РАН. 2001, с. 125.
20. Установка с фильтрами для непрерывного приготовления водок УПВ «Полтавчанка». / <http://kvartaltd.com/>
21. <http://www.yst.ru/southcapital/>

22. Благородный металл, создающий Благородство вкуса! / <http://www.vodka-tf.ru>
23. Платиновая фильтрация. / <http://www.ulvz.ru>
24. Гернет М.В., Кречетникова А.Н. Обработка сортировок активированным углем // Пиво и напитки. - 2000. - №3. - С. 12-14.
25. Производственный технологический регламент на производство водок и ликероводочных изделий. ТР - 10-04-03-09-88. Разраб. ВНИИПБТ. - М.: АгроНИИТЭИПП, 1990. - 333 с.
26. Патент РФ № 668350 Способ производства водки. Яровенко В. Л., Скрипник К. И., Гуляев СП, 1980.
27. Луцкая Б.П., Славуцкая Н.И. и др. Приготовление водки в кипящем слое сорбента // Ферментная и спиртовая промышленность. - 1985. - №3. - С. 12-13.
28. Кухаренко А.А. Микроорганизмы очищают водку // Пиво и напитки. - 2000. - №1. - С. 44.
29. Патент РФ №2074242 Способ производства водки. Блажиевский Э. Н., Гривко В. Я., 1997.
30. Патент РФ № 2093553 Способ производства водки. Блажиевский Э. П., Гривко В. Я., Тютюнник Н. А., 1997.
31. Таран Н. Г., Быченко И. Б., Черепанова Е. П. Применение природных цеолитов Крыма для очистки спирта от метанола исивушных масел // Ферментная и спиртовая промышленность. - 1977. - №5. - С. 18-19.
32. Патент РФ № 2105804 Способ приготовления водки. Рысьев О. А., Чечевичкин В. П., 1998.