

Министерство образования Российской Федерации

Алтайский государственный технический  
университет им.И.И.Ползунова

## **НАУКА И МОЛОДЕЖЬ**

62-я Всероссийская научно-техническая конферен-  
ция студентов, аспирантов и молодых ученых

**СЕКЦИЯ**

**ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Барнаул – 2004

ББК 784.584(2 Рос 537)638.1

62-я Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Наука и молодежь". Секция «Технологии и оборудование пищевых производств»./ Алт.гос.техн.ун-т им.И.И.Ползунова. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2004. – 44 с.

В сборнике представлены работы научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Алтайского государственного технического университета, проходившей в апреле 2003 г.

Ответственный редактор к.ф.–м.н., доцент Н.В.Бразовская

© Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова

## СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

### ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ РЫНКА ПИТЬЕВОЙ И МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ В БАРНАУЛЕ

Цыбочкина И.С. – студ. гр. ТБПВ-21  
Коцюба В.П. – к.т.н., профессор каф. ТБПВ

На долю минеральной и питьевой воды приходится около 40% всего рынка безалкогольных напитков. Рынок питьевой и минеральной воды - один из самых быстрорастущих потребительских рынков в России, ежегодно он увеличивается на 30%. По прибыльности питьевая и минеральная вода стоят на втором месте после водки.

Высокой прибыльностью и популярностью минеральной воды в России воспользовались её производители из других стран, которые не жалеют средств на рекламу завозимых к нам напитков. Между тем в России, и в частности в Алтайском крае, есть все возможности для обеспечения своих жителей минеральной и питьевой водой самостоятельно. Только на территории Алтайского края существует более 12 типов лечебно-столовых минеральных вод.

Согласно исследованиям, на российском рынке питьевой и минеральной воды с переменным успехом доминируют западные компании, хорошо прижившиеся на российской земле: Coca-Cola Company (BonAqua), Nestle (Святой источник), PepsiCo (Aqua Minerale), грузино-ирландская компания Georgian Glass & Mineral Water Go.N.V (Боржом). На их долю приходится до 30% рынка. Россия повторяет западный путь, когда на национальном рынке известно 5-6 брендов, а остальные напитки знают в радиусе 50-60 км от места их происхождения.

Исследователи и маркетологи считают, что нельзя переносить данные анализа ситуации, сложившейся в целом по России, на «провинцию», так как размеры национальной выборки недостаточно велики, чтобы выделять локальные бренды. Соответственно, создается впечатление, что на рынке происходит борьба исключительно между международными и национальными марками, что не соответствует действительности. Так анализ рынка питьевой и минеральной воды в г. Ярославле, г. Вологде, г. Костроме и г. Новосибирске показал, что на рынках этих городов доминируют местные марки и низок уровень потребления воды относительно дорогих национальных брендов.

С целью выяснения ситуации на рынке питьевой и минеральной воды в г. Барнауле, в июне 2001 года аналитики компании «Синегорье» осуществили мониторинг розничной сети методом квотной выборки, в ходе которого было охвачено 89 торговых точек города Барнаула (рисунок 1). По мнению ряда экспертов, данные, полученные на основе мониторинга розничной сети достаточно хорошо коррелируют с реальной популярностью марок минеральной воды на рынке, так как спрос рождает предложения. Это делает возможным по данным мониторинга розничной сети города Барнаула с определённой долей вероятности судить о том, какую минеральную воду предпочитают барнаульцы. В этом маркетинговом исследовании была также учтена ёмкость бутылок, в которые разлита вода данной марки. Этот параметр весьма важен, так как чем больше разнообразие объёмов упаковки воды данной марки, тем более подходящей в различных ситуациях она будет для потребителя. Согласно этой диаграмме в 2001 минеральная вода BonAqua была бесспорным лидером как по встречаемости на прилавках киосков и магазинов, так и по разнообразию предлагаемых упаковок. Особо внимания заслуживает искусственно минерализованная вода местной марки «Боржом», стоящая на четвёртом месте по популярности. Её название нарушает «Закон о правах потребителя», запрещающий называть новую продукцию созвучно с уже зарегистрированными известным брендом. Такие марки минеральной воды как «Синегорье», «Студёная», «Дупленская», «Серебряный ключ», «Карачинская» формировали в 2001 году достаточно широкую, но не очень часто встречающуюся на прилавках группу местных минеральных вод. Это свидетельствует о том, что минеральные воды близкие по популярности сильно раз-

личались по качеству, известности в России и другим параметрам. Так уникальную лечебную минеральную воду «Нарзан» можно было увидеть на прилавках лишь незначительно чаще, чем искусственно минерализованную воду сомнительного названия «Борджоми». На рынке не было лидирующего местного бренда и, в целом, местные марки сильно уступали национальным.

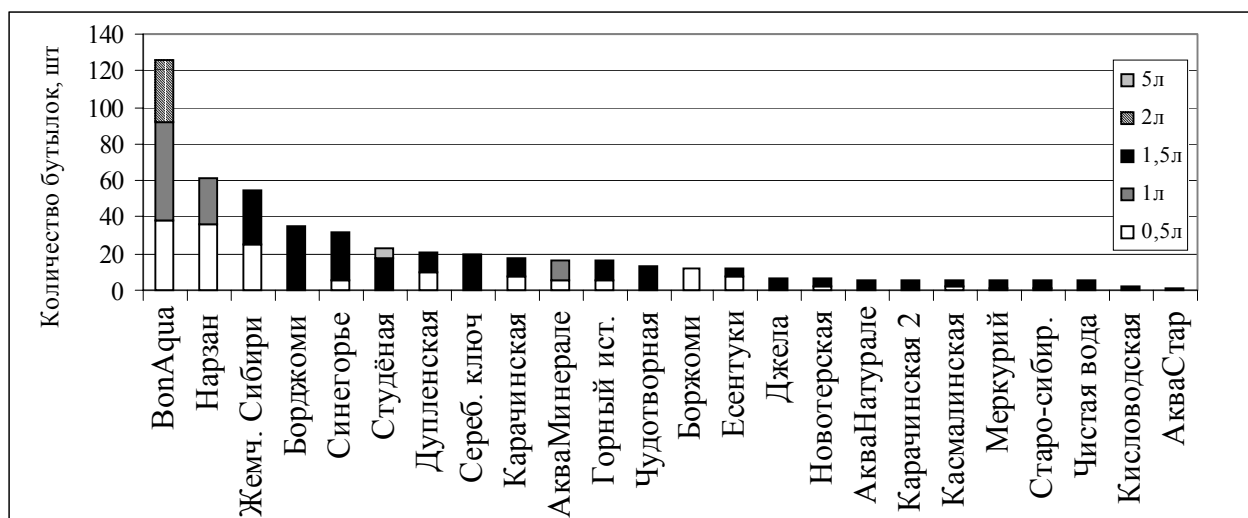


Рисунок 1 – Результаты мониторинга предложений на рынке питьевой и минеральной воды города Барнаула, 2001 г.

Для анализа динамики развития рынка минеральной воды в 2004 г. было проведено маркетинговое исследование розничной сети города Барнаула по методике рассмотренной выше, т.е. методом квотной выборки было рассмотрено 60 торговых точек (рисунок 2). За два года ассортимент минеральной и питьевой воды в г. Барнауле заметно вырос. На лидирующие позиции по популярности вышла местная минеральная вода «Касмалинская», в 2001 году находившаяся на одном из последних мест. На выставке «Алтайская Нива. Алтайагротех 2003» ЗАО «Волчихинский пивзавод» (Алтайский край, с. Волчиха) получил Медаль Алтайской ярмарки в номинации «Напитки» за стабильность высокого уровня качества минеральной воды «Касмалинская». Обращает на себя внимание и тот факт, что минеральная вода «Касмалинская» присутствует на прилавке магазина, как правило, в упаковке 0,5 л, 1 л и 1,5 л, что, несомненно, удобно для потребителей.

Минеральная вода VonAqua занимает второе место по популярности. Стоит заметить, что всё чаще в магазинах и в киосках эта вода позиционируется не как минеральная вода, а как безалкогольный напиток. Подобное отношение имеет под собой определённые основания. В отличие от подавляющего большинства минеральных и питьевых вод представленных на барнаульском рынке, VonAqua является искусственно минерализованной. Это хорошо иллюстрирует изменение отношения к искусственно минерализованной воде, произошедшее за два года.

Значительно упрочили свои позиции по сравнению с 2001 годом «Есентуки» и «Нарзан», выйдя на 3-е и 4-е место по популярности соответственно. Ряд местных брендов («Джела», «Серебряный ключ», «Студёная», «Карачинская», «Дулленская», «Синегорье») не только выдержали проверку временем, но и создали на рынке значительную прослойку местных марок, к ним же по частоте встречаемости в розничной сети примкнула «Боржоми», имеющая существенно более низкие показатели встречаемости, чем столь же известные по всей России «Нарзан» и «Есентуки». В группу наименее популярных минеральных вод входят национальные марки минеральной воды («Святой источник», «Черноголовка», «Валдай заповедник», «Нагутская», «Новотерская»), давно существующие на российском рынке, но не способные конкурировать в провинциальных городах с местными производителями, прежде всего, ввиду высокой цены на продукцию (около 30% стоимости воды составляют транспортные расходы). К этой же группе относятся местные марки лечебно-столовой и сто-

ловой минеральной воды недавно появившиеся на рынке, но уже успевшие, благодаря своим уникальным особенностям, зарекомендовать себя среди небольшого числа потребителей («Фтора-1», «Омская», «Алтайская», «Белокурихинская»).

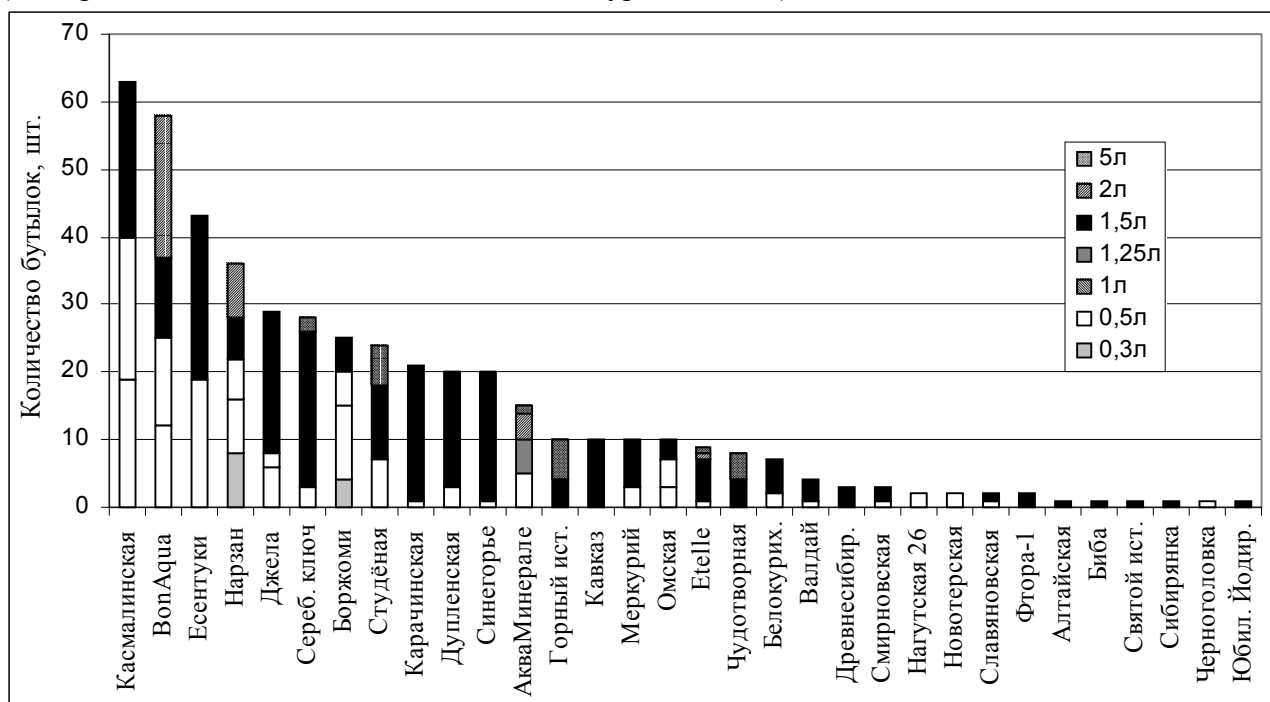


Рисунок 2 – Результаты мониторинга предложений на рынке питьевой и минеральной воды города Барнаула, 2004 г.

На основании результатов исследования можно сделать следующие выводы:

1. Основной тенденцией рынка питьевой и минеральной воды г. Барнаула является рост популярности отечественных марок минеральной и питьевой воды среди барнаульских потребителей. Во многом данный факт предпочтительности объясняется тем, что отечественные марки воды по цене гораздо дешевле продукции зарубежных компаний, а по качеству им не уступают. Причем минеральные воды, обладающие лечебно-профилактическими свойствами становятся более предпочтительными для барнаульцев. Эта тенденция совпадает с тенденциями, выявленными в других регионах России.

2. Следует отметить, что в г. Барнауле, в отличие от городов рассмотренных в начале статьи, процесс завоевания лидирующих позиций на рынке питьевой и минеральной воды местными производителями далёк от завершения. Можно сказать, что он только начинается, и рынок минеральной воды постепенно приобретает некую упорядоченную структуру.

3. Перспективным на данный момент является продвижение на рынке местных лечебно-столовых минеральных вод, таких как «Алтайская», «Серебряный ключ», «Омская». Их высокие лечебные свойства и низкая цена (из-за небольших транспортных расходов) позволят им успешно конкурировать с такими национальными брендами как «Есентуки» и «Нарзан», при условии увеличения объёмов производства и проведения интенсивной рекламной кампании.

4. Выполненный сравнительный анализ результатов мониторинга розничной сети г. Барнаула в 2001 и в 2004 годах планируется уточнить анализом объёмов продаж различных марок минеральных вод.

## О ПРИМЕНЕНИИ ЭТИКЕТИРОВОЧНЫХ КЛЕЕВ В БРОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Капанов Е.Н. – гл. технолог БЛВЗ  
Коцюба А.В. – инженер НИС  
Хайрулин Д.М. – инженер НИС  
Коцюба В.П. – к.т.н., профессор каф. ТБПВ

В настоящее время предприятиями броидильной промышленности (пивоваренные, винодельческие, ликероводочные заводы и др.) для наклеивания бумажных этикеток используются казеиновые клеи различных модификаций.

Практика показала, что при попадании бутылки с холодным содержимым в теплую (влажную) среду, на внешнюю сторону бутылки оседает конденсат. Эта водяная плёнка подмывает с нижней стороны свежую этикетку, и вымывает ещё не высохший клей. Чтобы этого не происходило, необходимо применять высоковязкий клей, обеспечивающий быстрое склеивание этикетки и повышенную устойчивость к конденсату.

Новейшие разработки клея серии «Протак» позволили получить более высокую базовую вязкость и скорость высыхания всех этикетировочных клеев, что позволяет использовать их на этикетировочных машинах с высокими скоростями. При этом эти клеи обладают высокой первоначальной схватываемостью, которая приводит к быстрой фиксации этикеточной бумаги на бутылке. Проблема конденсата у клеев новейшего поколения заметно уменьшается. Высыхание происходит зачастую ещё до того, как бутылки попадут на склад, и при этом образуется номинальная конденсатная плёнка.

Исследования, проведённые на ОАО «Барнаульский ЛВЗ» показали, что для казеиновых клеев важна зависимость отношения вязкости от температуры (рисунок 1).

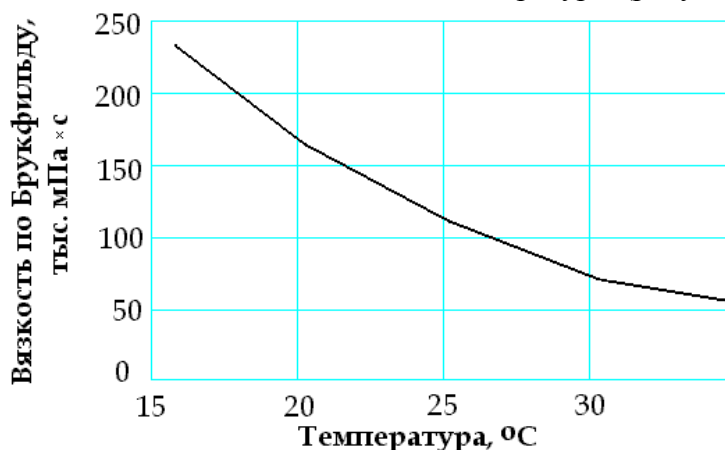


Рисунок 1 – Зависимость вязкости от температуры

При пониженной температуре клея (+10...+20 °C) его вязкость повышена, что в свою очередь влияет на начальное прилипание этикетки к бутылке. Под силой прилипания различают следующие понятия: сопротивление этикетки сдвигу по бутылке, силу схватывания клея (например, силу склеивания углов этикетки, особенно у горлышка). Вязкость казеинового клея уменьшается с повышением скорости сдвига, тогда как вязкость новых клеев остаётся практически одинаковой (рисунок 2).

При изменении регулировки расстояния между клеевым ракелем и клеевым валом от 0,1 мм до 0,12 мм происходит увеличение расхода клея примерно на 40%. Ещё большее расстояние – до 0,15 мм приводит к увеличению расхода клея примерно на 300% (рисунок 3). Увеличение расхода, также зависит от температуры (рисунок 4) и точности регулировки машины.



