

ХАРЬКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ОБЩЕСТВЕННОГО МЫСЛЕНИЯ

На правах рукописи

ЛОСАВИНА Елена Александровна



КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
НАПИТКОВ

Специальность 05.18.12 – процессы, машины и  
агрегаты пищевой промышленности

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Харьков 1992

Работа выполнена на кафедре охраны труда и экологии предприятий питания Харьковского института общественного питания и в Харьковском филиале института напитков и минеральных вод.

Научный руководитель – доктор технических наук,  
профессор КОВАЛЕНКО В.И.

Официальные оппоненты – доктор химических наук,  
профессор ТОРЯНИК А.И.  
кандидат технических наук  
БЕРЕЗОВСКИЙ А.А.

Ведущая организация – Харьковское конструкторское бюро напитков и минеральных вод

Защита диссертации состоится "2" марта 1993г. в 14<sup>00</sup> час., на заседании специализированного Совета К.131.07.01 в Харьковском институте общественного питания по адресу: 310051, г. Харьков, ул. Ключковская, 333.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Харьковского института общественного питания.

Автореферат разослан "28" февраля 1993г.

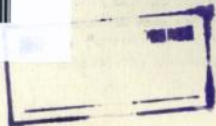
Ученый секретарь  
специализированного Совета,  
кандидат технических наук,  
академик

А.И. ЧЕРЕВКО

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00825776 (Z)



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Развитие промышленности и сельского хозяйства в последнее десятилетие наряду с отсутствием технических средств, обеспечивающих очистку сточных вод, воздушной среды и переработку твердых отходов, оказало отрицательное влияние на состав природной воды. Во многих промышленных районах вода загрязнена минеральными и органическими веществами, в связи с чем очистка ее на городских очистных станциях затруднена. В то же время к качеству воды для производства продуктов питания предъявляются более высокие требования.

Известно, что доля воды в составе безалкогольных напитков достигает 85-93%. При этом вода определяет физическое состояние напитка, образуя с составными частями истинные или коллоидные растворы; в установленном количественном соотношении с другими составными частями принимает прямое участие в образовании вкуса и цвета. Большое внимание на технологический процесс пивоварения оказывают содержащиеся в воде соли жесткости и щелочности. Однако, закономерности распределения минерального состава воды и солода в процессе затирания недостаточно изучены. Между тем массовая доля минеральных веществ в производственных водах составляет 0,1 - 0,15%, а в солоде 2,4-3,3%. Таким образом, при определении требований к воде необходимо учитывать то, что солевой состав воды и солода (в пивоварении) является прямым источником влияния на вкус и стойкость напитков.

В настоящее время в странах СНГ в производстве напитков часто используется вода питьевого качества, которая, в основном, не отвечает требованиям данного производства. Лишь на некоторых предприятиях работают установки водоподготовки импортного производства и отдельные экспериментальные образцы отечественного изготовления. Существующие экспериментальные установки водоподготовки укомплектованы серийно-выпускаемым оборудованием, часто не предназначенным для подготовки воды в пищевой промышленности, что затрудняет внедрение их в производство. Универсальные схемы и комплексные установки для обработки воды в пищевой промышленности отсутствуют. Таким образом, изучение влияния солевого состава сырья на качество напитков и разработка конструкции блочной универсальной установки водоподготовки является весьма актуальным.

### Цель и задачи исследования

Целью настоящей работы явилось создание универсальной блочной установки подготовки воды различного минерального состава.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- исследовать влияние минерального состава воды на стойкость безалкогольных напитков и определить требования к составу воды для производства безалкогольных напитков;
- исследовать равновесное распределение минерального состава в процессе затиранья в системе вода-солод и определить требования к составу воды для производства пива;
- исследовать процессы кондиционирования воды: удаление взвешенных веществ, хлорирование, дехлорирование, озонирование, ионообменное обессоливание;
- исследовать и испытать в производственных условиях ионообменные схемы подготовки воды для приготовления пива;
- исследовать и испытать в производственных условиях экспериментальную установку подготовки среднежестких вод для производства безалкогольных напитков;
- разработать и испытать универсальную блочную установку подготовки воды различного минерального состава.

#### НАУЧНАЯ НОВИЗНА РАБОТЫ

На основании проведенных исследований:

- получены закономерности распределения минерального состава в процессе затиранья в системе солод-вода и разработана методика расчета равновесных кривых распределения минерального состава;
- определены закономерности удаления солей  $Al$ ,  $Mg$ ,  $Fe$  в процессе хлорирования;
- разработаны и проверены в производственных условиях технологические схемы водоподготовки для производства пива. Предложено 2 способа водоподготовки (а.с. № 101346) и а.с. № 1192348);
- определены основные стадии обработки воды различного минерального состава. Технологическая схема водоподготовки разработана с учетом самостоятельной работы каждой стадии обработки;
- определены технологические режимы и параметры работы блочной универсальной установки водоподготовки. Разработана программа расчета на ЭВМ ионообменных фильтров для вод различного минерального состава.

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РАБОТЫ

Предложено два способа подготовки воды по методу H-Ca-катионирования для производства пива. Разработана технологическая

схема кондиционирования среднежестких вод для производства напитков. Исследованные и предложенные процессы подготовки воды проверены и отработаны на экспериментальных установках в г.Медитоподе и г.Мытищах. Установки укомплектованы отечественными материалами и серийно выпускаемым оборудованием. Разработаны типовые исходные требования на проектирование таких установок водоподготовки и переданы в Гипропищепром 2.