Рисунок 2 – Зависимость вязкости от степени смещения

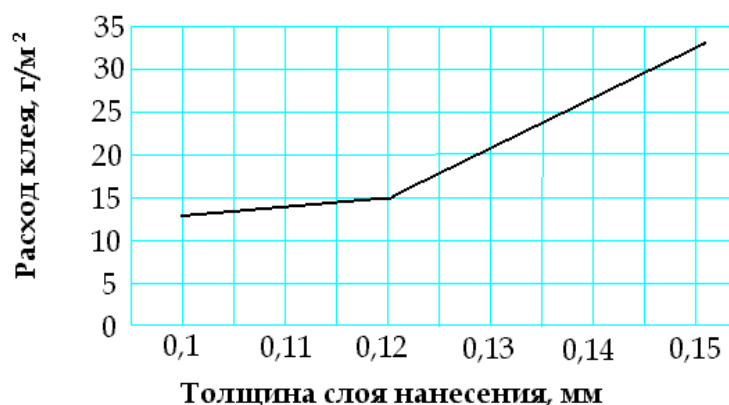


Рисунок 3 – Зависимость расхода клея от толщины слоя нанесения

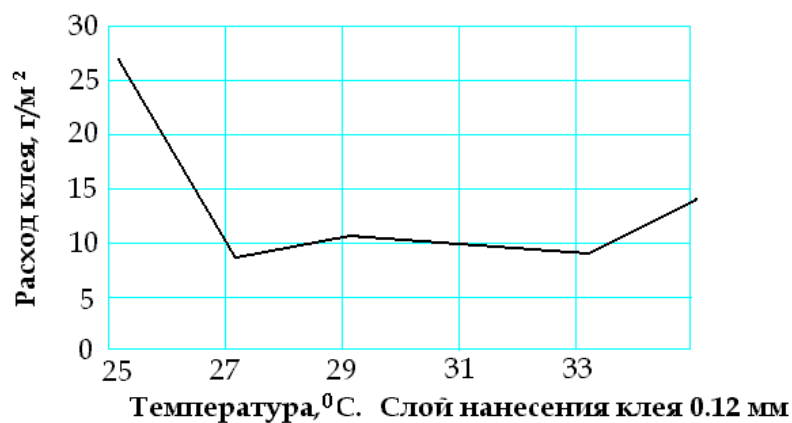


Рисунок 4 – Зависимость расхода клея от температуры (толщина слоя нанесения – 0,12 мм)

В результате промышленных испытаний разных сортов клеев можно сделать следующие выводы:

- для нанесения этикетки на ПЭТ тару и стеклотылку необходимо использовать разные клеи (с разными техническими характеристиками);
- для нанесения специальных акцизных марок наибольшую эффективность показали клеи марки «Кронес» и «Кастак 315 А». Эти клеи имеют более высокое содержание СВ и вязкость;
- для уменьшения расхода клея (в зависимости от его вязкости), необходима точная регулировка расстояния между клеевым ракелем и клеевым валом;
- для качественного нанесения этикета и акцизной марки необходимо использовать систему подогрева клея на этикетировочных автоматах. Особенно это важно в зимнее время.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ОБЪЕМА АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Коцюба А.В. – инженер НИС  
Хайрулин Д.М. – инженер НИС  
Капанов Е.Н. – гл. технолог БЛВЗ  
Коцюба В.П. – профессор каф. ТБПВ

В настоящее время на предприятиях алкогольной отрасли в соответствии с Федеральным законом «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции» (в редакции от 24.07.2002 №109 – ФЗ) осуществляется автоматизированный учет алкогольной продукции при её производстве с помощью измерительных систем «АЛКО» и «КСИП». Указанные измерительные системы автоматизированного (контрольного) учёта подлежат обязательной государственной поверке. В соответствии с утверждённой ВНИИМС методикой, периодическая поверка измерительных систем должна осуществляться в реальных условиях эксплуатации на предприятиях-производителях алкогольной продукции. Периодическая поверка измерительных систем «АЛКО», «КСИП» и др., заключается в определении относительных погрешностей структурных элементов, входящих в состав указанных систем, в том числе приборов объёмного учёта алкогольной продукции (расходомеров).

На рисунке 1 представлена схема поверочной установки, разработанной в АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Основными элементами установки являются: измерительная магистраль 2 с поверяемым расходомером 3, герметичная накопительная ёмкость 8 ( $V=400 \text{ дм}^3$ ) с воздухопускным устройством 6, поплавок 7 и мерным стеклом 5, а так же образцовый мерник 2-го разряда 9 ( $V=50 \text{ дм}^3$ ).

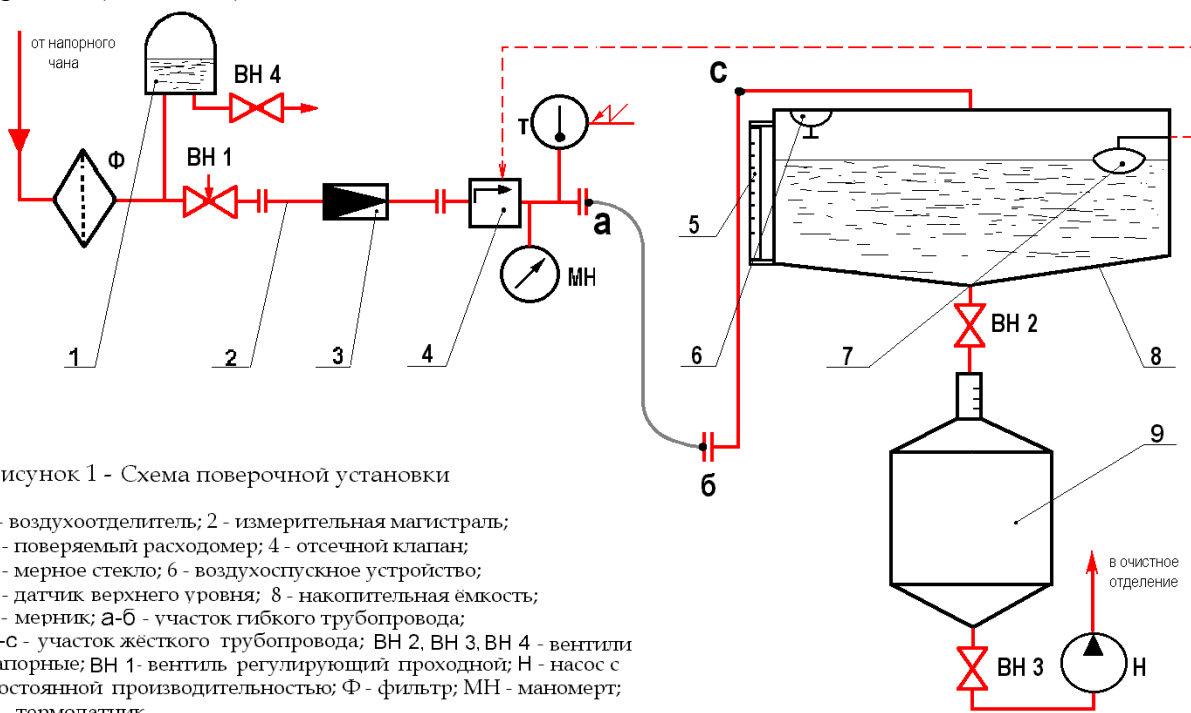


Рисунок 1 - Схема поверочной установки

1- воздухоотделитель; 2- измерительная магистраль;  
3- поверяемый расходомер; 4- отсечной клапан;  
5- мерное стекло; 6- воздухопускное устройство;  
7- датчик верхнего уровня; 8- накопительная ёмкость;  
9- мерник; а-б- участок гибкого трубопровода;  
б-с- участок жёсткого трубопровода; ВН 2, ВН 3, ВН 4- вентили запорные; ВН 1- вентиль регулирующий проходной; Н- насос с постоянной производительностью; Ф- фильтр; МН- манометр; Т- термодатчик.

Определение относительной погрешности измерения объёма алкогольной продукции электромагнитным расходомером, входящим в измерительную систему «АЛКО», «КСИП» и др., включает три этапа – подготовительный, рабочий и измерительный.

Подготовительный этап состоит в предварительной проливке алкогольной продукции через измерительную магистраль 2 накопительную ёмкость 8 и мерник 9 для установления регулируемым вентилем ВН 1 необходимого расхода, заполнения измерительной магистрали по всей её протяжённости, смачивания внутренних поверхностей накопительной ёмкости 8 и образцового мерника 9.



Рабочий этап начинается с фиксирования показаний расходомера при закрытом отсечном клапане 4 и вентилях ВН 2, ВН 3. Затем открывается отсечной клапан 4 и алкогольная продукция с предварительно установленным расходом поступает по измерительной магистрали 2 через расходомер 3 в накопительную ёмкость 8. Контроль температуры и расхода осуществляется в процессе всего рабочего этапа, установленными на измерительной магистрали термопреобразователем сопротивления Т и манометром МН. При заполнении накопительной ёмкости до установленного уровня, срабатывает датчик наполнения 7 и отсечной клапан 4 прекращает подачу, после чего фиксируют измеренное значение объёма (по расходомеру).

Измерительный этап состоит в определении действительного значения объёма в накопительной ёмкости 8 с помощью мерника 9 (в соответствии с руководством по эксплуатации мерника). При этом количество измерительных циклов мерника наполнение – снятие показаний – слив, зависит от объёма алкогольной продукции в накопительной ёмкости. После каждого слива из мерника алкогольная продукция подаётся насосом Н в очистное отделение предприятия производителя алкогольной продукции.

Относительная погрешность измерения объёма представленной установкой, определяется по формуле:

$$\delta_f = \frac{V_{из} - V_o}{V_o} \cdot 100,$$

где  $V_{из}$  - измеренный объём (по расходомеру);

$V_o$  - действительный объём (по мернику).

Представленная установка спроектирована в соответствии требованиям методик периодической поверки измерительных систем «АЛКО» и «КСИП» утверждённых ВНИИМС и отличается мобильностью, компактностью, удобством в эксплуатации.

Разработанная и изготовленная установка используется при поверке измерительных систем «АЛКО» и «КСИП» на предприятиях алкогольной отрасли Алтайского края.

## ВОДОСТОЙКОСТЬ СТЕКЛЯННЫХ БУТЫЛОК

Капанов Е.Н. - гл. технолог БЛВЗ

Коцюба А.В. – инженер НИС

Хайрулин Д.М. – инженер НИС

Коцюба В.П. – к.т.н., профессор каф. ТБПВ

Последние пять лет ОАО «Барнаульский ликероводочный завод» наращивает объем реализации своей продукции на экспорт. Для этого завод заказывает только новую стеклопосуду с поставкой в полиэтиленовой пленке, а мойку и ополаскивание осуществляет умягченной водой. Практика показала, что готовая алкогольная продукция, до отправки по контрактам, находится на складе длительное время (до трёх месяцев). При контрольных проверках, непосредственно перед отправкой, в продукции периодически обнаруживались посторонние включения, хотя при первоначальной проверке они отсутствовали. Обнаруженные включения представляли собой мелкие пластиночки, которые часто скатывались в трубочки, спирали и напоминали игольчатые кристаллы. Эти кристаллы сильно отражали свет, принимая вид мельчайших частичек стекла. При встряхивании содержимого они переходили во взвешенное состояние и медленно осаждались. Иногда наблюдались взвеси в виде мелких хлопьевидных частиц, которые коагулировались в более крупные взвеси. В связи с этим возникла срочная задача выявить состав посторонних включений и причины их появления.

Исследованиями было установлено, что частицы посторонних включений представляют собой гелеобразные неорганические вещества, состоящие преимущественно из гидратированных силикатов (прежде всего кальциевых и магниевых) и гидратированной кремниевой кислоты. В первом случае осадок нитеобразный, хлопьевидный, во втором - игольчатый. Та-

ким образом, выявлено, что включения появились в результате взаимодействия водно-спиртового раствора с внутренней поверхностью бутылки. Из литературных источников известно, что химическая стойкость стекла характеризуется сопротивляемостью его разрушающему действию вредных растворов, влажной атмосферы и других агрессивных сред. Так, например, механизм воздействия влаги на поверхность стекла состоит в следующем:

- адсорбация влаги на поверхность стекла;
- диффузия влаги в стекло;
- гидролиз растворимых силикатов в поверхностном слое и их разложение (результат – образование щелочи и высвобождение двуокси кремния);
- образование гидратированной мелкопористой кремнеземистой пленки, представляющей защитный слой в виде коллоидной гели незначительной толщины;
- при длительном воздействии влаги, дальнейшая её диффузия в стекло через защитную кремнеземистую плёнку, приводит к образованию более рыхлого грубого слоя и его неравномерному разрушению и отслаиванию. Одновременно щёлочь реагирует с углекислым газом из воздуха с образованием солей карбонатов кальция и магния (поверхность стекла становится матовой). В начальной стадии эти соли могут легко смываться водой, но по мере продолжения реакции образуются соли трудно смываемые водой.

На основании изложенного можно сделать вывод, что водостойкость бутылок зависит, в значительной степени, от состава стекла и технологии его изготовления. Любое нарушение технологии изготовления стекла приводит не только к явно выраженным дефектам изделий, но и ухудшению химической устойчивости. Отмечено, что при выдувании бутылок присутствует значительное количество натриевых паров, которые не способны улетучиваться через узкую горловину бутылки, в связи с чем, они конденсируются на внутренней её поверхности. Сконденсированные пары щёлочи вступают в реакцию с поверхностными слоями стекла, образуя пленку с высоким содержанием щелочей.

На водостойкость бутылок влияют условия хранения и вид упаковки. Так, хранение бутылок под открытым небом вызывает ускоренную коррозию бутылок за счет быстрого увеличения щелочей (хранение более 3-х месяцев влечёт увеличение свободных щелочей почти в 4 раза, а через 6 месяцев - в 7 раз). Водостойкость после 3-х месяцев хранения находится в верхних пределах, а через 6 месяцев не отвечает требованиям нормативной документации. В отапливаемом помещении хранение возможно в течение 6 месяцев без изменений, а через 12 месяцев количество свободных щелочей увеличивается в 2 раза (верхний предел водостойчивости). На стекольных заводах технологический процесс производства стеклотары происходит круглосуточно и, как правило, горячая бутылка сразу упаковывается в полиэтиленовую плёнку, такой процесс способствует испарению значительного количества влаги и при хранении этих упаковок создается, так называемый тепличный эффект, который ускоряет коррозию. При этом, в поврежденных пакетах значительно быстрее образуется налет на стеклотаре, чем в не повреждённых.

Необходимо также отметить, что причиной выпадения осадков могут оказаться и нарушения технологического регламента мойки и ополаскивания бутылок, а именно:

- более продолжительное время, чем необходимо по регламенту, происходит воздействие щелочи на бутылку. При этом даже при нормальной концентрации (1 - 4%) щелочи и температуре 60 °С бутылки окажутся предрасположенными к образованию хлопьев;
- плохое ополаскивание бутылок;
- воздействие горячего моющего раствора на внутреннюю поверхность бутылок, предрасположенных к коррозии или уже имеющих скорродированный слой. При этом снижается сцепление скорродированного слоя с не разрушенной основой стекла и ускоряется процесс выпадения осадков в спиртовых растворах.

Во избежания возникновения посторонних включений и осадков в спиртных напитках, разлитых в бутылки, разработаны предупредительные и дополнительные меры. Предупредительные меры должны изначально предотвратить появления коррозии внутренней поверхности бутылки. К ним можно отнести:

- закуп бутылок из стекла с высокой антикоррозийной устойчивостью;
- упрочнение внутренней поверхности бутылок;
- хранение бутылок в закрытых сухих складах, оставляя пространство для циркуляции воздуха и не складировать на цементный пол (исключить контакт бутылок с влагой);
- уменьшение срока хранения бутылок;
- исключение возможности нарушения упаковки;
- контроль за первоочередностью передачи бутылок для заполнения.

Дополнительные меры:

- контрольная проверка и выбраковка бутылок на водостойкость перед розливом продукции, особенно, если бутылки хранились на открытом складе;
- дополнительная обработка бутылок, предрасположенных к образованию осадка, одним из способов:
  - кислотной промывкой;
  - промывкой в горячем (90 °С) и сильном (8 %) либо разбавленном (менее 1 %) растворе щелочи;
  - промывкой в теплой воде ниже 35 °С.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ВОДНО-СПИРТОВЫХ РАСТВОРОВ КОСТОЧКОВЫМ УГЛЕМ КАУ-В

Капанов Е.Н. – гл. технолог БЛВЗ  
Бабич О.В. – студент гр. ТБПВ – 11  
Нагорнова О.В. – студент гр ТБПВ – 01  
Коцюба В.П. – к.т.н., профессор каф. ТБПВ

Для предприятий ликероводочной промышленности разработан и выпускается новый косточковый активный уголь КАУ–В с улучшенными технологическими и эксплуатационными показателями. В зависимости от способа промышленной очистки активный уголь КАУ–В выпускается двух видов:

- марка А – для очистки водно–спиртовых смесей в стационарном слое (колонке);
- марка Б – для очистки водно–спиртовых смесей жидкофазным способом пылевидный активный уголь).

Основные показатели названных марок приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Физические показатели угля КАУ–В

Наименование показателя	Марка угля		Метод испытания
	КАУ-А	КАУ-В	
1. Внешний вид	Зерна неправильной формы, серо-черного цвета без посторонних включений	Порошок черного цвета	Визуально
2. Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Фиксируется	-	По ГОСТ 18190
3. Адсорбционная активность по уксусной кислоте, мл, не менее	120	100	МИ 6-00209591-460-97
4. Суммарный объем пор по воде, см <sup>3</sup> /г, не менее	0,6	-	По ГОСТ 17219
5. Фракционный состав, массовая доля остатка на сите с диаметром отверстий, %			По ГОСТ 16187
3,6 мм, не более	2,5	-	
1,0 мм, не более	93,5	-	
менее 1,0 мм, не более	4,0	-	
6. Прочность, %, не менее	70	-	По ГОСТ 16188
7. Массовая доля золы, %, не более	8	10	По ГОСТ 12596
8. Массовая доля воды, %, не более	10	10	По ГОСТ 12597

Использование косточкового активного угля КАУ–В в стандартной колонке для обработки водно–спиртовых растворов, взамен угля БАУ–А, требует использования других технологических режимов из-за более высокой удельной поверхности сорбирующих пор и более высокой насыпной плотности. Их отработка проводилась в ходе промышленных испытаний на ОАО «Барнаульский ликероводочный завод».

В основу отработки режимов ведения технологического процесса на стандартных угольных колонках были положены два качественных показателя водки – содержание альдегидов и сивушных масел, которые определились органолептическим и приборным методами. При отработке учитывались следующие особенности процесса:

- очистку от сивушных масел обеспечивает объем сорбционного пространства микропор активного угля;

- высокая каталитическая способность (адсорбция уксусной кислоты – тест Ошмяна) приводит к образованию альдегидов. Одновременно часть альдегидов окисляется до кислот, которые при взаимодействии со спиртом переходят в эфиры, придавая вкусовые качества водке;

- чем ниже скорость процесса, тем лучше сорбируются сивушные масла, но происходит рост концентрации альдегидов. Поэтому при повышении концентрации альдегидов необходимо увеличивать скорость процесса обработки поэтапно на 10...15% до тех пор, пока показатель не будет в норме; при понижении сорбции сивушных масел необходимо скорость процесса обработки уменьшать также поэтапно на 10...15%, при этом необходимо вести контроль по альдегидам, чтобы их возрастание не превышало норму.

На основании результатов промышленных испытаний рекомендуется следующий технологический процесс обработки сортировки в стандартной колонне (диаметр - 0,7 м, высота - 4,2 м), снаряженной активным углем КАУ–В:

- загрузка активного угля в колонку - 500...600 кг;

- промывка активного угля умягченной водой сверху вниз из расчета 5...6 объемов на колонку;

- слив воды;

- заполнение колонки сортировкой и выдержка в течение суток;

- слив сортировки с колонки, подача сортировки в колонку с выходом на скорость фильтрации 130...140 декалитров в час;

- вывод колонки на рабочий режим (средняя скорость фильтрации - 60...70 декалитров в час). Время вывода по альдегидам составляет 2...3 часа, а объем пропущенной сортировки - в пределах 300 декалитров.

При снижении качества обработанной сортировки ниже требуемых характеристик производится регенерация колонки паром при тех же условиях, как и на колонке, снаряженной активным углем БАУ–А.

Ресурс работы колонки определялся по степени отработки активного угля. Для колонки, снаряженной активным углем КАУ–В (марка А) он в 2...3 раза выше, чем, загруженной активным углем БАУ–А.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУХИХ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРКОВОЙ МАССЫ

Кольтюгина О.В. ст. преподаватель каф. ТПП

Щетинин М.П. д.т.н., проф. каф. ТПП

Филимонова Е.Ю. к.т.н., доцент каф. ТПП

Структура питания населения России в последние годы существенно изменилась. Значительно снизилось потребление пищевых продуктов животного происхождения, являющихся основным источником белка и жира. Мировые тенденции в области питания связаны с созданием продуктов, способствующих улучшению здоровья при ежедневном употреблении и

получивших название функциональные. В настоящее время в условиях рынка при производстве продуктов питания наибольшее распространение получили такие функциональные компоненты, как пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, антиоксиданты, олигосахариды, микроэлементы, бифидобактерии.

Учитывая концепцию политики России на период до 2005 г в области здорового питания населения, одним из важнейших направлений является разработка функциональных продуктов, использование в питании населения растительных масел и жиров.

Мировой рынок потребления растительных жиров и масел развивается вполне благоприятно, что обусловлено стабильным спросом на эти продукты. Ситуация на рынке жиров и масел растительного происхождения формирует и характер их потребления.

В настоящее время практически все ведущие европейские предприятия для получения недорогих, полезных продуктов, улучшения их качества и расширения ассортимента используют растительные жиры и масла.

В последние годы были сделаны фундаментальные находки, изменившие взгляды на здоровое питание людей. Известно, что роль жиров в организме человека очень значима. В то же время ни один из природных жиров не является идеальным по своему составу и свойствам.

Медицинские исследования, проведенные в России в последние годы, показали, что с одной стороны, в питании населения снизилось потребление пищевых источников энергии и белка, с другой – из-за нарушения обмена веществ многие страдают ожерением. Кроме того, в питании населения отмечен недостаток полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), а также дефицит жизненно важных витаминов, макро- и микроэлементов.

Накоплено достаточно материала о высокой эффективности биологически активных добавок, содержащих фосфолипиды.

Дефицит пищевых волокон (ПВ) в рационе питания населения обуславливает необходимость обогащения ими различных продуктов, в том числе молочных. Источником ПВ служат продукты растительного происхождения – зерновые культуры, овощи, фрукты. О терапевтической направленности, полезности и медикобиологических аспектах применения пищевых волокон имеется обширная информация.

Молоко – один из самых ценных продуктов питания человека. По пищевой ценности оно может заменить любой продукт, но ни один продукт не заменит молоко.

Молоко содержит все необходимые для питания человека вещества – белки, жиры, углеводы, которые находятся в сбалансированных соотношениях и очень легко усваиваются организмом. Кроме того, в нем содержатся многие ферменты, витамины, минеральные вещества и другие важные элементы питания, необходимые для обеспечения нормального обмена веществ.

Особую ценность представляют белки – наиболее важные в биологическом отношении органические вещества. Некоторые аминокислоты легко образуются в организме из других кислот, но есть и такие, которые должны поступать с пищей. Недостаток в пище даже одной незаменимой аминокислоты приводит к нарушению обмена веществ в организме человека.

По содержанию незаменимых аминокислот белки молока относятся к белкам высокой биологической ценности. Особенно богаты незаменимыми сывороточные белки молока которые содержат больше по сравнению с казеином лизина, триптофана и некоторых других аминокислот. Количество многих незаменимых аминокислот в них значительно выше не только по сравнению с белками растительных продуктов, но и с некоторыми белками мяса и рыбы.

Большое значение в питании человека имеет молочный жир. Жиры являются источником энергии и выполняют многообразные функции в организме человека. Биологическая ценность жиров определяется, в первую очередь, наличием в них ПНЖК (линолевой, линоленовой и арахидоновой). Их содержание должно постоянно составлять от 4 до 6 % энергетической ценности. При этом очень важно, чтобы соотношение ПНЖК семейств омега-6 и омега-3 в рационе здорового человека составляло 10:1. Результаты мониторинга за фактиче-

ским питанием населения свидетельствует о том, что реально эти ПНЖК поступают в организм в соотношении от 10:1 до 30:1. Эти жирные кислоты не синтезируются в организме человека, при их недостатке нарушаются процессы обмена веществ. Линолевая и линоленовая кислоты имеются в большом количестве в растительных жирах, арахидоновая – преимущественно в животных.

Молочный жир содержит недостаточное количество ПНЖК. Однако при употреблении 0,5 л молока покрывается около 20 % суточной потребности человека в этих кислотах. Присутствие в молочном жире значительных количеств фосфолипидов и витаминов (А, D, Е) повышает его биологическую ценность. Кроме того, молочный жир, по сравнению с другими жирами, лучше усваивается организмом человека.

Традиционный российский продукт – творог, в последнее время получил распространение и в странах Европы. Творог представляет собой белковый кисломолочный продукт, получаемый в результате сквашивания молока с последующим удалением сыворотки. Эта характеристика творога как продукта не исчерпывает всех особенностей его, но она является наиболее распространенной и общепринятой, так как, несмотря на широкий ассортимент творога и различные способы его производства, основным признаком, характеризующим творог, безусловно, нужно считать большое содержание в нем белка.

Составом творога обуславливается его огромное значение в питании человека. Творог считается продуктом универсального применения, так как он отличается высокой усвояемостью.

Согласно современным представлениям науки о питании, творог как белковый продукт, имеет большое значение для сбалансированного питания людей.

Белки вообще, и молочные в особенности, играют незаменимую роль в жизнедеятельности человека. Они входят в состав всех клеток организма, содержатся в ферментах, гормонах, иммунных телах.

Минеральные вещества, содержащиеся в твороге, необходимы для образования костной ткани организма. Особая роль принадлежит кальцию и фосфору. Кальций способствует нормальной деятельности сердечной мышцы и центральной нервной системы, а также выведению жидкости из организма. Фосфор требуется нервной системе и мозгу, а также костным тканям.

Жир, входящий в состав творога, также очень важен для рационального питания людей. Он восполняет энергетические затраты организма и входит в состав многих структурных частей тела человека.

Питание всегда было и остается существенным фактором, оказывающим постоянное влияние на состояние его здоровья. Поэтому предъявляются повышенные требования к качеству пищевых добавок, которые широко используются в новых технологиях.

Пищевые добавки служат для придания готовому продукту привлекательности внешнего вида, более насыщенного вкуса и аромата.

Основной группой веществ, определяющих внешний вид, считаются пищевые красители. С гигиенической точки зрения среди красителей, применяемых для окраски продуктов, особое внимание уделяется синтетическим. Многие из них не желательны в использовании, поэтому особый интерес представляют натуральные красители, которые обладают меньшей токсичностью.

При оценке потребительских качеств пищевых продуктов, первостепенное значение играет их вкус и аромат. Известно, что вкусовые и ароматообразующие компоненты пищи улучшают пищеварение.

В пищевой промышленности аромат является одним из важных факторов, определяющих популярность того или иного продукта на современном рынке. Кроме того, в широком смысле слово «аромат» часто означает вкус и запах продукта.

Все большее распространение получают натуральные ароматические вещества. Сфера использования искусственных ароматизаторов становится более ограниченной.

Облепиха – ценная поливитаминная культура. Плоды облепихи богаты витаминами, органическими и минеральными веществами.

Авторами обнаружено в сибирской облепихе 16,2 % сухих веществ в том числе, сухие вещества семян составляют 9,7% мякоти 6,5 %. Плоды содержат 3,4 % сахаров, 2,83 % органических кислот – 90 % из которых приходится на яблочную кислоту.

Значительное внимание исследователями уделено изучению химического состава липидного комплекса, играющего важную роль в лечебной характеристике масла. По данным В.А.Девятнина и Д.А.Ободовской плоды различных форм облепихи содержат: масла от 2,7 до 7,8 %; 100 г плодов накапливают витаминов – аскорбиновой кислоты от 16,9 до 272,0 мг, тиамина от 0,016 до 0,035 мг, рибофлавина от 0,037 до 0,056 мг, фолиевой кислоты 0,79 мг, токоферолов до 8 мг, каротина 1,1-10,9 мг.

По литературным данным, масло семян является хорошим источником непредельных жирных кислот – линолевой, линоленовой, относящихся к семействам кислот омега-6 и омега-3 и являющихся незаменимыми. Кроме того, в масле семян более высокое, чем в масле мякоти, содержание биологически активной стериновой фракции и достаточно высокая Е-витаминность.

Порошок, полученный из сухих плодов облепихи, можно назвать комбинированной пищевой добавкой, так как при внесении его в продукт он придает специфический цвет, аромат и вкус, свойственный свежим плодам. При этом продукт получается с новыми качествами, отличными от исходного.

Каротин, придающий оранжевую окраску плодам облепихи, используется как краситель. Токоферол и каротин являются антиокислителями. Органические кислоты, содержащиеся в большом количестве в плодах, могут служить регуляторами кислотности. Ароматические вещества придают специфический вкус и аромат свойственный облепихи.

На кафедре «Технологии продуктов питания» Алтайского государственного технического университета им. И.И.Ползунова ведутся исследования, направленные на изучение возможности использования сухих плодов облепихи при производстве сырковой массы.

Сырковая масса это белковый продукт, вырабатываемый из творога, подвергнутый измельчению, растиранию с добавлением вкусовых и ароматических веществ.

В качестве основы, для получения сырковой массы, служит творог, полученный раздельным способом. Готовый творог протирается до однородной гомогенной массы, в которую по рецептуре добавляются сливки и сахар. На следующей стадии процесса вносятся сухие плоды облепихи измельченные или без косточки в количестве от 3 до 6 %.

При органолептической оценке полученные образцы оценивались по внешнему виду, запаху и вкусу. Сырковая масса с добавлением: измельченных плодов облепихи стала оранжевого цвета; целых плодов без косточки окрасилась только вокруг частиц облепихи. Запах и вкус, исследуемые образцы приобрели свойственный свежим плодам.

## СЫЧУЖНЫЙ СЫР С УСКОРЕННЫМ СРОКОМ СОЗРЕВАНИЯ

Стурова Ю.Г. – аспирант кафедры ТПП

Белов А.Н. – к.т.н., зав. лаб. «Биохимия» СибНИИС

Щетинин М.П. – д.т.н., профессор каф. ТПП

В последние годы в сыродельной промышленности страны произошли большие изменения, которые существенным образом затронули экономику сыродельных предприятий. Изменились взаимоотношения заводов с поставщиками сырья, а также появились новые виды продукции. Особенно это характерно для предприятий, расположенных в Сибири. Алтай является одним из крупнейших в России производителей твердых сычужных сыров, так в 2003 году на заводах края было произведено сыров с высокой температурой второго нагревания – 3008,8 тонн, с низкой температурой – 18887,8 тонн. Из приведенных данных следует, что на Алтае в основном выпускаются сыры с низкой температурой второго нагревания, время со-

зревания которых колеблется от 45 до 75 суток. Это не выгодно предприятию т.к. приводит к замораживанию денежных средств, чем ухудшает его экономическое состояние, которое вдобавок ко всему усугубляется выраженной сезонностью выработки сыра.

Следовательно, проблема ускорения срока созревания сыров наиболее актуальна на сегодняшний день. Получение сыров с ускоренным сроком созревания при сохранении всех органолептических показателей продукта позволит предприятию сгладить сезонность, увеличить объемы производства сыров данного типа, расширить ассортимент и тем самым улучшить свои экономические показатели.

Регулировать процесс созревания сыра можно при помощи биотехнологических методов, и при помощи технологических параметров: температура нагревания и продолжительность обработки сырного зерна, режимы созревания молока, режимы формования и прессования сырной массы, степень посолки сыра и температуры, при которой сыр созревает. Оптимизация технологических параметров при выработке твердых сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания, является наиболее экономически выгодным направлением сокращения срока созревания сыров.

Ранее было доказано, что сыры с ускоренным сроком созревания с низкой температурой второго нагревания можно получать при использовании специальных бактериальных заквасок и регулировании технологических параметров производства сыра. Так при использовании бактериальных заквасок включающих штаммы молочнокислых стрептококков с высокой липазной и слабой фосфолитической активностями, способствуют улучшению органолептических показателей сыров. Отмечается, что такая микрофлора одновременно с активизацией процессов гидролиза триацилглицеридов и накоплением продуктов их ферментации усиливает протеолитические процессы. Использование термофильных молочных палочек активизирует процесс гидролиза белка в созревающем сыре. При этом содержание общего растворимого азота в месячном сыре повышается на 13,9%, не белкового растворимого азота на 12,9%, а аминного азота на 14,5%. Из этого можно сделать вывод, что использование бактериальных заквасок приводит к получению высококачественного продукта с ускоренным сроком созревания.

Учитывая выше сказанное, в нашей работе по получению твердого сыра с сокращенным сроком созревания была использована технологическая схема с применением сычужного фермента «Алтазим», бактериального препарата № 4 (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc cremoris*), и пропионовокислых бактерий. Температура второго нагревания составляла 39<sup>0</sup>С. Во время постановки сырного зерна была использована ранее подтвержденная, исследователями, гипотеза о необходимости регулирования молочнокислого процесса при выработке сыров с низкой температурой второго нагревания путем раскисления сыворотки посредством добавления воды – не более 10% от количества перерабатываемого молока в момент обработке сырного зерна. Сыры, выработанные, без использования воды имели кислый вкус, удовлетворительную консистенцию и мелкий рисунок.

Формование сыра было выполнено в пласте. Прессование сыра было реализовано без нагрузки (самопрессование), с одиннадцатью перепрессовками (7 из которых каждые 15 минут, остальные 4 каждые 30 минут).

Перед тем как отправить сыры на посолку и созревание они помещались в камеру созревания с условиями содержания – 30<sup>0</sup>С и влажностью 100%. Благодаря этому мы уменьшали активную кислотность до 5,3 – 5,4 рН.

Следует весьма серьезно относиться к уровню посолки сыра. Учеными доказано, что увеличение концентрации соли в сыре сдерживает активность микробиологических и биохимических процессов, то есть замедляет процесс созревания. В наших опытах посолка сыра происходила в рассоле с содержанием соли – 1,5% в течение 15 часов.

Созревание сыра проводилось в термокамере, при температуре 28<sup>0</sup>С, в течение пяти суток. Дальнейшее созревание сыра проходило при стандартных условиях, в камере созревания.



ния, при температуре 20°C. Таким образом, мы вынуждали работать бактерии более интенсивно, для того чтобы уменьшить срок созревания сыра.

Применение названных биологических препаратов и оптимальных режимов посолки позволяют сократить продолжительность созревания сыра. При этом происходит улучшение качества продукта и в нем активно происходит процесс накопления вкусовых и ароматических веществ.

## ТЕХНОЛОГИЯ МОРОЖЕНОГО СО ЗЛАКОВЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

Писарева Е.В. – аспирант каф. ТПП  
Щетинин М.П. – д.т.н., профессор каф. ТПП  
Мелешкина Л.Е. – к.т.н., доцент каф. ТПП

Молоко и молочные продукты относятся к наиболее распространенным продуктам питания, входя в состав рационов всех категорий населения. Это объясняется уникальным составом и свойствами молока, а также возможностью вырабатывать из него большое количество разнообразных продуктов питания. Вследствие содержания необходимых человеку пищевых веществ в легко доступной для усвоения форме, молоко занимает особое место в питании детей, а также пожилых людей.

Молоко является хорошей основой для создания комбинированных продуктов. Академик Н.Н. Липатов указывает, что комбинирование достигается двумя способами. Первый из них заключается в добавлении в молочные продукты сырья растительного и животного происхождения. Второй способ заключается в добавлении молочных ингредиентов в сырье растительного и животного происхождения.

При создании комбинированных молочных продуктов необходимо стремиться к корректировке их жирнокислотного, аминокислотного, витаминного и минерального состава, а также придавать продуктам лечебно-профилактические свойства за счет включения в их рецептуру биологически активных веществ.

В последнее время на мировом и отечественном рынке наряду с традиционными молочными продуктами все чаще появляются комбинированные продукты на основе молочного и растительного сырья. Это объясняется тем, что молочное сырье является хорошей основой для создания комбинированных продуктов с регулируемым составом и заданными свойствами.