Разработана универсальная блочная установка подготовки воды различного солевого состава. Совместно с ЦНИИ "Буревестник" разработаны рабочие чертежи оборудования и проектно-сметная документация на установку водоподготовки. Установка выполнена в неклавишем исполнении с учетом опыта работы экспериментальных установок. Установка сдана ведомственной комиссии и рекомендована к серийному производству. В настоящее время вода, подготовленная на установке, используется для производства безалкогольных напитков и водки (Сормовский винзавод, г.Нижний Новгород).

#### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

- Требования к минеральному составу производственной воды.
- Экспериментально подтвержденные закономерности равновесного распределения минеральных солей в системе солод-вода.
- Новые способы кондиционирования воды.
- Конструкция блочной универсальной установки подготовки воды для производства напитков.

#### АПРОВАЦИЯ РАБОТЫ

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на конференциях "Пути совершенствования пиво-безалкогольной и винодельческой продукции" (Москва, 1983г., 1985г.), на заседании технического совета ЦНИИ "Буревестник" (г.Нижний Новгород, 1997г.); технология и установка экспонировались на ВДНХ СССР, 1991г. - получена серебряная медаль. Материалы диссертации заслушивались на Днях науки на предприятиях отрасли (1987-1991г.г.). В полном объеме диссертация доложена на научно-техническом Совете Харьковского института безалкогольных напитков и минеральных вод (01.91г.) и на расширенном заседании кафедры оборудования института общественного питания (03.92г.).

#### ПУБЛИКАЦИИ

По теме диссертации опубликовано 8 статей, получено 2 авт.

торских свидетельства ( № IOI3460 и № II92348).

### ОБЪЕМ РАБОТЫ

Диссертация изложена на 214 стр. машинописного текста. Состоит из введения, обзора литературы, 5 глав, выводов, списка литературы, 5 приложений, содержит 27 таблиц и 22 рисунка.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность работы, практический интерес, который она представляет для предприятий пищевых производств.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ изложены состояние вопроса и задачи исследования. Приведен обзор литературы по вопросам влияния солевого состава воды на технологию приготовления и вкусовые достоинства напитков. Анализ способов водоподготовки показал, что на мировом рынке представлены установки, работающие по способу быстрой декарбонизации, ионного обмена, с использованием селективных мембран. Отмечены главные достоинства и недостатки известных способов. Сделан вывод о предпочтительном использовании сочетания нескольких способов водоподготовки, что делает такие установки универсальными в подготовке производственных вод различного солевого состава.

ВТОРАЯ ГЛАВА диссертации посвящена разработке и уточнению требований к воде для производства напитков.

В качестве объектов исследования использовались производственные воды, применяемые на предприятиях отрасли для приготовления пива и безалкогольных напитков. Исследования солевого состава воды проводили по общепринятым методикам ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая".

Для исследования равновесного распределения минерального состава в процессе затиранья между твердой фазой — солод и жидкой — воды использовали 5 образцов солода. Затиранье проводили по устойчивому способу на модельной воде с различным содержанием минеральных компонентов.

Минеральный состав сусла анализировали, используя методики для анализа сточных вод Дурье В.В. (1980г.).

Анализ сусла и пива проводили по общепринятым методикам согласно "Инструкции по техникохимическому контролю пивоваренного производства" (1975г.).

В качестве фильтрующих материалов использовали катиониты: сульфуголь, КУ-1, КУ-2, КУ-2-8сч, леватит, КБ-4; аниониты - ЗДЗ-10П, АВ-178; активированные угли - БАУ, АГ-5, АГ-3, СКТ, АР-3.

Обработка экспериментальных данных проводилась методами математической статистики (П.М.Мальцев, И.А.Емельянова, 1980г.).

Одна из задач исследований - изучение влияния солевого состава воды и компонентов купажных сиропов на коллоидно-химическую стойкость безалкогольных напитков. Экспериментальные исследования показали, что напитки, приготовленные на натуральных соках и настоях, мутнеют сразу же при добавлении воды с жесткостью более 3 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Кроме того, гидрокарбонатная жесткость приводит к изменению цвета напитков. Стойкими к солям жесткости воды были напитки, приготовленные на основе цитрусовых настоек и эссенций. Наиболее отрицательное влияние на качество напитков оказывает соли железа, марганца, алюминия. Так, при содержании в воде ионов железа более 0,2 мг/дм<sup>3</sup>, марганца более 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, а алюминия более 0,2 мг/дм<sup>3</sup> в напитках появляются осадки. Особенно низкая концентрация катионов, вызывающих помутнение, наблюдалась для напитков, приготовленных с использованием натуральных соков и экстрактов. Анализ отечественной и зарубежной литературы, а также исследования, проведенные нами, позволили определить требования к воде для производства напитков (табл. I).