Большие перспективы при создании таких продуктов открываются при использовании потенциала злаковых культур. Например, предлагается использование злакового наполнителя из проросшего зерна ржи, который характеризуется высоким содержанием биологически ценных веществ, таких как незаменимые аминокислоты, витамины, микро- и макроэлементов.

Применение злакового наполнителя особенно актуально в условиях современной экологической обстановки, когда рацион питания человека должен в обязательном порядке содержать биологически активные вещества, повышающие устойчивость организма к неблагоприятным условиям окружающей среды. Благодаря своему составу, злаковый наполнитель при его регулярном употреблении нормализует деятельность желудочно-кишечного тракта. Наличие целлюлозы усиливает перистальтику и увеличивает выведение холестерина из организма. Кроме того, ряд исследований показывает, что пищевые продукты, богатые целлюлозой обладают радиопротекторным действием и рекомендуются для употребления в регионах с повышенным радиационным фоном.

Учитывая ценные свойства и доступность получения злакового наполнителя из проросшего зерна ржи изучена возможность создания комбинированных продуктов с его добавлением.

Цель работы состояла в изучении возможности использования полученного злакового наполнителя при производстве мороженого. При этом при обогащении мороженого добав-

ляются те микронутриенты, дефицит которых наиболее распространен (пищевые волокна, витамины группы В, железо, селен). Таким образом, расширение исследований по разработке технологии обогащения мороженого весьма актуально.

Авторами разработана технология производства нового вида мороженого со злаковым наполнителем из проросшего зерна ржи. Схема технологического процесса производства данного вида мороженого представлена на рисунке 1.

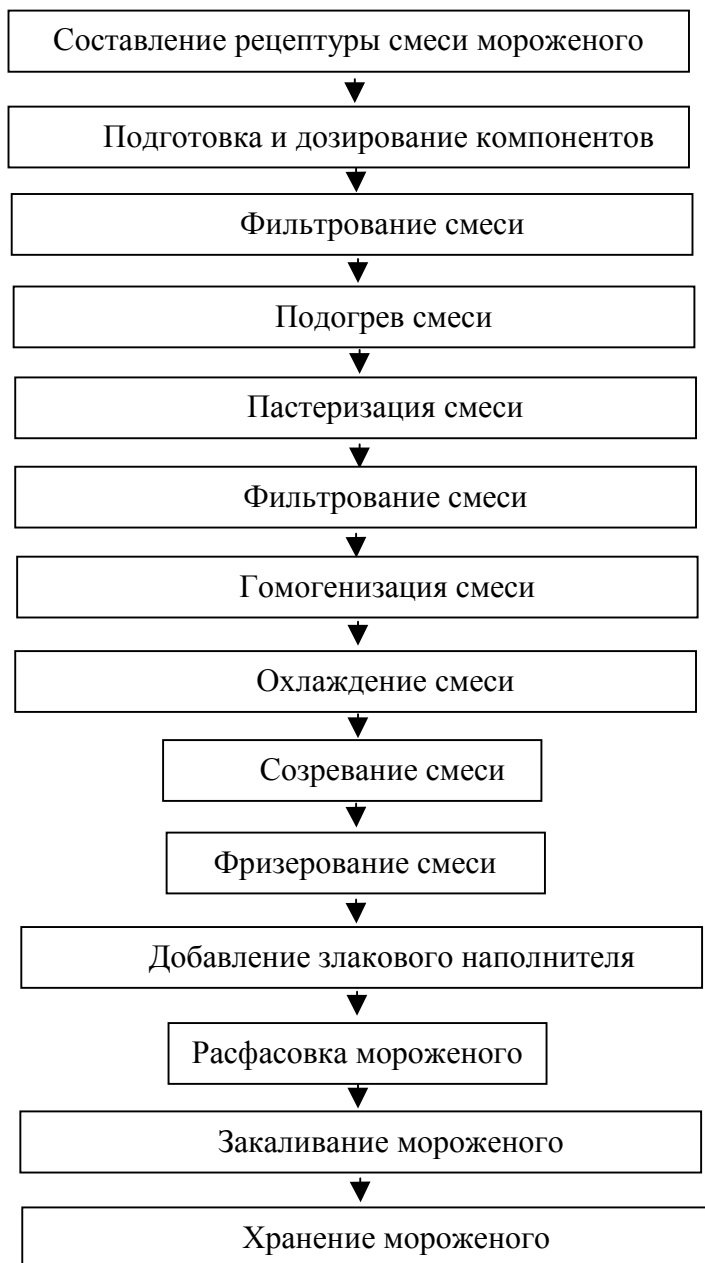


Рисунок 1 – Технологическая схема производства мороженого со злаковым наполнителем

Приготовление смесей начинают с расчета рецептур, которые учитывают наличие того или иного сырья, его качество и состав. Правильный расчет рецептур в сочетании с точными анализами сырья и смеси позволяет избежать выпуска мороженого нестандартного состава.

Технологический процесс приготовления смеси для мороженого включает подготовку и смешивание сырья. Для удаления из смеси нерастворившихся комочков сырья ее фильтруют и после растворения компонентов, и после пастеризации.

Пастеризацию смеси, в которой в качестве стабилизатора так используется пшеничная мука, осуществляют при температуре от 85 до 95°C с различной продолжительностью выдержки в зависимости от конструкции пастеризатора.

Гомогенизацию проводят для раздробления жировых шариков, чтобы уменьшить их отстаивание при хранении и укрупнение при фризеровании смеси. Смесь гомогенизируют при температуре близкой к температуре пастеризации, не допуская охлаждения. Для сливочной смеси рекомендуемое давление гомогенизации при использовании одноступенчатого гомогенизатора от 10 до 12 МПа.

Сразу после гомогенизации смесь охлаждают до температуры от 2 до 6°C с целью создания неблагоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов.

Охлажденную смесь направляют в емкости, температура смеси в которых составляет от 4 до 6°C, при этом смесь можно хранить не более 24 часов при соблюдении санитарно-гигиенического режима.

Фризерование – основной процесс производства мороженого, при осуществлении которого происходит частичное замораживание и насыщение смесей воздухом, которые в продукте распределяются в виде мельчайших пузырьков. Температура мороженого на выходе из фризера составляет от минус 3,5 до минус 5°C.

Смесь после фризерования поступает на фруктопитатель, где происходит введение злакового наполнителя и получение готового мороженого со злаковым наполнителем.

Закаливание следует проводить в максимально короткий срок для того чтобы приблизить температуру мороженого к минус 18°C.

Далее готовое мороженое упаковывается и поступает в склад на хранение.

Выпуск данного вида мороженого позволит расширить ассортимент и одновременно удовлетворить потребителя мороженым, конкурентоспособным по цене, потребительским и лечебно-профилактическим свойствам.

## ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПРЕССОВАНИЯ И СОЗРЕВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОНСИСТЕНЦИИ СЫЧУЖНОГО СЫРА

Хавров Я.В. – аспирант каф. ТПП

Щетинин М.П. – д.т.н., профессор каф. ТПП

Сырная масса представляет собой дисперсную систему, состоящую из сырных зерен и межзерновых каналов. Каналы заполнены гомогенной жидкостью – сывороткой. В физико-химическом отношении сырная масса неоднородна и не стабильна во времени.

При прессовании сыра несколько процессов накладываются друг на друга: механическое уплотнение массы за счет выжимания влаги из пространств между отдельными зёрнами; сырные зёрна под действием внешней сжимающей нагрузки смещаются относительно друг друга и деформируются, образуя компактную систему. Из них удаляется сыворотка, которая по межзерновой капиллярной системе движется от внутренних слоев массы к поверхности, вынося с собой теплоту и тем самым, обогревая поверхностные слои сырной массы. Одновременно происходит пластическое течение сырных зерен – в результате деформации сдвига их масса стремится заполнить свободные от сыворотки микро и макрополости.

Прессование – один из основных этапов технологического процесса в производстве сыра. В отличие от других дисперсных продуктов сырная масса, как объект прессования, обладает аномальной особенностью – она способна в силу наличия внутренних аттракционных сил самоуплотняться, причем этот процесс не заканчивается во время прессования, а еще продолжается при последующей посолке и созревании сыра.

Режимы прессования и созревания, использованные в ходе исследований, устанавливались согласно рекомендациям, данным учеными, ранее занимавшихся вопросами прессования твердых сычужных сыров. Прессование проводилось с использованием перфорированных форм. Для более равномерного распределения сыворотки в сырном монолите, а также для получения, в дальнейшем, более однородной структуры, в технологическом процессе

использовали стадию самопрессования в течение 1 часа после формования. Нагрузка при прессовании увеличивалась постепенно, и совершалось 3 перепрессовки, продолжительность прессования составила 20 часов. Режимы посолки и созревания сыра были выдержаны по технологии получения голландского сыра.

Давление на сырную массу при прессовании лучше устанавливать, учитывая площадь поверхности верхнего полотна сыра или площадь пласта сырной массы, а не необходимое усилие прессования из расчета на 1 кг сырной массы.

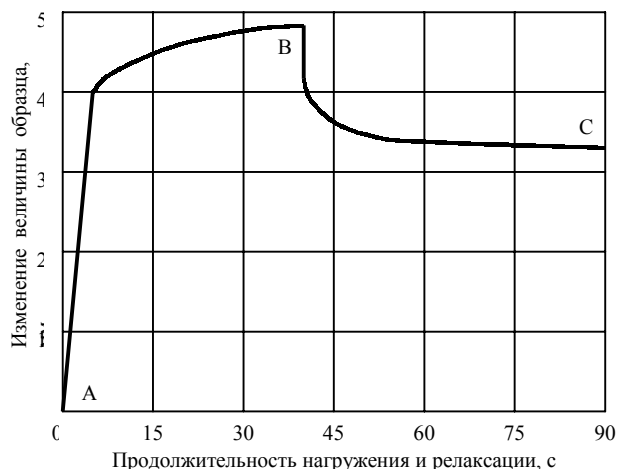


Рисунок 1 - Реограмма деформации и релаксации 10 мм образца сыра после процесса прессования. АВ – деформация; ВС - релаксация

Проведя предварительные опыты можно предположить, что анизотропия свойств по объему головки сыра после прессования зависит не от неравномерности распределения напряжений в сыре, а от неравномерного распределения влаги по объему головки. Сыворожке выделившейся из сырных зерен центральных слоев головки, необходимо пройти больший путь, чем сыворожке из зерен поверхностных слоев, согласно этому поверхностный слой обезвоживается более интенсивно, чем внутренние слои головки. Еще одним, не мало важным, фактором в этом процессе является тот факт, что сыр за весь процесс остывает по объему не равномерно.

Для получения, каких либо выводов было проведено несколько опытов по всему объему сырного монолита из различных выработок.

При увеличении продолжительности прессования возрастает прочность коркового слоя сыра. Это следует из увеличения максимального усилия, при котором происходил прорыв коркового слоя.

Особенно важное значение при прессовании сырной массы следует уделять плотности подкоркового слоя, так как здесь наиболее вероятно присутствие газовых пузырьков, а также сыворожки, что может явиться причиной пороков сыра при созревании. На такой показатель, как выяснилось, оказывает влияние процесс самопрессования и дальнейшего применения перепрессовок во время прессования.

Анализ изменений плотности сырной массы при прессовании позволяет заключить, что увеличение продолжительности прессования сыра в пласте оказывает положительное влияние на получение более однородной структуры.

Также в ходе исследований были проведены эксперименты по деформации и релаксации образцов и на основании их были получены реограммы (рисунок 1) иллюстрирующие данный процесс. Данные исследования проводились в условиях приближенных к условиям процесса пережевывания пищи, для дальнейшего улучшения оценки качества сыров при органолептической дегустации.

Созревание сыра – конечный этап в технологическом процессе получения сыров, где в основном происходят процессы без какого либо механического воздействия на продукт.

В процессе созревания нас интересовали в основном твердость коркового слоя и модули упругости сжатия и восстановления сыра. Данные фиксировались на следующих стадиях получения сыра: сыр после посолки; сыр после холодной камеры, сыр после теплой камеры, зрелый сыр. Для снятия показаний использовались пенетрометр AP 4/1 и дефометр.

При исследовании было выявлено, что наименьшее значение твердости коркового слоя имеет свежееотпрессованный сыр. В процессе созревания твердость коркового слоя увеличивается и достигает максимума после нахождения сыров в холодной камере. После пребывания сыра в теплой камере и до конца созревания твердость коркового слоя сыра снижается (рисунок 2). При этом величина этого показателя в значительной степени определяется свойствами сырного зерна.

Модуль упругости сжатия и модуль упругости восстановления сыра наибольших значений достигают после первого этапа созревания в холодной камере. При созревании сыров в теплой камере значения исследуемых параметров уменьшаются. Сырная масса становится более эластичной.

Следует отметить, что вначале созревания сырная масса исследуемых сыров восстанавливала первоначальные размеры только на 90%, то к концу созревания упругие свойства сыров выражаются более характерно.

В результате исследований, на основе которых написана статья, будет сконструирован прибор позволяющий определить реологические свойства продукта на различных стадиях производства сыра, что в свою очередь позволит обеспечить управление процессом

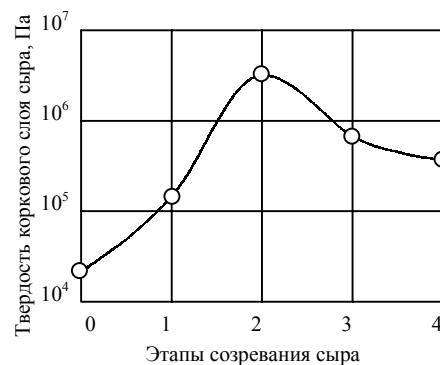


Рисунок 2 - Твердость коркового слоя сыра в процессе созревания: 0-свежееотпрессованный сыр; 1-сыр после посолки; 2-сыр после холодной камеры; 3-сыр после теплой камеры; 4-зрелый сыр

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЫЛЕОЧИСТКИ В КОМБИНИРОВАННОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ЦИКЛОНЕ (КГЦ)

Юшков Д.В. – студент гр. МАПП-02  
Игуменов С.О. - инженер НИС  
Гаркуша Н.Н. - доцент. каф. МАПП

Для предотвращения возникновения пожароопасной ситуации на каждом предприятии пищевой индустрии установлена система вентиляции и пылеулавливающих устройств.

Используемые циклоны БЦ, УЦ и т.п. не соответствуют требованиям эффективности пылеочистки, несмотря на приемлемую надежность и невысокие эксплуатационные расходы. Нормами проектирования предусматривается использование тканевых фильтров Г4-1БФМ и РЦИ, которые, несмотря на высокие эксплуатационные расходы, не обеспечивают требуемой очистки.

Проводимые в этом направлении исследования на кафедре МАПП направлены на повышение качества очистки технологических выбросов от пылевидных частиц.

Экспериментально установлено, что, оптимально организовав аэродинамику центробежных аппаратов, возможно, получить сепарацию пылевых частиц по размерам и несколько повысить эффективность улавливания, однако, как показывает практика, тонкая очистка воздуха требует введения дополнительных воздействий на пылевые частицы. В зависимости от физико-механических свойств пыли это может быть электрофорез, акустическая коагуляция и трибоэффект.

Разработанный на кафедре МАПП комбинированный горизонтальный циклон (рисунок 1), несмотря на компактность, сочетает в себе качества сепаратора и циклона. В зависимости от конкретных условий и свойств пыли может оснащаться степенью доочистки (рисунок 2) уходящего воздуха, которая с применением акустических электрических полей или электрофореза, а также различными вставками позволяет повысить эффективность пылеулавливание. В особых случаях возможно применение металлокерамических фильтров (МКФ) с заданной пористостью и жидкостное орошение, что позволяет повысить улавливание тонкодисперсной фракции.

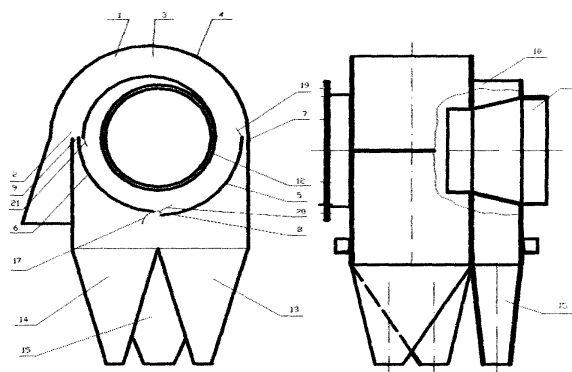


Рисунок 1 - Комбинированный горизонтальный циклон (КГЦ)

Проведенные исследования показали, что эффективность улавливания мучной пыли в пылеотделителе без вставок составила 91,8 % причем в первой ступени оседало до 86%, во второй ступени дополнительной очистки оседало 5,2 %.

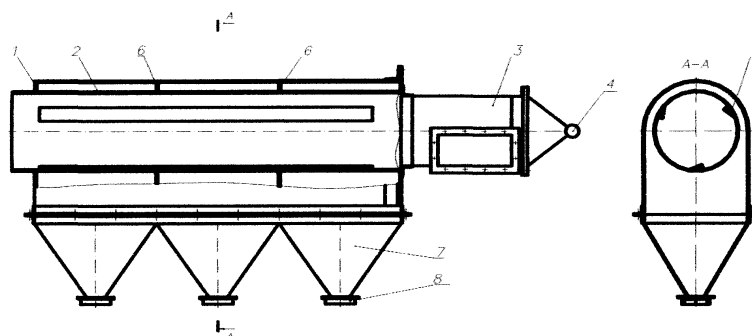


Рисунок 2 - Камера дополнительной очистки

В данный комплект вставок входят:

- 4-х лопастной завихритель установленный между камерами основной и дополнительной очистки для закручивания пылевого потока к поверхности камеры доочистки, что повышает эффективность пылеочистки приблизительно на 3 %;

- 8-ми лопастной завихритель по конструктивным соображениям данного циклона располагается перед входом в 3-й бункер. Предназначается главным образом для уменьшения радиального стока и дополнительного закручивания потока перед 4-х лопастным завихрителем, позволяет повысить пылеочистку на 5-10 % за счёт увеличения пылеулавливания в третьем бункере и камере дополнительной очистки;

- дисковый рассекатель установленный в камере основной очистки перед входом в 3-й бункер также предназначен для уменьшения радиального стока, вызывает частичное разрушение осевого течения и вытеснение пылевых частиц к внутренней стенке обечайки. Повышает эффективность пылеулавливания на 4-6%;

- штанга с 7-ю дисковыми рассекателями устанавливается в камере дополнительной очистки на его оси для смещения закрученной мелкодисперсной пыли к периферии бункера, эффективность пылеулавливания повышается на 7-10 %.

Для мучной пыли эффективность пылеуловителя КГЦ увеличивается от 91,2% до 99,2%. Для зерновой пыли от 82,2% до 96,5%. При этом данные методов прямого весового баланса и остаточной концентрации совпадают (рисунок 3).



Рисунок 3 - Зависимость эффективности пылеочистки от скорости воздуха (пыль мучная)

Проведенные акустические испытания показали следующее: при различных уровнях звукового давления и на разных частотах наблюдалось изменение процесса коагуляции пыли. Анализ увеличенных фотоснимков показал, что с продвижением частиц пыли в прямой коагуляционной камере от 4-го до 6-го бункера происходило увеличение среднего размера частиц, что приводит к увеличению уловившегося продукта на 2% и уменьшению выброса самой, тонко-дисперсной пыли.

Исследования акустических характеристик, так же как и улучшение геометрических параметров циклона еще продолжается. Так как пока не найден оптимальный уровень звукового давления, диапазон частот и оптимальный вариант вставок.

Данный циклон обеспечивает высокую эффективность пылеочистки, прост в эксплуатации и может быть использован в химической, пищевой, горнодобывающей и др. промышленности.

## ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩАЯ СИСТЕМА С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ И ОЧИСТКОЙ ВОЗДУХА

Кудрявцева А.А. – студент гр. МАПП – 92  
Терехова О.Н. – к.т.н., доцент каф. МАПП

Очистка зерна от примесей – одна из наиболее важных операций на предприятиях по хранению и переработке зерна. Примеси в зерне имеют различное происхождение – это семена сорных или культурных растений, части стеблей растений, минеральные примеси (песок, камни, стекло и т. п.), металломагнитные примеси. Очистку зерна производят на всех этапах его обработки: послеуборочная очистка, очистка на элеваторах перед направлением зерна на хранение, очистка зерна в подготовительных отделениях мельницы и крупозаводах.

Наличие примесей в зерне влияет на качество готовой продукции, нормируемой ГОС-Тами, поэтому необходимо производить очистку зерна. Например, в муку вредные примеси могут попасть из исходного зерна, это могут быть семена ядовитых дикорастущих растений, содержание их в помольных смесях на должно превышать 0,05%; наличие металлопримесей не допускается, для этого ставится магнитная защита на всех стадиях переработки.

Для очистки зерна от примесей применяют различные машины. Триеры применяют для выделения примесей отличающихся от основной культуры длиной; камнеотборники – для выделения примесей отличающихся плотностью и коэффициентом трения; ситовые сепараторы – для выделения примесей, отличающихся толщиной и шириной; воздушные сепараторы – для выделения примесей, отличающихся аэродинамическими свойствами. Технология очистки зерна от примесей – это очень трудоемкий и энергоемкий процесс, так как все виды

примесей выделить на одной или двух машинах невозможно, поэтому приходится применять целый ряд технологических машин. Вследствие чего увеличивается расход электроэнергии, занимают значительные производственные площади.

Все операции с зерном и продуктами его переработки связаны со значительным выделением пыли. Поэтому необходимо производить очистку запыленного воздуха на каждом этапе переработки. То есть необходимо устанавливать пылеотделители и вентиляторы, что также приводит к увеличению затрат.

Возникает необходимость в создании высокоэффективных методов и устройств, предназначенных для очистки зерна и воздушного потока.

На кафедре МАПП Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова была разработана модель сепаратора для выделения из зерновой смеси примесей, отличающихся от основной культуры массой, аэродинамическими свойствами, линейными размерами, силой трения. Была создана экспериментальная модель сепаратора, и проведены испытания с использованием различных культур. (Эффективность очистки составила 80% при производительности 400 кг/ч).

Зерновая смесь подается в камеру самотеком (рисунок 1). Двигаясь по желобу, зерновки приобретают определенную скорость при их тангенциальном вводе в камеру. На цилиндрическую поверхность тангенциально вводится воздушный поток с заданной скоростью в виде узкой по высоте струи. Ширина аэрозернового потока равна расстоянию между плоскими стенками камеры.

При дальнейшем движении воздушной струи (аэропленки) вдоль рабочей поверхности, происходит естественное увеличение струи и уменьшения скорости движения. Зерновки также продолжают движение по поверхности, испытывая аэродинамическое влияние со стороны воздушного потока. Легкие примеси, увлекаемые воздухом, достигая конца D криволинейной поверхности, вылетают из камеры и попадают в сборник отходов. Остальные частицы отрываются от этой поверхности в разных местах участка AD и далее движутся свободно внутри камеры, пока не попадут на выводящий лоток, где, достигая места O, выводятся в сборник очищенного материала.

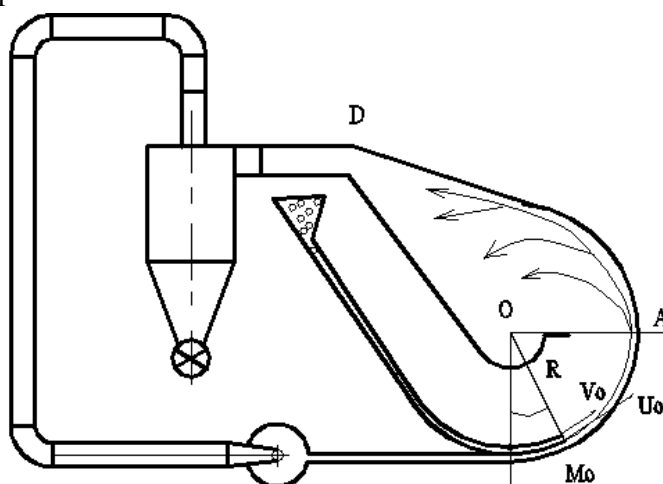


Рисунок 1 – Общая схема сепаратора

Запыленный воздух, выходя из области D, направляется в пылеотделитель (циклон) где происходит его очистка. Очищенный воздух подается в вентилятор, то есть создается замкнутый цикл.



## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ТРАНСПОРТА ЗЕРНА НА МУКОМОЛЬНОМ ЗАВОДЕ

Золотарев А.К. – аспирант каф. МАПП

Свирень М.В. – аспирант каф. МАПП

Яковлев А.В. – аспирант каф. МАПП

Тарасов В.П. - к.т.н., профессор каф. МАПП

На зерноперерабатывающих предприятиях расходы на транспорт могут занимать около половины всей величины затрат. На практике используются как механические, так и пневматические системы транспортирования. В последнее время на мельницах пневматический вид транспорта в значительной степени вытеснил механический и с успехом используется для транспортирования муки, отрубей, продуктов измельчения зерна. При перемещении зерна предпочтение, как правило, отдается механическим системам. Основным аргументом против применения пневматического транспорта в зерноочистительных отделениях мельниц служат его высокие энергозатраты. При этом не всегда учитываются многочисленные достоинства, открывшиеся в результате его развития и совершенствования, а при сравнении используются устаревшие представления о возможностях пневматического способа транспортирования.

Ниже предпринимается попытка сравнения трех наиболее распространенных систем транспорта зерна в зерноочистительном отделении мельницы. Расчеты выполнены на примере Евсинского мукомольного завода, где авторы участвовали в разработке и наладке одной из них – нагнетающей пневмотранспортной установке. Поэтому, многие показатели для нее взяты по результатам проведенных промышленных испытаний. Расчеты других параметров, а также технико-экономические показатели механической системы и всасывающей пневмотранспортной установки выполнены по общепринятым методикам. Для определения некоторых показателей не удалось найти подходящих рекомендаций, поэтому применялись оригинальные методы их расчета. Однако при определении технико-экономических показателей различных систем использовались одинаковые подходы и единые источники информации.

С целью повышения объективности характеристик различных систем транспорта и обоснованности последующего выбора, круг показателей расширен. Так, показатель «Тепловые потери» учитывает затраты энергии на поддержание теплового режима. Он становится более весомым для предприятий расположенных в регионах с холодным климатом. При этом в расчетах учтены наши рекомендации (ранее успешно опробованные на практике), в соответствии, с которыми забор воздуха нагнетающей пневмотранспортной установкой следует осуществлять из-за пределов здания. Это позволяет не только снизить вакуум в зданиях, но и обеспечить работу компрессоров и системы в целом в более благоприятных условиях.

Показатель объема занимаемого оборудования важен не только с точки зрения затрат на строительство и эксплуатацию производственных помещений. Эта характеристика принимает особое значение при реконструкции и техническом перевооружении предприятий, когда транспортные коммуникации прокладываются в условиях стесненности и сложности трасс. При определении показателя объема занимаемого оборудованием также учитывались зоны для его обслуживания и ремонта. Некоторые результаты расчетов приведены в таблице.

В структуре затрат на транспорт для всех систем преобладающее значение имеет статья расходов на оборудование и электроэнергию (от 80% до 95%). При чем, если для механического транспорта амортизационные отчисления существенно больше затрат на оплату электроэнергии, то для пневматического транспорта наоборот расходы на электроэнергию значительно превышают амортизационные отчисления. Другие статьи затрат, хотя и в относительном сравнении, составляют небольшую величину (не более 20%), однако в абсолютном значении это достаточно большая сумма (для рассматриваемого случая до 80 тыс. руб.).

Таблица – Сравнительные характеристики видов транспорта

Вид транспорта Показатель сравнения	Механический транспорт	Пневматический транспорт	
		Всасывающий разветвленный	Нагнетающий однотрубный
Капитальные затраты, тыс. руб.	1855	1329	1590
Амортизационные отчисления, тыс.руб./год	219	160	191
Энергозатраты включая аспирацию, кВт/ч	35,6	158	70,2
Годовые затраты на оплату эл/энергии, тыс.руб.	160	670	298
Ремонт и обслуживание, тыс. руб. за срок службы	316	132	150
Годовые затраты на ремонт и обслуживание, тыс. руб.	30,8	22	26,7
Расход воздуха выбрасываемого в атмосферу, м <sup>3</sup> /с	1,67	5	1.28
Тепловые потери, Гкал /год	1,9	5,7	0
Годовые затраты на восстановление потерь тепловой энергии, тыс. руб./год	18	54	0
Объем занимаемого оборудования с учетом зон обслуживания, м <sup>3</sup>	466	53	42
Затраты на сооружение и эксплуатацию зданий для производственных объемов оборудования, тыс. руб./год	18,7	2,2	1,7
Общие годовые затраты, тыс. руб.	446,5	908,2	517,4

Анализ показателей не позволяет однозначно ответить на главный вопрос – какая система транспорта является наиболее предпочтительной. Даже всасывающая разветвленная пневмотранспортная установка по некоторым показателям, которые могут оказаться решающими в конкретном случае может быть рекомендована к применению. Однако, в большинстве случаев, если учесть дополнительные преимущества: благоприятное воздействие на транспортируемый материал (улучшение сыпучести, снижение вероятности порчи и заражения); повышение пожаро- и взрывобезопасности; более благоприятные возможности автоматического управления и др., а также практически неограниченную протяженность и сложность трассы, применение нагнетающей пневмотранспортной установки оказывается более рациональным. Об этом свидетельствует показатель общих годовых затрат. Расчеты показывают, что для нагнетающей пневмотранспортной установки он отличается от аналогичного для механической системы всего лишь на 14 %. Для разветвленной всасывающей пневмотранспортной установки этот показатель почти в 2 раза выше.

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА НА УГЛЕВОДНЫЙ КОМПЛЕКС ГРЕЧНЕВОЙ И ОВСЯНОЙ МУКИ

Якушев С.В. – аспирант каф. ТХПЗ  
Анисимова Л.В. – к.т.н., профессор каф. ТХПЗ

Углеводы играют существенную роль в жизни растений и животных, являясь важным питательным и главным опорным материалом для растительных клеток и одним из основных энергетических материалов для животных организмов. Основными поставщиками углеводов в организм человека считаются продукты переработки зерна злаковых культур и гречихи. При этом вырабатываемые из зерна мука и крупа по количеству легкоусвояемых углеводов стоят на первом месте среди других продуктов питания человека.

Углеводный комплекс гречневой и овсяной муки представлен крахмалом (преимущественно), декстринами и другими углеводами. Их состояние во многом влияет на свойства муки. Поэтому вызывает интерес изучение изменения количества и качества крахмала и других углеводов в муке, полученной из крупяного зерна, подвергнутого гидротермической обработке (ГТО) с использованием различных способов и режимов.

Нами исследовано влияние двух способов ГТО (традиционного с пропариванием и сушкой и способа без пропаривания, включающего увлажнение, отволаживание и сушку зерна, в оптимальных режимах) на содержание крахмала и декстринов в гречневой и овсяной муке. Кроме того, во втором способе ГТО рассматривали два варианта увлажнения зерна: 1 вариант – увлажнение зерна осуществляли путем добавления расчетного количества воды при атмосферном давлении; 2 – вариант – производили интенсивное увлажнение зерна под вакуумом путем кратковременного его погружения в воду.

Гречневую и овсяную муку получали из ядра соответствующих культур путем его измельчения на лабораторной мельнице до крупности, соответствующей требованиям ТУ-9293-005-00932169-96 (мука гречневая 1 сорта) и ТУ 9293-006-00932169-96 (мука овсяная сортовая). Содержание крахмала определяли по ГОСТ10845-98, содержание декстринов – по методике, разработанной М.П. Поповым и Е.С. Шаненко.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние способов гидротермической обработки зерна на содержание крахмала и декстринов в гречневой и овсяной муке

Способ обработки зерна	Гречневая мука		Овсяная мука	
	Содержание, % на сухое вещество		Содержание, % на сухое вещество	
	крахмала	декстринов	крахмала	декстринов
1 Контроль (без ГТО)	74,5	0,7	66,0	0,8
2 Способ ГТО с пропариванием и сушкой	69,3	1,7	60,6	1,1
3 Способ ГТО с увлажнением (1 вариант), отволаживанием и сушкой	70,6	0,9	62,1	0,8
4 Способ ГТО с интенсивным увлажнением (2 вариант), отволаживанием и сушкой	70,9	1,1	63,4	0,8

Из данных таблицы следует, что наиболее сильное влияние на содержание исследуемых углеводов оказывает традиционный способ ГТО зерна с пропариванием и сушкой. Так, содержание крахмала по сравнению с контролем (без ГТО) в гречневой муке снизилось на 5,2 %, в овсяной муке – на 5,4 %, а содержание декстринов возросло на 1,0 % и на 0,3 % соответственно. Содержание крахмала при использовании способа ГТО с увлажнением, отволаживанием и сушкой зерна, также снижается: в гречневой муке – на 3,9 % (1 способ увлажнения) и 3,6 % (2 способ увлажнения), в овсяной муке – на 3,9 % (1 способ увлажнения) и 2,6 % (2 способ увлажнения). Содержание декстринов увеличилось при использовании способа ГТО без пропаривания только в гречневой муке.

Снижение содержания крахмала и увеличение содержания декстринов в муке после гидротермической обработки зерна объясняется гидролизом крахмала, в том числе неферментативным гидролизом до сахаров, под воздействием тепла и влаги. При этом, чем более жесткий режим ГТО зерна применяли, тем заметнее изменение углеводного комплекса муки. Из полученных результатов также видно, что крахмал гречихи более легко подвергается декстринизации при обработке, чем крахмал овса.

Интенсификация увлажнения зерна при использовании способа ГТО без пропаривания приводит к несколько меньшему снижению содержания крахмала в муке из обеих культур, но большему росту количества декстринов в гречневой муке по сравнению с первым вариантом увлажнения.

По результатам исследования можно заключить, что способ ГТО с увлажнением, отволаживанием и сушкой зерна независимо от варианта увлажнения вызывает снижение содержания крахмала в муке из обеих культур и увеличение содержания декстринов в гречневой муке, но, в целом, на углеводный комплекс муки влияет в меньшей степени, чем традиционный способ ГТО с пропариванием и сушкой зерна.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ЗЕРНОПРОДУКТОВ

Голик А.Б. – ст. преподаватель каф. ТХПЗ

Лузев В.С. – к.т.н., доцент каф. ТХПЗ

Современные требования к продукции зернопереработки – повышение качества, снижение себестоимости производства при очень жёстких сроках – не могут быть удовлетворены без использования новых технологий. Для этого необходимо организовать совместную работу различных специалистов, обеспечив их возможностью быстрого внесения изменений в технологический процесс, рассмотрев несколько различных решений и выбрав наилучшее. Важным является применение компьютерной техники: она необходима для проведения расчётов и исследований, с её помощью можно выразить и проверить новые идеи, представить их в наглядном виде.

Сотрудниками кафедры ТХПЗ АлтГТУ им И.И. Ползунова разработан программно-аппаратный комплекс «Анализатор зернопродуктов», позволяющий проводить гранулометрический анализ зерна, крупы и муки. Измерительные операции осуществляются в программе «Гранулометрия», работа которой основана на использовании методов цифровой обработки изображений.

Предварительный анализ изображений зернопродуктов и исследование методов цифровой обработки изображений позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, большинство цифровых изображений, в процессе их формирования (сканирования), подвергаются влиянию ряда негативных факторов (электромагнитные помехи, неравномерность движения сканирующего элемента, особенности оптической системы сканера, параметры работы программы-драйвера и пр.), приводящих к появлению помех, мало-контрастных и зашумленных участков и т.д. Во-вторых, анализ изображений зернопродуктов основан на выделении объектов, на изображении и дальнейшем измерении их характеристик.

Таким образом, прежде чем подвергнуться анализу, изображение должно пройти этап препарирования, который состоит в выполнении операций улучшения визуального качества (повышение контраста, подчеркивание границ, фильтрация) и операций формирования графического препарата изображения (сегментация, выделение контуров).