Таблица I  
Требования к воде для безалкогольных напитков

Показатели	Единица измерения	Оптимальные значения	Предельно допустимое значение
pH		3-5	5
Общая жесткость	мг-экв/дм <sup>3</sup>	до 0,50	1,0
Общая щелочность	то же	до 0,50	1,0
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	до 250	500
Железо	" "	0,0	0,1
Марганец	" "	0,0	0,1
Алюминий	" "	0,0	0,1
Окисляемость	мг-О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,0	3,0

По всем остальным показателям вода должна отвечать требованиям ГОСТ 2874-82.

Для уточнения рекомендаций к воде, используемой для приготовления пива, нами было исследовано равновесное распределение минеральных компонентов солода и воды в процессе затираания. Как известно, при контакте частиц солода и воды происходит перераспределение минеральных веществ, которые входят в их состав, в результате чего устанавливается в системе равновесие. Сначала происходит проникновение воды во внутренние области частиц солода. Процесс протекает не мгновенно, а зависит от целого ряда факторов. Скорость движения экстрагента (воды) характеризуется константой скорости проникновения воды во внутренние области частиц. В процессе движения экстрагент растворяет минеральные вещества и во внутренних областях частиц солода образуется раствор минеральных солей. За счет разности концентраций (движущая сила процесса) происходит диффузия минеральных компонентов из внутренних областей частиц на их поверхность и с поверхности в окружающую их воду. Это происходит в тех случаях, когда концентрация минеральных компонентов во внутренних областях частиц солода выше, чем в воде. Если же концентрация минеральных компонентов в экстрагенте (воде) выше, чем во внутренних областях частиц солода, происходит перераспределение компонентов в пользу солода. В ходе эксперимента было показано, что в процессе затираания, при принятом настойном режиме, равновесие минеральных компонентов достигается через 70 мин. По разработанной нами методике расчета были построены равновесные кривые распределения минеральных компонентов. Исследования равновесного распределения минерального состава проводились с использованием солодов различного качества и модельных вод с различным содержанием исследуемого минерального компонента. Прежде всего определяли вымываемое количество исследуемого компонента из 1 кг. солода. После отделения первого сусла (экстракта) промывали дробину дистиллированной водой или модельной водой, строго соблюдая соотношение твердой и жидкой фазы 1:4. Исследуя распределение солей кальция в системе солод-вода, было отмечено, что при затираании с водой, не содержащей ионы  $Ca^{2+}$ , мы получали в сусле  $2 + 4$  мг-экв/дм<sup>3</sup> кальция. Такое колебание содержания кальция в сусле объясняется исходным содержанием его в солоде. Используя воду для затираания с концентрацией кальция до 4 мг-экв/дм<sup>3</sup> в сусле получали его содержание 2-4 мг-экв/дм<sup>3</sup>, в зависимости от исходного содержания его в солодах. В тоже время повышение концентрации кальция в воде более 6 мг-экв/дм<sup>3</sup> приводило к стремительно-

му нарастанию его в сусле. На рис. 1 представлена равновесная кривая распределения ионов кальция. По оси абсцисс откладывают равновесное содержание кальция, отнесенное к весу твердой фазы. По оси ординат откладывают концентрацию кальция в жидкой фазе. Кривая распределения состоит из отдельных участков ОС, СВ, ВД. Отрезок ОС характеризует равновесное распределение, при котором происходит экстракция кальция из солода в воду. Отрезок СВ характеризует распределение солей кальция, при котором происходит удаление солей Са из системы в виде нерастворимого фосфата. Отрезок ВД определяет такое состояние системы, при котором дальнейшее увеличение концентрации кальция в исходной воде приводит к эквивалентному увеличению количества кальция в сусле. Рабочей частью кривой является отрезок ОВ и уравнение будет иметь вид:

$$C_{Ca}^{\text{сусло}} = \sqrt{\frac{C_{Ca}^{\text{солод}}}{30484,6}}$$

где  $C_{Ca}^{\text{сусло}}$  - равновесная концентрация солей кальция в сусле, г/г;

$C_{Ca}^{\text{солод}}$  - равновесная концентрация солей кальция в солоде, г/г.

Анализ данного уравнения говорит о том, что на рабочем участке равновесной кривой ОВ распределение солей кальция всегда в пользу твердой фазы. Использование для затирания вод с содержанием солей кальция соответствующим точкам на графике, лежащим ниже точки С, ведет к экстракции кальция из солода, что может привести к нарушению стабильности ферментных систем. Воды, в которых содержание солей кальция соответствует на графике точке С, не способствуют экстракции солей кальция из солода. Для большинства солодов это справедливо в интервале концентраций кальция в исходной воде 2-4 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Магний, в отличие от кальция, в значительной степени экстрагируется из солода. Солей магния в солоде содержится примерно в 5 раз больше, чем кальция, поэтому при затирании в первом сусле получаем 6-14 мг-экв/дм<sup>3</sup> Mg<sup>2+</sup>. В отличие от кальция графическая зависимость равновесного распределения магния (рис. 2) позволяет говорить о пропорциональном изменении концентрации солей магния в зависимости от содержания его в исходном сырье.