Процесс обработки изображений зернопродуктов в программе «Гранулометрия» можно представить как следующую последовательность операций:

- 1) получение исходного изображения;
- 2) перевод изображение в необходимую цветовую модель;
- 3) предварительная подготовка изображения (фильтрация, удаление помех, улучшение визуальных характеристик);
- 4) сегментация изображения, разбивка на блоки;
- 5) определение контуров объектов, обработка графической информации, содержащейся в блоках;
- 6) проведение измерительных операций;
- 7) статистический анализ полученных данных;
- 8) сохранение результатов (данные и изображения) в необходимых форматах.

На первом этапе в программе «Гранулометрия» получают изображения естественных объектов (зерновки, частицы муки или крупы и т.д.) путём сканирования, захвата теле или видео кадра, съёмкой цифровой аппаратурой. В цифровом виде изображение является матрицей точек, характеризующих цветовые составляющие.

Полученное изображение переводится в цветовую модель RGB. Данная модель построена на основе строения глаза. В основе ее лежат три цвета: Red – красный, Green – зеленый и Blue – синий. С помощью этих трёх основных цветов можно получить почти весь видимый спектр. Например, желтый цвет – это сложение красного и зеленого. Поэтому RGB называют аддитивной системой смешения цветов.

Понятие фильтрации изображения весьма обширно, и включает в себя любое преобразование графической информации. Фильтрация может быть задана не только в виде формулы, но и в виде алгоритма, реализующего фильтр.

Рассмотрим типы фильтрации, применяемые в программе «Гранулометрия»:

1) Линейные фильтры

а) низкочастотные фильтры, используются для подавления шумов на изображении, позволяют сделать его менее резким (низкочастотные составляющие изображения несут информацию о локализации объектов);

б) высокочастотные фильтры подчёркивают границы объектов (высокочастотные составляющие отвечают за цветовые перепады – контуры изображения);

2) Нелинейные фильтры, например, медианный фильтр, удаляющий мелкие детали и шумы. Данные фильтры основаны на обработке статистической информации изображения.

Слабый контраст – наиболее распространенный дефект сканированных изображений, обусловленный ограниченностью диапазона воспроизводимых яркостей. Под контрастом обычно понимают разность максимального и минимального значений яркости. Путем цифровой обработки контраст можно повысить, изменяя яркость каждого элемента изображения и увеличивая диапазон яркостей.

Метод улучшения контраста, используемый в программе «Гранулометрия» – так называемая линейная растяжка гистограммы, когда уровням яркости исходного изображения, лежащим в интервале  $[f_{\min}, f_{\max}]$ , присваиваются новые значения с тем, чтобы охватить весь возможный интервал изменения яркости, в зависимости от цветовой модели. Преобразование уровней яркости осуществляется по формуле:

$$g_i = a + b \cdot f_i$$

где  $f_i$  - старое значение уровня яркости  $i$ -го пикселя,

$g_i$  - новое значения яркости  $i$ -го элемента матрицы изображения,

$a, b$  - коэффициенты.

Скорость выполнения описанных выше операций, а значит и производительность всей системы в целом, зависит от конкретной программной реализации алгоритмов обработки. В отличие от аналогичных коммерческих программ анализа изображений, предлагаемых отечественными и зарубежными разработчиками, все алгоритмы реализованные в программе «Гранулометрия» учитывают особенности изображений зерновок различных культур, круп и муки, что повышает её эффективность в гранулометрическом анализе зернопродуктов.

Первая стадия подготовки изображения для измерений – сегментация. Под сегментацией изображения понимается процесс его разбиения на составные части, имеющие содержательный смысл: объекты, их границы или другие информативные фрагменты. Сегментацию необходимо рассматривать как основной начальный этап анализа, заключающийся в построении формального описания изображения, качество выполнения которого во многом определяет успех измерительной операции.

Изображения зернопродуктов можно охарактеризовать тем, что они содержат некоторый интересующий нас объект достаточно однородной яркости на фоне другой яркости. Для таких изображений яркость служит отличительным признаком, который можно использовать для локализации объекта.

Если интересующий нас объект имеет белый цвет и расположен на черном фоне или наоборот, то определение точек объекта представляет собой тривиальную задачу установления порога по яркости. На практике, однако, встречаются определенные трудности, например, когда наблюдаемое изображение подвержено воздействию шума, причем как на объекте, так и на фоне допускается некоторый разброс значений яркости. Другая часто встречающаяся трудность состоит в том, что фон может быть неоднородным.

В программе «Гранулометрия» используются пороговые методы сегментации. Эти методы заключаются в преобразовании функции яркости изображения  $f(i,j)$  оператором вида:

$$f(i, j) \rightarrow f_s(i, j),$$

$$f_s(i, j) = \begin{cases} \lambda_p & \text{при } T_p \leq f(i, j) < T_{p+1} \\ \lambda_0 & \text{при } f(i, j) \leq T_0 \\ \lambda_{K-1} & \text{при } f(i, j) > T_{K-1} \end{cases},$$

где  $f_s(i, j)$  - сегментированное изображение;

$K$  – число областей сегментации;

$\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_{K-1}$  – метки сегментированных областей;

$T_0, T_1, T_{K-1}$  – упорядоченные величины порогов яркости  $T_0 < T_1 < \dots < T_{K-1}$ .

Первая стадия подготовки изображения для измерений – определение контуров объектов. В процессе измерительной операции решается задача нахождения периметров, факторов формы, удельной поверхности объектов и т.д. Все измерительные операции, так или иначе, связаны с анализом контура объекта.

Общим для всех методов определения контуров является стремление рассматривать границы как область резкого перепада функции яркости изображения  $f(i, j)$ ; отличает же их вводимая математическая модель понятия границы и алгоритм поиска граничных точек.

В соответствии с поставленными задачами программа «Гранулометрия» определяет замкнутые контуры объектов методом прослеживания контура, представленным на рисунке 1 (метод «жука»). Суть алгоритма состоит в следующем: на объекте выбирается некоторая стартовая граничная точка и далее происходит последовательное прослеживание контура до тех пор, пока снова не будет достигнута стартовая точка.

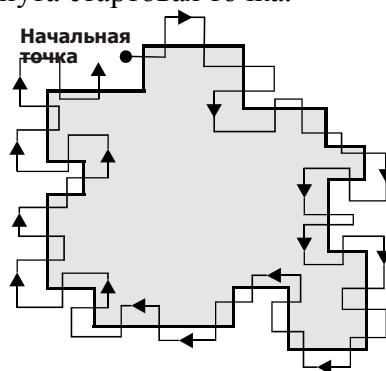


Рисунок 1 – Метод «жука»

Примыкающие к границам изображения объекты не учитываются, так как заведомо непригодны для измерительного анализа (чаще всего это не полный объект, а только его часть).

Выделенный таким образом контур представляет собой замкнутую последовательность координат граничных точек объекта, что очень удобно для решения измерительных задач.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕКЛОВИДНОСТИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ МЕТОДОМ ЦИФРОВОГО АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ

Гарш З.Э. – аспирант каф. ТХПЗ

Лобова Е.В., Шабович М.А. – студ. гр. ТПЗ-92

Устинова Л.В. – к.т.н., доцент каф. ТХПЗ

Проблема определения качества зерна, направляемого в переработку, является одной из важнейших задач, как в мукомольной, так и в крупяной промышленности. В последние годы результаты мониторинга качества зерна нового урожая стали необходимым условием работы рынка зерна, они сделали большинство операций с зерном более эффективными, используются для определения его ресурсного потенциала, в том числе продовольственного, планирования экспортных и импортных объемов, прогнозирования уровня цен. Быстрое и эффективное определение качества зерна позволяет подобрать оптимальные режимы хранения и

скорректировать технологический процесс переработки, что, в свою очередь, ведет к повышению выхода и качества готовой продукции, одновременно снижая ее себестоимость.

В настоящее время совершенствование системы мониторинга качества зерна ведется по следующим основным направлениям:

- увеличение информационного ресурса мониторинга, повышение эффективности его использования;

- использование современной аналитической базы для определения показателей качества зерна.

Мониторинг качества зерна невозможен без современной аналитической базы. Это очень сложная проблема, требующая дополнительного рассмотрения, так как она связана с проблемой адаптации отечественной системы контроля к международным условиям и требованиям торговли зерном.

Сотрудниками кафедры ТХПЗ АлтГТУ им. И.И. Ползунова разработан программно-аппаратный комплекс «Анализатор зернопродуктов», позволяющий решать широкий круг задач:

- оперативное определение гранулометрического состава различных материалов (мука, крупа, зерно, крупы, отруби);

- экспресс-анализ опико-физических и морфологических особенностей исследуемых материалов по каждой частице;

- оперативное определение примесей в пробах исследуемых материалов;

- оценка стекловидности пшеницы по результатам анализа проекционных изображений срезов зерна;

- оперативная оценка белизны муки относительно эталонных поверхностей;

- оперативный анализ зерна и крупы по качеству (анализ содержания примесей, подсчет целых и битых зерен, содержания годного зерна в отходах) и т.д.

Все измерения осуществляются в программе «Гранулометрия», работа которой основана на использовании компьютерной обработки изображений исследуемых образцов.

Одна из новейших разработок – определение стекловидности зерна пшеницы с помощью программно-аппаратного комплекса «Анализатор зернопродуктов».

Стекловидность – важный показатель технологических свойств зерна, в первую очередь мукомольных, определяющий режим подготовки к помолу. От стекловидности зерна в значительной степени зависят: режим и схема помола, извлечение крупок и их качество, легкость просеивания, степень увлажнения и продолжительность отволаживания после замачивания при кондиционировании. Стекловидное зерно лучше вымалывается, чем мучнистое, то есть из его отрубьянистых частиц легче и полнее отделяются остатки эндосперма.

Стекловидность характеризует структурно-механические свойства эндосперма и сопротивляемость зерна разрушающим усилиям, влияет на процесс измельчения и на условия формирования промежуточных продуктов. Зерно с более высокой стекловидностью обладает повышенной прочностью и требует больших энергозатрат на измельчение. Стекловидность учитывается при размещении зерна в хранилищах и при формировании помольных партий.

Общая стекловидность для мягкой пшеницы при сортовых помолах должна составлять не менее 50%, при макаронных помолах – не менее 60%, для твердой пшеницы (независимо от типа помола) - не менее 80%. Кроме того, нормируется стекловидность зерна пшеницы, перерабатываемого в крупу. Она должна лежать в пределах от 70% до 80%.

Стекловидность определяется и для зерна риса. С увеличением стекловидности повышается выход крупы более высоких сортов (содержание целого ядра в крупе).

В настоящее время определение стекловидности зерна пшеницы и риса производится в соответствии с ГОСТ 10987-76 двумя методами:

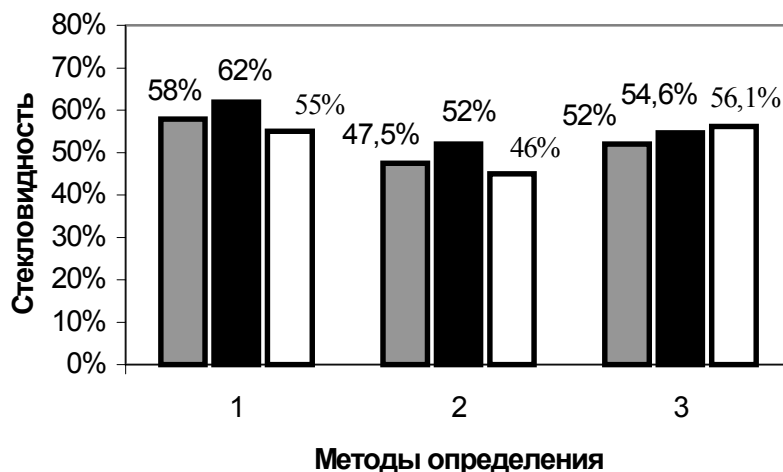
- с использованием диафаноскопа;

- по результатам осмотра среза зерна.

При проведении испытания определяют общую стекловидность. Под показателем общей стекловидности понимают сумму полностью стекловидных и половины количества частично

стекловидных зерен. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 5%.

В лабораторных условиях было проведено определение стекловидности одного и того же образца мягкой пшеницы стандартными методами и с помощью программно-аппаратного комплекса «Анализатор зернопродуктов». Определение стандартными методами проводилось тремя независимыми исследователями, а определение методом цифровой обработки изображения – с тремя разными настройками внутренних параметров программы (причем две из них были заданы с отклонением от рекомендуемой методики). Затем результаты были сопоставлены и представлены в виде гистограмм на рисунке 1.



- 1 – с помощью диафаноскопа;  
2 – по результатам осмотра среза;  
3 – цифровой анализ изображений.

Рисунок 1 – Результаты определения стекловидности

По результатам исследования можно отметить следующее:

1) наименьшей трудоемкостью характеризуется определение с помощью диафаноскопа, но при этом наблюдается максимальное расхождение результатов – 7%;

2) визуальный осмотр среза и цифровой анализ требуют одинаковых затрат времени (за счет времени потраченного на разрезание зерновок), при этом абсолютное расхождение результатов составляет 6% и 4,1% соответственно.

3) для анализируемого образца зерна пшеницы независимыми исследователями определены различные значения стекловидности (от 46 до 62 %), что подчеркивает субъективность в оценке качества зерна, а также несовершенство стандартных методов определения стекловидности.

Учитывая то, при определении стекловидности с помощью программно-аппаратного комплекса «Анализатор зернопродуктов» в двух случаях из трех были заданы неточные настройки внутренних параметров программы «Гранулометрия», можно подчеркнуть, что даже при этих условиях получена необходимая сходимость результатов (менее 5%). На основании этого можно сделать вывод, что данная методика представляет собой хорошую альтернативу стандартным методам, поскольку она максимально исключает влияние субъективных факторов (особенностей визуального восприятия) на результат и не требует специальных приборов и приспособлений для определения стекловидности.

Дальнейшие исследования направлены на разработку методов определения стекловидности зерна пшеницы, ячменя и риса без предварительного разрезания зерновок (на просвет). Это позволит значительно сократить время определения стекловидности и автоматизировать этот процесс.



## ПРОИЗВОДСТВО КРУПЯНОГО ХЛЕБА

Захарова А.С. - студ. гр. ТХ-91  
Козубаева Л.А. - к.т.н., доцент каф. ТХПЗ

В настоящее время население РФ все больше отдает предпочтение, продуктам животного происхождения, в том числе жирам и высокорационированной продукции, пренебрегая растительными продуктами питания. Ситуацию усугубляет распространенное мнение о том, что хлеб и крупяные продукты способствуют развитию ожирения, в то время как белковая пища не вызывает прибавку массы. В связи, с чем многие молодые люди сознательно исключают данные продукты питания из своего рациона, потребляя в основном белковую пищу. При этом они не заботятся о том, чтобы компенсировать организму все те питательные вещества, которые содержатся в данных продуктах питания. В то время как именно эти продукты традиционно являются основными поставщиками углеводов и витамина В<sub>1</sub>, который способствует усвоению питательных веществ и тормозит развитие нарушений обмена веществ. А для усвоения жиров, содержащихся в белковой пище необходимо примерно в четыре раза больше углеводов, чем количество употребляемых в пищу, и если это соотношение нарушается, в организме образуются недоокисленные продукты, оказывающие неблагоприятное воздействие на процессы жизнедеятельности. Поэтому потребление хлеба и крупяных продуктов является важным условием рационального питания.

С целью повышения пищевой и биологической ценности хлеба, придания хлебу диетических свойств и расширения ассортимента хлебобулочных изделий мы выпекали хлеб из пшеничной муки высшего сорта с добавлением пшена и продела в количестве от 1% до 12%. Крупы предварительно отваривались до полуготовности, контролем служил образец выпеченный без добавления крупы. При добавлении крупы в количестве от 1% до 5% пробы хлеба практически не отличались от контроля, поэтому наибольший интерес представляют результаты выпечек с добавлением пшена и продела в количестве от 5% до 12% взамен части муки. Результаты анализа качества хлеба, выпеченного с применением опарного способа тестоприготовления, представлены в таблице 1. Опарный способ предусматривает приготовление теста в две фазы: первая - приготовление опары и вторая - приготовление теста. В данном случае крупу вносили на этапе приготовления теста.

В результате полученных данных был сделан вывод, что добавление пшена при замесе теста в количестве до 10% взамен части муки улучшает качество хлеба. Например, при внесении 10% крупы наблюдается увеличение удельного объема хлеба на 4%, увеличение пористости на 6,4%, формоустойчивость остается на уровне контрольного образца, кислотность не изменяется. Хлеб с добавлением крупы имеет правильную форму, высокий объем, развитую пористость, эластичный мякиш с включениями крупы, более интенсивно окрашенную корочку, чем контрольный образец. Обогащенные изделия имеют приятный, необычный вкус и аромат. Вероятнее всего улучшение качества хлеба связано с тем, что с пшеном в тесто вносится дополнительное количество белка, крахмала, жира и сахаров, достаточно большое количество витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, минеральных солей калия и магния, что безусловно благоприятно сказывается на работе дрожжевых клеток, которые получают дополнительные, питательные вещества и более интенсивно ведут спиртовое брожение. Увеличение дозировки крупы свыше 10% приводит к снижению органолептических показателей качества. Слишком большое количество крупинки пшена на поверхности и в мякише хлеба отрицательно сказывается на потребительских качествах продукта.

При внесении в тесто гречневой крупы до 10% также наблюдается улучшение качества хлеба. Так, при внесении 10% продела наблюдается увеличение удельного объема на 12,5%, пористости на 4,4%, формоустойчивость и влажность остаются на уровне контроля, кислотность не изменяется. Хлеб с добавлением 5%-10% продела имеет правильную форму, высокий объем, хорошую развитую пористость, эластичный мякиш с включениями крупы, более интенсивно окрашенную корочку, чем контрольный образец. Обогащенные изделия имеют приятный, необычный вкус и аромат. Возможно, улучшение качества хлеба связано с

внесением в тесто вместе крупой большого количества минеральных солей фосфора, кальция, железа, меди, цинка, а также бора, йода, кобальта и никеля. Кроме того, с гречневой крупой в тесто поступает значительное количество белка, крахмала, витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, а также лимонной, щавелевой, яблочной кислоты. Все эти питательные вещества способствуют улучшению работы дрожжевых клеток, которые начинают более активно вести спиртовое брожение, в результате чего выделяется большее количество углекислого газа, что и приводит к улучшению качества хлеба. Внесение в тесто 12% гречневого продела приводит к ухудшению внешнего вида изделий.