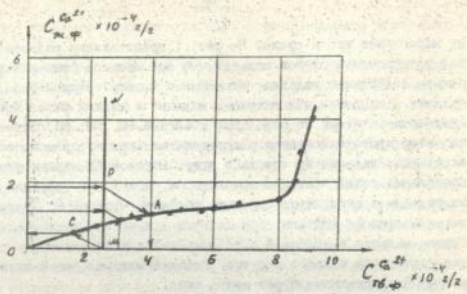


Рис.1. Равновесное распределение солей кальция

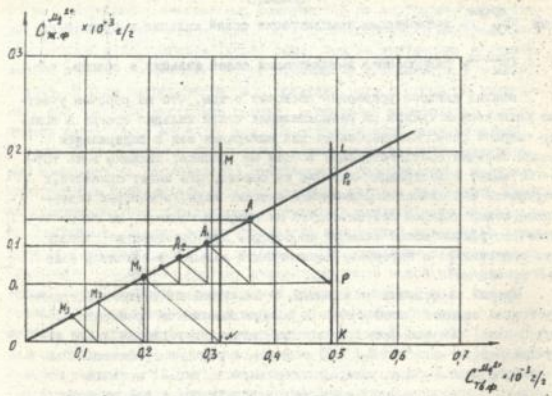


Рис.2. Равновесное распределение солей магния

Вертикальные прямые МК и КК характеризуют вымываемое количество солей магния из солода. Для полной экстракции солей магния из солода практически требуется 4 ступени экстракции. Изменение концентраций по ступеням характеризуется точками  $M_1$ ,  $M_2$  и т.д. Используя воду с известным содержанием солей магния (точка  $C_1$ ), процесс распределения от точки Р (исходное состояние твердой фазы) по прямой РА стремится к равновесному состоянию в точке А. Аналитически равновесное распределение магния можно представить:

$$C_{Mg^{2+}}^{сусло} = 0,4 C_{Mg^{2+}}^{солод} \quad \text{или}$$

$$C_{Mg^{2+}}^{сусло} = 0,5 C_{Mg^{2+}}^{вода} + C_{Mg^{2+}}^{сусло},$$

где  $C_{Mg^{2+}}^{сусло}$  - концентрация солей магния в сусле при использовании воды, не содержащей ионов магния

Так как используемые солода обычно содержат много солей магния, содержание его в воде (в виду его отрицательного влияния на вкус пива) нежелательно.

Исследуя равновесное распределение солей натрия и калия было отмечено, что сусло обогащается солями натрия, поступающими из воды, а калий поступает в сусло из солода.

В производственных водах, используемых в пивоварении, содержание хлоридов колеблется в пределах 10-350 мг/дм<sup>3</sup>, а сульфатов - 10-500 мг/дм<sup>3</sup>. Исследуя равновесное распределение хлоридов и сульфатов, отмечалось их пропорциональное изменение в сусле в соответствии с содержанием в исходном сырье. Источниками хлоридов и сульфатов в сусле является вода и используемый солод. Однако больший вклад - воды.

Известно, что использование воды для затирания с высокой жесткостью приводит к пониженному выходу экстрактивных веществ. Исследуя равновесное распределение солей жесткости в процессе затирания с дистиллированной водой, определяли концентрацию ортофосфатов (жесткость) - 12-20 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Таким образом, исследовав закономерности распределения минерального состава солода и воды в процессе затирания, принимая условия более полного использования минерального состава солода, сформулированы следующие требования к воде для пивоварения (табл.2)

Таблица 2  
Требования к воде для пивоварения

Показатели	Единица измерения	Оптимальное значение	Предельно допустимое значение
pH		6-7	7,5
Содержание $\text{Ca}^{2+}$	мг-экв/дм <sup>3</sup>	2,0-4,0	6,0
"    " $\text{Mg}^{2+}$	то же	0,0	2,0
Содержание солей щелочности	"	0,0	2,0
Содержание сульфатов	мг/дм <sup>3</sup>	100	200
Содержание хлоридов	"	100	200
Содержание железа	"	0,0	0,3
Содержание нитратов	мг- $\text{O}_2$ /дм <sup>3</sup>	10,0	10,0

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ приведены результаты исследования процессов очистки воды.

Как показали исследования, обработка воды песком дает возможность задержать взвешенные вещества на 95-98 %. Наряду с удалением взвешенных веществ целесообразно для безалкогольного производства умягчать воду методом H-катионирования с использованием сильнокислотных катионитов. В лабораторных условиях был изучен процесс H-катионирования с использованием следующих катионитов: леватит, сульфуголь, КУ-1, КУ-23, КУ-2, КУ-2-8сч, КБ-4, КБ-4П-2. Наибольшей динамической емкостью из вышеперечисленных ионообменников обладает КУ-2-8сч.

Для вод с высокой минерализацией кроме обработки H-катионированием необходимо снять избыток анионов сильных кислот OH-анионированием. Как показано на рис. 3, pH воды после обработки в H-катионитовом фильтре стабилен, тогда как после обработки OH-анионированием изменяется. Для стабилизации состава воды по кислотности дополнительно необходимо обрабатывать воду в нерегенерируемом (буферном) фильтре. Изменение анионного состава ( $\text{Cl}^-$ ,  $5\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) в процессе обработки в ионитовых фильтрах (H-OH-буферный), происходит в определенных пропорциях, как показано на рис. 4.