Таблица 1-Качество крупяного хлеба

Образец	Количество крупы, %	Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	Пористость, %	Влажность, %	Кислотность, град	Формоустойчивость, Н/D
Хлеб с пшеном	-	2,5	67,8	42,7	1,4	0,47
	5	2,6	74,2	44,2	1,4	0,52
	7	2,5	70,9	44,4	1,4	0,49
	10	2,6	74,2	45,2	1,4	0,45
	12	2,5	69,8	46,4	1,4	0,38
Хлеб с проделом	-	2,4	69,3	43,9	1,4	0,45
	5	2,5	71,1	44,8	1,4	0,45
	7	2,6	71,8	44,0	1,4	0,54
	10	2,7	73,7	44,6	1,4	0,55
	12	2,8	74,9	47,4	1,4	0,40

Таким образом, можно сделать вывод о возможности и целесообразности использования пшена и продела при производстве формовых сортов хлеба из пшеничной муки. Рекомендуемая дозировка составляет от 5% до 10% взамен части муки.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЗЕРНА К ДИСПЕРГИРОВАНИЮ

Кузьмина С.С. – аспирант каф. МАПП  
Козубаева Л.А. – к.т.н., доцент каф. ТХПЗ

Значительное место в интенсификации увлажнения зерна занимают способы, основанные на применении активаторов роста и ингибиторов процесса дыхания зерна при проращивании. Действие регуляторов роста на физиологические процессы, происходящие в организме растений, регулируется в основном в двух направлениях: индукции и стимуляции. В первом случае под действием регулятора развивается процесс, который не происходил в клетке при его отсутствии, во втором – усиливаются уже происходящие в клетке процессы путем ускорения протекающих процессов. В жизни растительной клетки эти два механизма действуют как порознь, так и одновременно.

В качестве активатора роста при солодоращении наибольшее распространение получила гиббереллиновая кислота, которая была применена для ускорения прорастания ячменя. Гиббереллиновая кислота при низкой концентрации стимулирует метаболизм зародыша, а позднее, в более высокой концентрации, действует стимулирующее на ферменты эндосперма. Применение при замачивании ячменя уксусной кислоты, сульфитных, бисульфитных и метабисульфитных солей в комплексе с минеральной или органической кислотой ускоряет процесс солодоращения, уменьшает потери на дыхание и рост корешков.

Нами была изучена возможность использования уксусной кислоты в процессе подготовки зерна пшеницы при замачивании перед диспергированием.

Технология производства зернового хлеба предусматривает диспергирование целого зерна пшеницы. Процесс подготовки зерна к диспергированию занимает 18 - 24 часов. Одним из этапов подготовки зерна является его замачивание. Столь длительное замачивание обусловлено необходимостью повышения влажности зерна до 38 - 40%. Сократить время

подготовки зерна и сохранить пищевую ценность готового продукта одна из наиболее важных задач при приготовлении зернового хлеба. Предыдущими исследованиями показана целесообразность применения процесса шелушения зерна пшеницы, при производстве зернового хлеба, с целью надрыва оболочек. Было установлено, что оптимальная продолжительность шелушения составляет 20 секунд.

Зерно пшеницы подвергали шелушению в течение 20 секунд, затем замачивали в течение 6, 9, 12, 15 и 18 часов в воде с добавлением 0,5 %, 1 %, 1,5 % уксусной кислоты. Применение уксусной кислоты влияет на конечную кислотность зерна и готового хлеба. Результаты определения кислотности зерна приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение кислотности зерна при замачивании в воде с добавлением уксусной кислоты

Концентрация уксусной кислоты, %	Кислотность зерна, град				
	Время замачивания, ч				
	6	9	12	15	18
0	1,8	2,0	2,5	3,0	3,6
0,5	3,6	5,2	5,5	5,6	5,9
1,0	4,1	5,4	5,7	6,3	7,0
1,5	5,6	6,4	6,9	7,3	7,9

Исходя из данных таблицы видно, что нарастание кислотности в течение всего периода замачивания идет постепенно и возрастает с увеличением времени замачивания. Так, при добавлении 0,5 % уксусной кислоты через 9 часов замачивания кислотность зерна составила 5,2 град., через 18 часов – 5,9 град. С увеличением концентрации уксусной кислоты наблюдается возрастание кислотности зерна. Это можно объяснить тем, что вещества зерна способны присоединять к себе кислоту, т.к. в состав зерна входят амфотерные соединения, т.е. вещества, связывающие щелочь и кислоту.

При добавлении уксусной кислоты в воду для замачивания наблюдается ускорение процесса поглощения влаги зерном. Результаты представлены в таблице 2.

Интенсивность поглощения влаги зерном с увеличением концентрации уксусной кислоты повышается. Так, при добавлении от 0,5 % до 1,5 % уксусной кислоты в воду для замачивания зерно достигает необходимой влажности за 9 часов увлажнения. В то время как зерно, замачиваемое в воде без добавления уксусной кислоты, достигает влажности 39,0 % за 12 часов. При добавлении в воду для замачивания уксусной кислоты ускоряется процесс замачивания зерна, повышается скорость проникновения воды в зерно.

Таблица 2 – Изменение влажности зерна при замачивании в воде с добавлением уксусной кислоты

Концентрация уксусной кислоты, %	Влажность зерна, %				
	Время замачивания, ч				
	6	9	12	15	18
0	34,9	37,8	39,0	39,6	40,2
0,5	35,1	38,4	39,4	41,0	41,2
1,0	36,8	38,6	40,0	41,1	41,3
1,5	37,6	39,1	40,4	41,2	41,5

Таким образом, благодаря применению уксусной кислоты оболочка зерна при замачивании быстрее разрыхляется и размягчается, поэтому сокращается продолжительность подготовки его к диспергированию. Оптимальная концентрация уксусной кислоты составила 0,5 %. При такой концентрации зерно достигает необходимой влажности за 9 часов замачивания и конечная кислотность зерна составила 5,2 град. Также использование уксусной кислоты позволяет угнетать постороннюю микрофлору, которая может стать причиной плесневения и прогоркания, вследствие чего происходит снижение качества и потребительских свойств хлеба, производимого из этого зерна.

## О КОНТРОЛЕ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

Бирюкова Я.В., Зеленова Е.С.- студенты гр. ТБПВ-01

Козлов И.Ю. - студент гр ТБПВ-01

Коцюба В.П. – к.т.н. проф.

Контроль знаний студентов по учебной дисциплине является важным элементом образовательного процесса. Для повышения эффективности контроля образовательный стандарт вуза предусматривает разработку фонда тестов и задач по каждому курсу. Фонд тестов и задач по дисциплине «Технологическое оборудование» включает тесты итогового контроля знаний (ТИКЗ), тесты контроля остаточных знаний (ТОЗ) и расчетные задачи по отдельным видам оборудования.

Фонд тестов был разработан в соответствии со стандартом предприятия СТП 121 ОС-02. К достоинствам тестирования, как метода оценки знаний, относятся объективность оценки тестирования; оперативность; быстрота оценки; простота и доступность; пригодность результатов тестирования для компьютерной обработки и использование статических методов оценки. Разработанные ТИКЗ и ТОЗ являются заданиями закрытой формы, то есть студент выбирает один вариант ответа из четырех предложенных. ТИКЗ содержит 10 вопросов по 7 темам курса:

1. Оборудование для производства солода;
2. Оборудование для производства пива;
3. Оборудование для производства спирта этилового ректифицированного из зернового сырья;
4. Оборудование для производства вин и виноматериалов;
5. Материалы для изготовления оборудования;
6. Техника безопасности при эксплуатации оборудования;
7. Оборудование для производства кваса, ферментов, минеральной воды, дрожжей, органических кислот.

Из 54 вопросов были выбраны 35 вопросов для составления ТОЗ по четырем основным вопросам дисциплины:

1. Структурный анализ оборудования;
2. Вариантный выбор оборудования по исходным данным;
3. Техника безопасности и эксплуатация оборудования;
4. Основы регулирования оборудования.

Для более эффективного использования тестов (экономия времени преподавателя на проверку результатов, избежание случайной ошибки при проверке) была разработана компьютерная программа - «Тестирование». Она основана на принципе случайных чисел, т.е. из базы данных случайно выбираются 15 вопросов, попеременно выводятся на дисплей, с 4 вариантами ответов, из которых один является верным. После ответа на все вопросы автоматически по 50 бальной шкале выставляется итоговая оценка, которая, по желанию преподавателя, может быть сохранена в памяти компьютера. Время тестирования ограничено и составляет 7 минут на каждого студента. Программа разработана в среде TURBO PASCAL 7.0. При её написании соблюдались требования ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119:1994. «Информационная технология. Пакеты программных средств. Требования к качеству и испытания». Размер программы составляет 54 килобайта.

Наряду с тестами разработан пакет задач, являющихся наиболее сложной формой контроля знаний. Эти задачи предназначены для того, чтобы студенты научились рассчитывать основные параметры технологического оборудования бродильных производств. Задачи были составлены по наиболее распространенному технологическому оборудованию, разделенному на 5 групп:

1. Оборудование для проведения микробиологических процессов;
2. Оборудование для подготовки сырья к переработке;

3. Оборудование для механической переработки соединением и разделением;
4. Оборудование для проведения теплообменных и массообменных процессов;
5. Оборудование для проведения финишных операций.

При расчетах необходимо знание большого количества формул, поэтому, чтобы упростить и ускорить процесс решения предлагаемых задач, создано краткое методическое пособие по наиболее сложным расчетным формулам.

ТИКЗ и задачи будут использованы на зачетах и экзаменах для оценки степени подготовки студентов, а ТОЗ по дисциплине может быть использован при разработке ТОЗ по специальности.

## ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ И РОЗЛИВА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Самарина Н. А. - студент гр. ТБПВ-01  
Коцюба В. П. - к.т.н., проф.

Минеральная вода – это уникальное создание природы.

Весь процесс ее обработки заключается лишь в улучшении органолептических свойств и в придании воде розливостойкости. Главное при этом не изменить ее натуральные свойства и не нарушить минеральный баланс.

По физико-химическим показателям минеральные воды существенно различны между собой, следовательно, требуют разного подхода к обработке. Но существует и общая схема обработки минеральной воды. Она заключается в добыче, фильтровании, охлаждении, насыщении диоксида углерода, обеззараживании и розливе. Каждое предприятие, занимающееся производством минеральной воды, учитывает природные особенности той воды, которую они используют в качестве исходной.

Нами предложена схема, разработанная для производства неуглекислых, не содержащих легкоокисляемых компонентов, и углекислых вод.

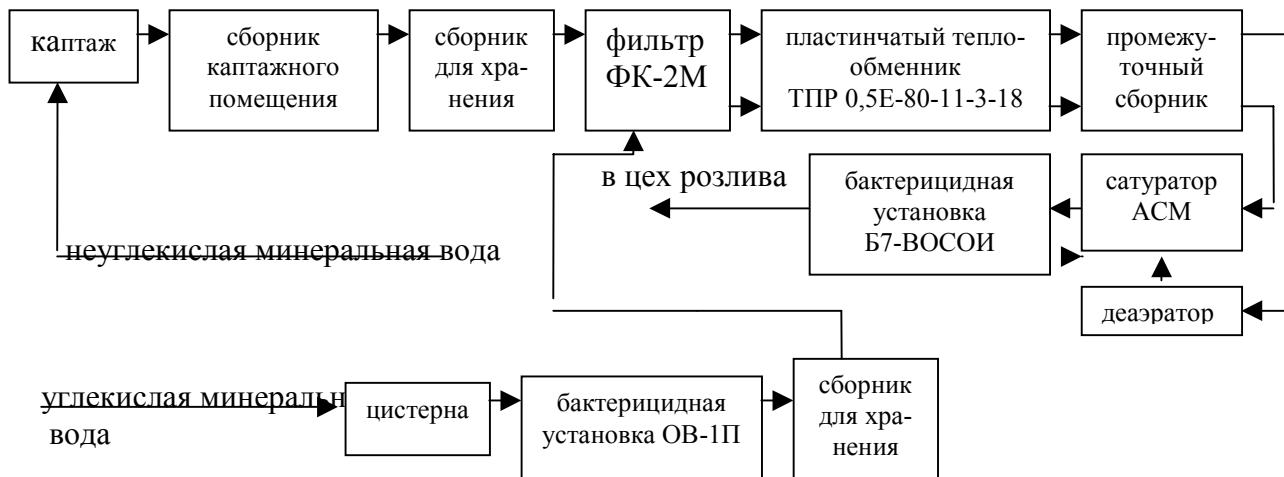


Рисунок – Схема для производства минеральных вод

Учеными выделено пять технологических групп, учитывающих химический состав, концентрацию растворенных солей, микробиологию:

-неуглекислые, не содержащие легкоокисляемых компонентов. Ввиду стабильности химического состава розлив этих минеральных вод ведут в условиях, исключающих их инфицирование, с использованием только общепринятых технологических приемов обработки. Учитывая высокую агрессивность особенно хлоридных натриевых вод, трубопроводы и все оборудование следует изготавливать из коррозиестойких материалов.

-углекислые. Технологический процесс обработки и розлива этой группы вод следует вести в условиях сводящих дегазацию к минимуму. Следовательно, необходима герметизация, как транспортных средств, так и всего оборудования, используемого для резервирования

ния, охлаждения и обеззараживания воды. Донасыщение вод проводят в сатураторах с отключенными деаэраторами.

-железистые. Схема их обработки предусматривает дополнительные технологические приемы, направленные на предохранение окисления железа и дегазации воды. Железо обладает биологическим действием и должно быть сохранено в минеральных водах. С этой целью в минеральную воду вводят раствор стабилизирующей кислоты – аскорбиновой или лимонной. Такая обработка обеспечивает выпуск готовой продукции без осадка. Железистые воды особенно подвержены бактериальному загрязнению, поэтому необходимо тщательно предохранять их от вторичного инфицирования.

-гидросульфидные и гидросульфидно-сероводородные. В схему обработки этой группы вод вводят дополнительный технологический процесс, направленные на выведение сернистых компонентов. Десульфитирование проводят в барботажном дегазаторе, установленном в отдельном помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией.

-содержащие сульфатвосстанавливающие бактерии. Эти воды дополнительно подвергают микрофльтрации или хлорируют (в качестве источника активного хлора используют раствор гипохлорида натрия). Обработку и розлив ведут по схемам, предназначенным для углекислых или неуглекислых минеральных вод.

Применяя такие сложные приемы обработки, индивидуальные для каждой технологической группы, предприятием удастся сохранить нативные свойства минеральной воды. При возникновении проблем в процессе розлива, связанных с потерями, рекомендуется снижать их за счет сокращения боя и брака бутылок, оснащения предприятия прогрессивным разливочным оборудованием, за счет устранения перепада давления в сатурационной установке и в баке разливочной машины, обеспечения охлаждения воды до заданного предела, введения строго контроля за диоксидом углерода.

## О ПРОБЛЕМЕ ПЕНОГАШЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРМЕНТОВ

Бачкова Е.В. – студент гр. ТБПВ-01

Коцюба В.П. – к.т.н., проф

Производство ферментных препаратов занимает одно из ведущих мест в современной биотехнологии и относится к отраслям, объем продукции которых постоянно растет, а сфера применения неуклонно расширяется. Ферменты являются высокоэффективными, нетоксическими биокатализаторами белкового происхождения. Они действуют при нормальном давлении, при температурах от 20 до 70 °С, рН в диапазоне от 4 до 9 и имеют исключительно высокую субстратную специфичность. Производство ферментных препаратов является одним из перспективных направлений в биотехнологии, которое будет и далее интенсивно развиваться и расширяться.

Промышленностью выпускается около 250 наименований ферментных препаратов, причем 99% общей суммы реализации ферментов приходится только на 18 ферментов. Широко используются ферменты в синтетических моющих средствах, для переработки крахмала. Другими отраслями-потребителями ферментов являются: производство соков и вин, производство спирта, пивоварение.

Типовой технологический процесс производства ферментов может быть представлен в виде следующих последовательных стадий: приготовление посевного материала, приготовление и стерилизация питательной среды, культивирование, выделение целевого продукта, сушка, помол, фасовка.

Главнейшей проблемой при культивировании является процесс пенообразования. Образование пены ведет к уменьшению коэффициента заполнения культиватора, увеличивает потери из-за уноса культуральной жидкости, затрудняет борьбу с загрязнениями, может служить причиной выхода из строя фильтров для очистки аэрирующего воздуха и нарушение условий герметизации и стерильности процесса. Кроме того, пенообразование и некоторые

применяемые на практике способы пеногашения ухудшают условия снабжения микроорганизмов кислородом, питательными веществами и отвода продуктов метаболизма.

Наиболее распространенным способом является добавление в пенообразующую среду поверхностно-активных веществ. Все существующие ферментаторы снабжены специальными устройствами для введения пеногасителя и контроля высоты пены в аппарате. Характеристики вспениваемости культуральных жидкостей варьируют в широких пределах. Так, при скорости воздуха 2,4 см/с высота столба пены изменяется от 0,01 до 1 м, длительность достижения этой высоты – от 1 с до 10 мин, а длительность самопроизвольного разрушения – от нескольких секунд до десятков минут. При этом не наблюдается прямой связи между интенсивностью образования и прочностью пены.

Снижение пенообразования может быть достигнуто изменением технологических режимов и конструктивных параметров оборудования. Конструктивно уменьшить пенообразование можно путем увеличения отношения диаметра аппарата к его высоте, более тщательной обработки внутренней поверхности культиватора, снижения частоты вращения мешалки, подбора соотношений между числом и площадью отверстий барботера.