Одним из важных показателей качества воды, используемой для приготовления безалкогольных напитков, является бактериальная чис-

тота. Хлорирование и озонирование являются одними из наиболее распространенных и эффективных способов обеззараживания воды. Для хлорирования наиболее перспективно использование гипохлоритов. Хлор кроме обеззараживающего действия, как сильный окислитель расходуется на окисление органических веществ и удаление ионов  $Fe^{+3}$ ,  $Al^{+3}$ ,  $Mn^{+2}$ . Необходимые дозы хлора для удаления солей алюминия, железа, марганца могут быть рассчитаны с помощью уравнений:

$$C_{Cl} = 9,7 C_{Mn^{2+}}$$

$$C_{Cl} = 7,6 C_{Al^{3+}}$$

$$C_{Cl} = 1,6 C_{Fe^{3+}}$$

Остаточный активный хлор, придающий воде неприятный привкус, необходимо удалять. Для этого использовали активированные угли БАУ АГ-5, СКТ, АГ-3, АР-3. Наилучшей дехлорирующей способностью обладают угли АГ-5 и БАУ. Также было показано, что использование этих марок углей не приносит примесей в обрабатываемую воду. Что касается механизма дехлорирования, то активированный уголь является "катализатором" перевода свободного хлора в хлор-ион.

Однако, как показали исследования, при хлорировании вод поверхностных источников водоснабжения, содержащих органические вещества, образуется целый ряд хлорорганических соединений и, в частности, хлороформ (до 110 мкг/дм<sup>3</sup>), превышающие ПДК в несколько раз. Поэтому для таких вод более предпочтителен метод обеззараживания - озонирование. Для определения оптимальной концентрации озона при обработке воды проводились исследования на специальном стенде. Качество обрабатываемой воды оценивалось по следующим показателям: остаточный озон, цветность, содержание железа, хлоридов, сульфатов, общее число микроорганизмов и окисляемость. В ходе эксперимента исследовали 5 доз озона и отбирали для анализа 10 проб озон-воздушной смеси и воды. Оптимальной считалась доза озона при получении воды со следующими показателями: цветность - 20 град; соли железа - 0,1 мг/дм<sup>3</sup>; количество микроорганизмов в 1 мм<sup>3</sup> воды - до 10; окисляемость - 2 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; коли-индекс < 3; остаточный озон - 0,15 мг/дм<sup>3</sup>. Результаты исследований приведены в табл.3

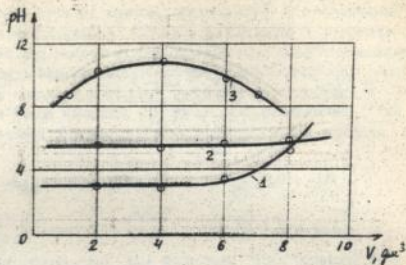


Рис. 3... Изменение pH воды в процессе обработки на ионитах

- 1 - H-катионитовый фильтр
- 2 - буферный фильтр
- 3 - OH-анионитовый фильтр

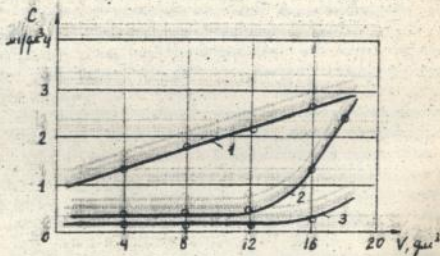


Рис. 4... Изменение концентрации анионов в процессе обработки воды в ионитовых фильтрах (H-OH-буферный)

- 1 -  $\text{Cl}^-$ , 2 -  $\text{NO}_3^{2-}$ , 3 -  $\text{SO}_4^{2-}$

Таблица 3

## Обработка воды озоном

Показатели	Исходная вода	Концентрация задаваемого в воду озона, мг/дм <sup>3</sup>				
		1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
Цветность, град.	20	5	4	2	1	0
Соли железа, мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	29,2	29,0	29,1	29,1	29,2	29,1
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	340	340	340	340	340	340
Количество микроорганизмов в 1 мм	43	12	5	2	2	1
Окисляемость, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	5	2	0,0	0,0	0,0	0,0
Коли-индекс	3	3	3	<3	3	<3
Остаточная концентрация озона, мг/дм <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0	0,15	0,2	0,35

Оптимальной принимали дозу озона - 5,4 мг/дм<sup>3</sup>. Следовательно, для кондиционирования производственной воды можно использовать следующие процессы: ионообменную корректировку растворимых примесей, удаление взвесей фильтрацией, устранение привкусов и запахов адсорбцией активированными углями; обеззараживание озонированием и хлорированием.

В ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ приведены результаты исследования ионообменных процессов подготовки воды на экспериментальной установке в заводских условиях.

На экспериментальной установке производительностью 1 м<sup>3</sup>/час, смонтированной на Медитопольском пивзаводе были исследованы ионообменные процессы обработки воды: последовательное Н-Са-катионирование, параллельное Н-Са-катионирование, последовательное анионирование - Са-катионирование. Определены соотношения объемов катионита в фильтрах (Н:Са, 1:8), для стабильной работы по методу последовательного Н-Са-катионирования. Усовершенствован процесс регенерации катионитовых фильтров. На подготовленной воде была произведена продукция, которая получила высокую дегустационную оценку.

Также был испытан в заводских условиях способ последовательного анионирования-Са-катионирования. Использовали анионит в СИ-форме. При СИ-анионировании происходит удаление карбонатной и гидрокарбонатной щелочности, понижение рН, увеличение содержания хлоридов. Процесс последовательного анионирования-Са-катионирования

позволял получать стабильные показатели соледержания воды вследствие независимости этих процессов друг от друга. Однако применение данной схемы ограничено невозможностью использования ее для вод с высоким соледержанием.

На Мелитопольском пивзаводе был отработан режим работы установки по схеме параллельного Н-Са-катионирования (рис.5). Изменение состава воды при параллельном Н-Са-катионировании показано на рис.6. Полученная на установке вода имеет стабильные показатели, процессы Н и Са-катионирования не зависят друг от друга и могут быть применены для подработки вод питьевого качества. В производственных условиях проведены опытные варки пива с использованием вод, подработанных по различным схемам и как контроль - неподготовленная вода с добавлением гипса. Затопы, приготовленные на подготовленной воде, фильтровались быстрее. Конечная степень сбраживания суслу опытных варок была выше и выход экстракта больше. На закрытой дегустации пиво опытных варок получило хорошую оценку и дегустаторами единогласно было признано лучшим. Установка и технология подготовки воды методом ионообмена (последовательного Н-Са-катионирования, анионирования-Са-катионирования) были приняты ведомственной комиссией и рекомендованы для применения в отрасли.

ПЯТАЯ ГЛАВА посвящена разработке технологических схем и установок подготовки воды.

Для производства безалкогольных напитков была разработана технологическая схема и смонтирована установка подготовки воды на Итищинском винзаводе. Технологическая схема включает следующие процессы, осветление в песочном фильтре, частичное обессоливание в Н-катионитовом фильтре, обеззараживание хлорированием в проточном электролизере (или задача товарного гипохлорита натрия), выдержка с хлором в контактной емкости, удаление хлора в фильтре, загруженном активированным углем, окончательная очистка в керамических фильтрах. Режим работы установки - периодический, как и технологический процесс приготовления напитков. Работа установки предусматривает следующие операции: рабочий режим, регенерация загрузки фильтров, взрыхление и промывка фильтров. В ионообменных фильтрах используется катионит КУ-2-8чс. Концентрация активного хлора задается из расчета 6-10 мг/дм<sup>3</sup>; время контакта с водой - 10-30 мин. Регенерация Н-катионитового фильтра осуществляется раствором H<sub>2</sub>S O<sub>4</sub> концентрацией 15-20 г/дм<sup>3</sup>. Раствор серной кислоты дозирует концентрированную серную кислоту из сборника с помощью эжектора

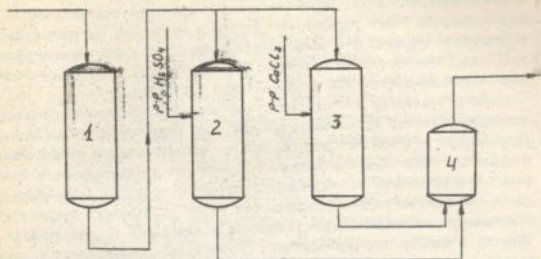


Рис. 6. Принципиальная схема подготовки воды для пивоварения - параллельное Н-Са-катионирование

1. Механический фильтр
2. Н-катионитовый фильтр
3. Са-катионитовый фильтр
4. Смеситель

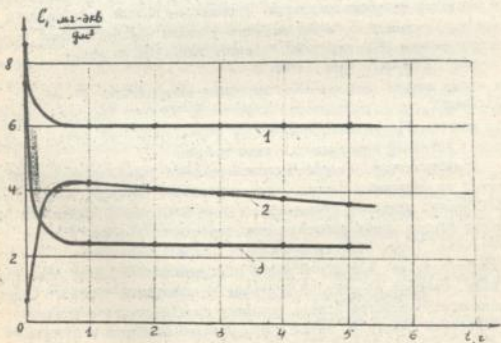


Рис. 6. Изменение состава воды при параллельном Н-Са-катионировании

1 - pH, 2 - Ca<sup>2+</sup>, 3 - щелочность

в поток исходной воды. Приготовленные напитки на подготовленной воде обладали более гармоничным вкусом и стойкость их превышала контрольные образцы в 2 раза. Предложенная установка по подготовке воды для безалкогольных напитков была принята ведомственной комиссией и рекомендована для использования в отрасли.

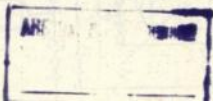
По результатам исследования ионообменных процессов, а также экспериментальных проверок различных схем подготовки воды были разработаны типовые исходные данные на проектирование установок подготовки воды. Типовые исходные требования предусматривают комплектацию установок из серийно-выпускаемого предприятиями оборудования, часто требующего специального антикоррозионного покрытия. Обязанности по комплектации установок возлагались на заказчика. Попытка создания централизованной организации по комплектации установок для предприятий пищевой промышленности оказалась невозможной. Поэтому предложенные и одобренные решения не нашли широкого распространения. Вследствие вышесказанного была разработана универсальная блочная установка подготовки воды для напитков. Работа проводилась совместно с ЦНИИ "Буревестник". В качестве материалов и реагентов использовали: ионообменные смолы КУ-2-8чс, АВ-17-8чс, активированный уголь БАН-А, озон-воздушную смесь, серную кислоту, гидроксид натрия. Произведен расчет материалов и реагентов в зависимости от солевого состава обрабатываемой воды с использованием ЭЕМ. Программа расчета написана на языке Turbo Pascal для IBM PC

Для ввода данных использованы программные средства Turbo Professional, позволяющие обеспечить удобный пользователю быстрый ввод данных. Программа обеспечивает форматированный вывод на экран дисплея выходной информации в виде таблиц.