Анализируя существующие на данный момент методы пеногашения (физико-химические, механические, акустические, термические, электрические, технологические, гидро- и аэродинамические) видно, что каждый из них имеет определенные недостатки и их нельзя признать удовлетворительными с точки зрения полноты разрушения пены. Пены могут быть разрушены лишь при использовании комбинации нескольких методов и технологических приемов. В последнее десятилетие наиболее эффективен комбинированный метод химического и механического пеногашения.

Борьба с пенообразованием достаточно сложна и требует не только разработки специальных способов и средств, которые должны основываться на знании механизма пенообразования, но и проведения лабораторных исследований пенообразующих сред.

## О ГИДРОСЕЛЕКЦИИ ПРИ РЕКТИФИКАЦИИ СПИРТА

Скосырева М.А. – студент гр. ТБПВ-01  
Вагнер В.А – к.т.н., доцент.  
Коцюба В.П. – к.т.н., проф.

При производстве спирта важнейшей стадией является ректификация спирта. Процесс ректификации осуществляется в специальных аппаратах – ректификационных колоннах. По числу колонн ректификационные установки разделяются на одноколонные и многоколонные.

С целью улучшения качества элюации в некоторых брагоректификационных установках на современных спиртовых заводах (в зависимости от технологического процесса) предусматривают подачу воды на верхнюю тарелку колонны. Такой прием получил название гидроселекция.

Влияние гидроселекции на характер распределения примесей различно. При отсутствии подачи воды в верхней части колонны наблюдается наибольшая концентрация спирта, при подаче воды – концентрация на верхних тарелках уменьшается. Если же подавать воду в таком количестве, при котором концентрация спирта на верхней тарелке будет равна концентрации его на тарелке питания, то в этом случае концентрация спирта на тарелках концентрационной части колонны будет одинаковой. При увеличении подачи воды концентрация спирта на тарелках верхней части становится меньше концентрации его на тарелке питания. Таким образом, изменяя количество воды, можно регулировать концентрацию спирта на тарелках концентрационной части колонны.

Гидроселекцию применяют в элюационной, разгонной и сивушной колоннах.

Применение гидроселекции в разгонной колонне дает возможность выделить спирт из головной фракции, а головные примеси выделить в концентрированном виде.

В сивушную колонну, на верхнюю тарелку наряду с флегмой подается горячая лютерная вода, что позволяет сконцентрировать компоненты сивушного масла при меньшем числе тарелок и меньшем расходе пара.

При производстве спирта «Люкс» и «Экстра» рекомендуется применение гидроселекции в эспирационной колонне.

Практика применения гидроселекции на спиртовых заводах («Иткульский спиртовой завод», «Мариинский спиртовой завод», спиртовой завод «Ядринский» и других) доказывает целесообразность гидроселекции: минимизируется расход пара, увеличивается концентрация головных, хвостовых и промежуточных примесей, уменьшается концентрация примесей в спирте.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ И ОЧИСТКОЙ ВОЗДУХА

Кудрявцева А.А. – студент гр. МАПП – 92

Терехова О.Н. – к.т.н., доцент

Технология очистки зерна от примесей – это очень трудоемкий и энергоемкий процесс, так как все виды примесей выделить на одной или двух машинах невозможно, поэтому приходится применять целый ряд технологических машин, вследствие чего увеличивается расход электроэнергии, занимают значительные производственные площади.

Все операции с зерном и продуктами его переработки связаны со значительным выделением пыли. Поэтому необходимо производить очистку запыленного воздуха на каждом этапе переработки, что также приводит к увеличению затрат.

Возникает необходимость в создании высокоэффективных методов и устройств, предназначенных для очистки зерна и воздушного потока.

На кафедре МАПП Алтайского государственного технического университета была разработана модель сепаратора для выделения из зерновой смеси примесей, отличающихся от основной культуры массой, аэродинамическими свойствами, линейными размерами, силой трения. Была создана экспериментальная модель сепаратора, и проведены испытания с использованием различных культур. (Эффективность очистки составила 80% при производительности 400 кг/ч).

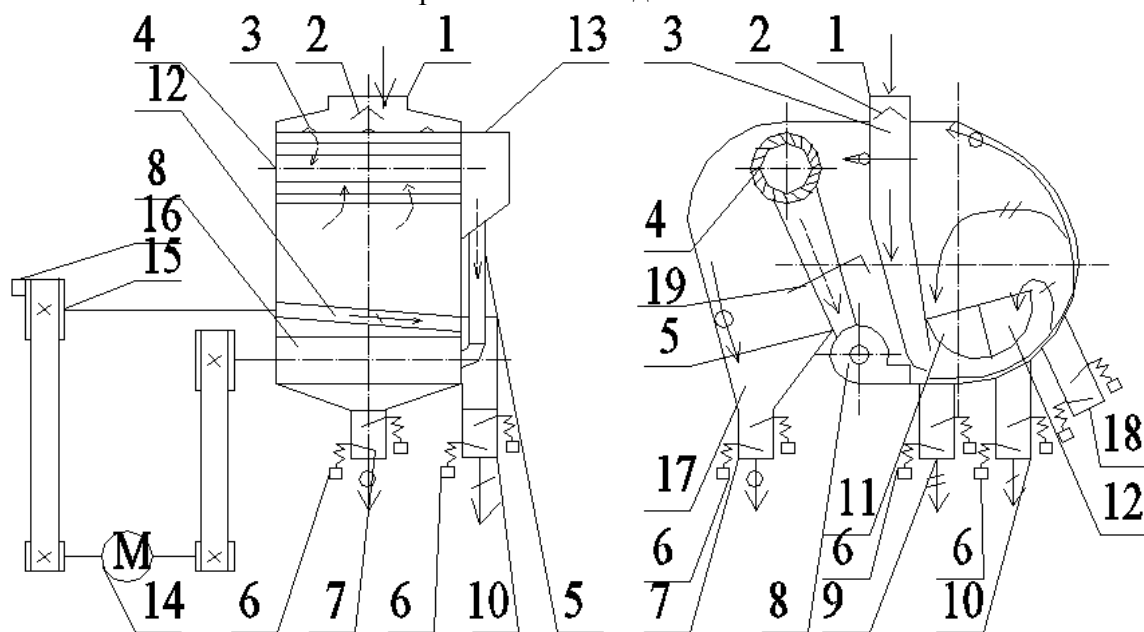
Недостатком предыдущей конструкции было устройство ввода зерновой смеси в рабочую камеру. Зерно подавалось по трубе самотеком, а воздух, двигаясь в рабочей камере, был вынужден «сталкиваться» с этой трубой. Для решения этой проблемы питающий трубопровод был разделен на несколько более мелких трубок эллиптической формы (рисунок 1). Воздух огибает эти трубки и движется к лопастному барабану. Создается выпрямляющая решетка. Исходя из толщины струи на данном участке (рисунок 4) принята высота этой трубчатой решетки.

Пневмосепарирующая система включает в себя пневмосепаратор (рисунок 1) и пылеочистные фильтры (19), работает с индивидуальным вентилятором (8) и смонтирована на сварной раме. Выпускные патрубки, регулировочные заслонки устанавливаются в удобное положение для эксплуатации.

Пневмосепаратор работает следующим образом: зерновая смесь загружается через приемный патрубок (1), распределяется по трубкам и, двигаясь по желобу, зерновки приобретают определенную скорость при их тангенциальном вводе в камеру. На криволинейную поверхность вентилятором (8) тангенциально вводится воздушный поток с заданной скоростью в виде узкой по высоте струи. Ширина аэрозернового потока равна расстоянию между плоскими стенками камеры. При дальнейшем движении воздушной струи (аэропенки) вдоль рабочей поверхности, происходит естественное увеличение струи и уменьшения скорости движения. Зерновки также продолжают движение по поверхности, испытывая, аэродинамическое влияние со стороны воздушного потока. Легкие примеси, увлекаемые воздухом, дос-



тигая конца криволинейной поверхности, вылетают из камеры и попадают на лопастной барабан и в осадочную камеру. Остальные частицы отрываются от этой поверхности в разных местах параболической части и далее движутся свободно внутри камеры, пока не попадут на выводящий лоток, где выводятся в сборник очищенного материала. Тяжелые минеральные примеси скатываются к жалюзийной решетке и выводятся из машины.



--- - воздух; → - исходная смесь; ↗ - очищенное зерно; ↘ - мелкие примеси; ↙ - легкие примеси; ✕ - минеральные примеси; 1 – приемный патрубок; 2 – рассекаль; 3 – трубки; 4 – лопастной барабан; 5 – воздухопровод; 6 – двухгрузовый рассекаль; 7 – выпускное устройство для вывода легкой фракции; 8 – вентилятор; 9 – выпускное устройство для вывода мелкой фракции; 10 – выпускное устройство для вывода очищенного зерна; 11 – лоток для легкой фракции; 12 – лоток для очищенного зерна; 13 – коробка ЦАГИ; 14 – электродвигатель; 15 – ременная передача; 16 – груз – дебаланс; 17 – осадочная камера; 18 – выпускное устройство для вывода минеральной примеси; 19 – пылеочистные фильтры.

Рисунок 1 – Общая схема сепаратора

Очищенное зерно, минеральные, мелкие и легкие примеси выводятся из пневмосепарирующей системы через соответствующие выпускные патрубки.

Пневмосепарирующая система включает в себя следующие узлы: приемный патрубок с распределительными трубками (3), криволинейную рабочую поверхность, лопастной барабан (4), воздухопровод (5), осадочную камеру (17), выпускные устройства (7), (9), (10), (18), двухкамерный лоток для очищенного зерна и мелкой примеси (11, 12), электродвигатель (14).

Воздухопровод состоит из коробки ЦАГИ, пряника и отвода. Для равномерной подачи воздуха служит вентилятор с переходом, ширина выходного отверстия которого равна ширине рабочей камеры. Для периодической очистки воздуха служат фильтровальные задвижки (19), изготовленные из иглопробивного волокна и жести. Выпускные устройства состоят из двухгрузовых клапанов и выпускных патрубков.

Корпус пневмосепаратора, выпускное устройство, вентилятор, электродвигатель установлены на сварной раме (4), изготовленной из швеллеров.

Была проведена серия опытов по распаду воздушной струи. В ходе опытов определены следующие параметры: форма, толщина струи, скорость воздушного потока в различных точках движения воздуха.

Теоретические исследования также подтвердили опытные данные. Были построены графические зависимости максимальной скорости (рисунок 2), скорости воздушного потока (рисунок 3), профиля скоростей (рисунок 4) от угловой полярной координаты.

Толщина струи  $z$ , определяется по формуле (1)

$$z = \Delta + 0.22 \cdot R_0 \cdot (\varphi - \varphi_0), \quad (1)$$

где  $\Delta$  – толщина струи на входе в рабочую камеру, м;

$R_0$  – радиус кривизны криволинейной поверхности, м;

$\varphi_0$  – начальный угол ввода воздушной струи, рад.;

$\varphi$  - переменный угол поворота струи, рад.

Наибольшая скорость  $U_m$  профиля в зависимости от толщины  $z$  струи будет равна:

$$U_m = \frac{U_0 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2 + \frac{z}{\Delta}}}, \quad (2)$$

где  $U_0$  – начальная скорость воздуха, м/с.

Скорость воздуха в рабочей камере определяется по формуле (3)

$$U_\varphi = U_x = \frac{U_m \cdot (z - w)}{z - \Delta}, \quad (3)$$

где  $w = r_T - r$  - координата, аналогичная  $z$ , м;

$r_T$  – радиальная координата точки рабочей поверхности, м;

$r$  – радиальная координата воздуха, м;

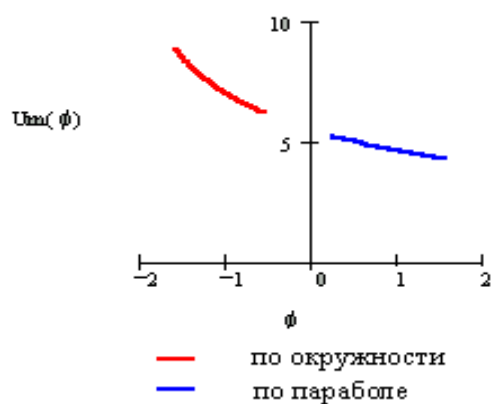


Рисунок 2 – График максимальных скоростей

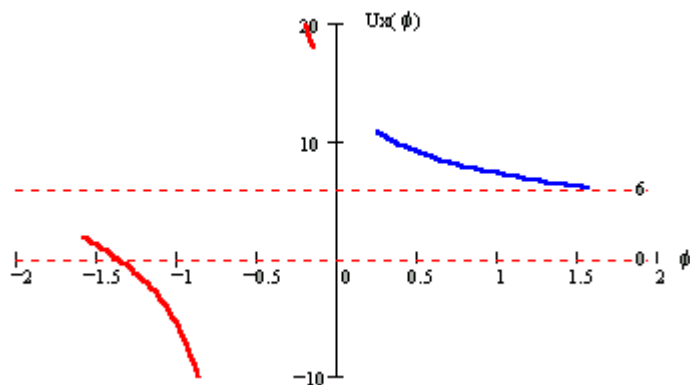


Рисунок 3 – График скоростей воздуха

Как видно из рисунка 3, скорость воздушного потока на выходе из рабочей камеры около 6 м/с, что выше скорости витания легких частиц, то есть они будут уноситься воздушным потоком.

Проведенный теоретический анализ движения частиц по криволинейной поверхности показал, что чем меньше сила трения частицы о поверхность, тем по большему радиусу кривизны она будет перемещаться.

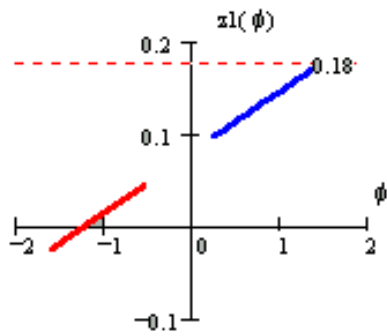


Рисунок 4 – График профиля скоростей

Проведенные опыты показали, что тяжелые частицы сначала движутся по криволинейной поверхности, затем отрываются от нее и падают в сборочный лоток, причем, чем меньше скорость витания частицы, тем больший путь она пролетит. Легкие частицы со скоростью витания  $V_{\text{вит}} < 4$  м/с уносятся воздушным потоком и оседают в осадочной камере. Пыль же вместе с воздухом попадает в вентилятор, и затем, в рабочую камеру. Вследствие чего происходит повышение концентрации пыли, что может привести к пылевому взрыву. Возникает необходимость в очистке воздуха от пыли. Для этого в проектируемой машине на воздухопроводе будут установлены фильтровальные задвижки с тканью, таким образом будет производиться очистка воздуха от пыли.

Свободное движение частицы было исследовано теоретически. Были заданы несколько параметров для различных частиц и построен график траектории частиц при свободном движении.

На основе теоретических и экспериментальных исследований был спроектирован экспериментальный стенд пневмосепарирующей системы.

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

1. Цыбочкина И.С., Коцюба В.П., Основные тенденции и динамика развития рынка питьевой и минеральной воды в Барнауле	3
2. Капранов Е.Н., Коцюба А.В., Хайрулин Д.М., Коцюба В.П. О применении этикетировочных клеев в бродильной промышленности	6
3. Коцюба А.В., Хайрулин Д.М., Капранов Е.Н., Коцюба В.П. Установка для определения относительной погрешности объема алкогольной продукции	8
4. Капранов Е.Н., Коцюба А.В., Хайрулин Д.М., Коцюба В.П. Водостойкость стеклянных бутылок	9
5. Капранов Е.Н., Бабич О.В., Нагорнова О.В., Коцюба В.П. Технологический процесс обработки водно-спиртовых растворов косточковым углем КАУ-В	11
6. Кольтюгина О.В., Щетинин М.П., Филимонова Е.Ю. Использование сухих плодов облепихи в производстве сырковой массы	12
7. Стурова Ю.Г., Белов А.Н., Щетинин М.П. Сычужный сыр с ускоренным сроком созревания	15
8. Писарева Е.В., Щетинин М.П., Мелешкина Л.Е. Технология мороженого со злаковым наполнителем	17
9. Хавров Я.В., Щетинин М.П. Влияние режимов прессования и созревания на формирование консистенции сычужного сыра	19
10. Юшков Д.В., Игуменов С.О., Гаркуша Н.Н. Интенсификация процесса пылеочистки в комбинированном горизонтальном циклоне (КГЦ)	21
11. Кудрявцева А.А., Терехова О.Н. Пневмосепарирующая система с замкнутым циклом и очисткой воздуха	23
12. Золотарев А.К., Свирень М.В., Яковлев А.В., Тарасов В.П. Сравнительные характеристики систем транспорта зерна на мукомольном заводе	25
13. Якушев С.В., Анисимова Л.В. Влияние гидротермической обработки зерна на углеводный комплекс гречневой и овсяной муки	26
14. Голик А.Б., Лузев В.С. Использование методов цифровой обработки изображений в гранулометрическом анализе зернопродуктов	28
15. Гарш З.Э., Лобова Е.В., Шабович М.А., Устинова Л.В. Определение стекловидности зерна пшеницы методом цифрового анализа изображений	30
16. Захарова А.С., Козубаева Л.А. Производство крупяного хлеба	33
17. Кузьмина С.С., Козубаева Л.А. Использование уксусной кислоты при подготовке зерна к диспергированию	34
18. Бирюкова Я.В., Зеленова Е.С., Козлов И.Ю., Коцюба В.П. О контроле знаний по учебной дисциплине «Технологическое оборудование предприятий бродильных производств»	36
19. Самарина Н.А., Коцюба В.П. Проблемы обработки и розлива минеральных вод	37
20. Бачкова Е.В., Коцюба В.П. О проблеме пеногашения при производстве ферментов	38
21. Скосырева М.А., Вагнер В.А., Коцюба В.П. О гидроселекции при ректификации спирта	39
22. Кудрявцева А.А., Терехова О.Н. Исследование работы пневмосепарирующей системы с замкнутым циклом и очисткой воздуха	40