Представленная на рис.7 принципиальная технологическая схема состоит из следующих блоков: катионирование, анионирование, обеззараживание, удаление привкусов, тонкая фильтрация. Каждый из названных блоков может работать самостоятельно, а также в любых сочетаниях. Также отдельные блоки возможно использовать в качестве предподготовки или доочистки в мембранной технологии подготовки воды. Процесс очистки осуществляется следующим образом: после механического фильтра 1 вода подается для умягчения в водород-катионитовый фильтр 2, затем в анионитовый фильтр 3 и буферный фильтр 4. Далее вода обрабатывается в блоке обеззараживания, сос-

тощем из: озонатора В, контактной колонны IO и сборника II. Озон оказывает бактерицидное действие при концентрации его в воде 5-15 мг/дм<sup>3</sup> в зависимости от состава воды. Доза озона в каждом конкретном случае подбирается экспериментально. Из сборника II вода подается в фильтр I2, загруженный активированным углем БАУ. Далее вода подвергается тонкой механической очистке в керамическом фильтре I3. Фильтры с загрузкой периодически подвергаются регенерации и взрыхляющей промывке. Режим регенерации - противоточный. Регенерация катионитового фильтра осуществляется раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> концентрацией 15 г/дм<sup>3</sup>, анионита - раствором гидроксида натрия с концентрацией - 40 г/дм<sup>3</sup>. Фильтрующее оборудование отличается друг от друга высотой корпуса, соответственно объемом и маркой фильтрующей загрузки. Площадь фильтрации - 0,785 м<sup>2</sup>. Фильтры состоят из следующих основных частей: корпуса, основания, крышки, верхнего и нижнего распределительного устройства, расплителя, фильтрующей загрузки. Озонатор состоит из следующих основных частей: двух генераторов озона, двух высоковольтных трансформаторов, осушителя воздуха, контрольно-измерительных приборов, управляющей и регулирующей аппаратуры, смонтированной на общей раме и закрытых снаружи съемными панелями. Подача сжатого воздуха осуществляется из заводской магистрали. Электрическая схема предусматривает автоматическое управление установкой при достижении технологическими параметрами необходимых значений. Схемой предусмотрена световая и звуковая сигнализация. Источником питания установки является заводская электрическая сеть 3/50 Гц 220/380 В. Контроль за работой оборудования и режимом водоподготовки осуществляется с помощью приборов: манометры типа ОБМ-100-16 и ЭМ-19-16С-6, рН-метр автоматический типа рН-220-2, анализатор типа АКК-М-01, регулятор сигнализатор уровня типа ЭРСУ-4, счетчик крыльчатый холодной воды ВСМ-30/50. В систему подготовки воды входят трубопроводы для воды, растворов, реагентов, воздуха и озono-воздушной смеси, а также арматура, включающая вентили; краны, электромагнитный клапан, счетчик холодной воды. Все трубопроводы и соединительные части к ним изготовлены из нержавеющей стали. Трубы и арматура соединяются между собой посредством фланцевых или резьбовых соединений.

Установка водоподготовки была смонтирована в цехе безалкогольных напитков на Сормовском заводе виноградных вин (г. Нижний Новгород). Отработку технологических режимов и эксплуатационные испы-



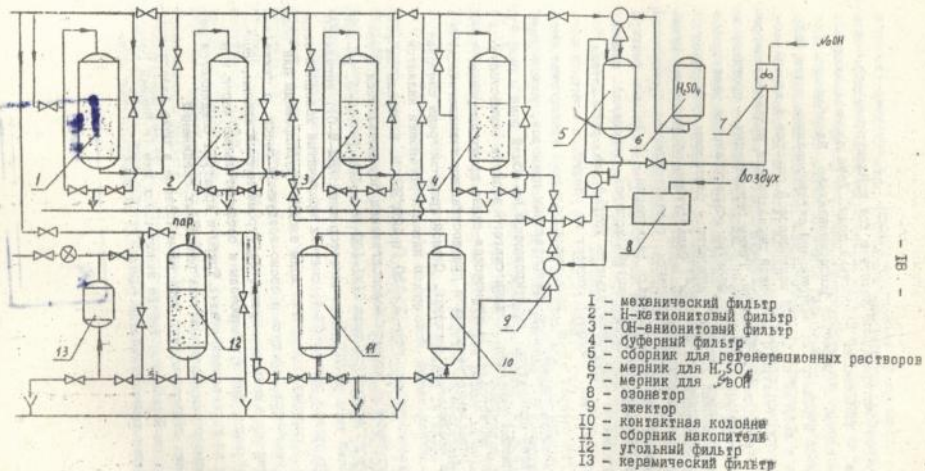


Рис. 7 : Принципиально-технологическая схема подготовки воды для производства нетканок (универсальная)

тания проводили согласно разработанной инструкции по эксплуатации, программе и методике испытаний. Качество подготовленной воды в течение всей работы установки соответствовало требованиям технического задания (общая жесткость 0,05-0,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>, рН 4,5-5,5; щелочность 0,05-0,15 мг-экв/дм<sup>3</sup>). Напитки, выработанные на подготовленной воде, по мнению дегустационной комиссии, были хорошего качества. Установка сдана ведомственной комиссией и рекомендована к серийному производству. Серийное производство блочных установок осуществляется на одном из предприятий оборонного комплекса ЦНИИ "Буревестник".

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что соли жесткости (более 0,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>) железа, алюминия, марганца (более 0,1 мг/дм<sup>3</sup>) способствуют образованию небιологического помутнения напитков в процессе их хранения, на основании чего определены требования к воде для производства безалкогольных напитков.
2. Установлено, что в процессе затирания минеральный состав сусла определяется не только солевым составом воды, но и равновесным распределением минерального состава солода между жидкой и твердой фазами.
3. Установлено, что хлорированием достаточно полно удаляются соли железа, марганца, алюминия. Определена закономерность выбора дозы хлора для полного удаления вышеперечисленных солей. Для удаления привкуса хлора наилучшей дехлорирующей способностью обладают угли БАУ, АГ-5.
4. Показано, что загрязненную органическими веществами воду, предпочтительнее обрабатывать озоном, так как при хлорировании образуется ряд хлорорганических соединений, превышающих уровни ПДК.
5. На основании производственной проверки различных ионообменных схем подготовки воды для пивоварения рекомендовано два способа водоподготовки по методу Н-Са-катионирования.
6. Проведенные исследования ионообменных процессов, обеззараживание хлором, дехлорирования, механической очистки позволили предложить и реализовать схему водоподготовки для безалкогольных напитков среднежестких вод с минерализацией не более 600 мг/дм<sup>3</sup>.

7. Основываясь на опыте работы экспериментальных установок предложена универсальная блочная установка подготовки воды различного солевого состава. Предложенное инженерное решение определяет автономность блоков водоочистки и позволяет в зависимости от состава воды подключать любой набор блоков в различной последовательности.

8. Выполнен комплекс мероприятий по внедрению универсальной блочной установки на Сормовском винзаводе. Установка сдана ведомственной комиссии и рекомендована к серийному производству. Разработанная и скорректированная проектно-сметная документация на установку водоподготовки передана на одно из предприятий оборонного комплекса г. Нижний Новгород для серийного производства.

### СПИСОК

работ, опубликованных по теме диссертационной работы

1. Беленькая С.Л., Тихомирова Г.П., Бакуменко Я.Л., Лубавина Е.А., Фуряева Л.К. К вопросу подготовки воды, содержащей соли железа, марганца и алюминия в производстве безалкогольных напитков // ИВВИТМ/Ишхепром, НТРС. - 1977. - № 3.
2. Коваленко В.И., Лубавина Е.А. Исследование равновесного распределения солей кальция, магния, а также целюлозы в системе солод-сусло: Сборник "Пути совершенствования пиво-безалкогольной и винодельческой продукции" // ИВВИП/П. Московский филиал ВНИИ виноделия и виноградарства "Магарач" - Москва, 1978
3. Лубавина Е.А., Фертмен Г.И., Коваленко В.И., Елисеев М.Н. Распределение кальция в процессе приготовления пивного сусла // Ферментная и спиртовая промышленность. - 1981. № 2
4. Лубавина Е.А., Беленькая С.Л., Чернова Л.А. Методика определения фосфора в питьевой и сточных водах. // Информационный листок. Харьковский ИВТИ. 1982 - № 85-042
5. А.с. 1013460 СССР, МПК С 12 С 7/32. Способ подготовки воды для производства пива.
6. Лубавина Е.А., Коваленко В.И., Ромованов К.С. Способ подготовки воды для производства пива: Сборник "Пути совершенствования пиво-безалкогольной и винодельческой продукции" // ИВВИП/П. Московский филиал ВНИИ виноделия и виноградарства "Магарач" - Москва, 1983

7. Любавина Е.А., Коваленко В.И., Ромоданов И.С. Способ подготовки воды для производства пива: Сборник "Пути совершенствования пиво-безалкогольной и винодельческой продукции // ВНИИПБ, Московский филиал ВНИИ виноделия и виноградарства "Магарач" - Москва, 1983
8. А.с. 1192348 СССР, МПК С12 С 7/02. Способ подготовки воды для производства пива.
9. Любавина Е.А., Коваленко В.И. К вопросу о распределении минеральных компонентов в системе солод-вода при затирании: Сборник "Пути повышения эффективности пиво-безалкогольной, винодельческой и ликеро-водочной промышленности" // Тез.докл. - Москва, 1985
10. Любавина Е.А., Рогов А.П., Сонина С.Д. Установка водоподготовки для производства напитков // Информационный листок. Харьковский ЦНТИ 1991. - № 050-91

---

Подписано к печати 22.01.93 г. формат 60x84 I/16,  
бумага для множительных аппаратов, печать офсетная,  
роталпринт, ОП ХДУС, зак. 165, тир. 100 экз. 310002,  
г. Харьков, ул. Маршала Бажанова, № 28.

AB 26.533

**AB 26.533**