

Авторефер
Г 36

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА

Для служебного пользования

экз. № 135

На правах рукописи

Аспирант Н.В. ГЕОРГИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЭЛЕМЕНТОВ МОЕЧНО-ОБЕЗВОЖИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ
ДЛЯ МУКОМОЛЬНЫХ МЕЛЬНИЦ

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель —
профессор Л.И.Котляр

Одесса — 1966

Авторефер
Г 36

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА

Для служебного пользования

экз. № 135

На правах рукописи

Аспирант Н.В. ГЕОРГИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЭЛЕМЕНТОВ МОЕЧНО-ОБЕЗВОЖИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ
ДЛЯ МУКОМОЛЬНЫХ МЕЛЬНИЦ

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель -
профессор Л.И.Котляр

ОНАХТ 27.09.10
Технологические иссл



v017877



Одесса - 1966

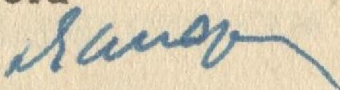
Одесский технологический институт имени М.В.Ломоносова направляет Вам автореферат диссертационной работы аспиранта Н.В. Георги „Технологические исследования элементов моечно-обезвоживающей установки для мукомольных мельниц“, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Защита состоится 25 ноября 1966 года.

Ваши отзывы (в 2-х экземплярах) просим направить по адресу: г. Одесса, ул. Свердлова, 112, Одесский технологический институт имени М.В. Ломоносова.

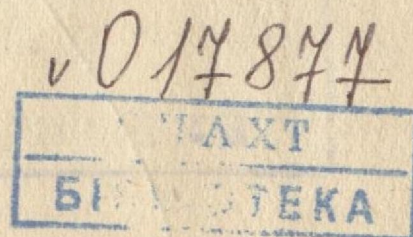
Ученый секретарь Совета

(Л.А.Запорожец)



Экспериментальная часть работы выполнена в лаборатории кафедры „Технологическое оборудование“ Одесского технологического института имени М.В. Ломоносова (1961-1965 гг.).

Производственно-технологическая проверка некоторых результатов лабораторных исследований проведена на мельничном комбинате № 2 в г. Одессе (1965-1966 гг.).



В Программе КПСС указано, что одной из государственно важных задач является ускорение научно-технического прогресса, совершенствование техники и технологии производства на основе современных достижений науки, которая в полной мере становится непосредственной производительной силой. Поэтому в Директивах XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966-1970 годы предусмотрена необходимость всемерного развития научных исследований и планомерного использования их результатов, обобщенных в виде прогрессивных и экономичных решений актуальных производственно-технических задач.

Перед мукомольной промышленностью также поставлен комплекс народнохозяйственно важных задач, направленных на повышение уровня продовольственного использования зерна, на увеличение выработки муки высокого качества и широкого ассортимента при минимальных трудовых и материальных затратах.

Успешному решению указанных задач в значительной мере способствует рационально проводимая гидромеханическая обработка зерна при подготовке его к помолу. Технологически эта операция направлена на осуществление эффективной очистки покровных тканей зерновок от плотных пылевых отложений и от микрофлоры, особенно в местах труднодоступных механическому воздействию рабочих органов ударно-бичевых машин.

В результате гидромеханической обработки зерна и последующего обезвоживания его: а) улучшается санитарно-микробиологическое состояние покровных тканей; б) целесообразно изменяются физико-технологические свойства зерна и проявляется адсорбционный эффект понижения прочности его, происходит, как указывает Я.Н. Куприц, изменение структурно-механических свойств оболочек и эндосперма - деформативных, прочностных и упруго-кинетических; в) повышаются хлебопекарные и пищевые достоинства получаемой муки. Следовательно, режим гидромеханической обработки и последующего обезвоживания зерна должен быть сообразован с эффективной реализацией технологических задач санитарно-микробиологического улучшения его, структурно-механического и химико-биологического преобразования в процессе кондиционирования.

Пылевые отложения на покровных тканях зерна представляют связные либо „полусвязные“ двухфазные и, реже, трехфазные системы полиагрегатного сложения различной прочности. Размываемость отложений водой обуславливает химический, минералогический и гранулометрический составы частиц, их плотность, влагоемкость и связность.

По данным выборочного обследования запыленность покровных тканей находится в интервале $1,9 \div 4,7$ г/1 кг зерна, зольность пыли — $21 + 53\%$, „микробное число“ — $4 \div 800$ тысяч клеток/1 г зерна. Значительная количественная и качественная вариабельность „загрязнений“ сказывается на эффективности гидромеханической обработки зерна.

Применяемые в мукомольном производстве моечно-обезвоживающие машины недостаточно эффективны и требуют значительного расхода воды. Поэтому для мукомольных мельниц весьма актуальным является рациональное решение производственно значимой задачи создания высокоэффективной моечно-обезвоживающей установки, оперативно настраиваемой на оптимальный режим исходя из физико-технологических свойств обрабатываемого зерна.

Комплекс предварительно проведенных поисковых исследований обусловил целесообразность такого построения реферруемой работы:

1. Рассмотрение конструктивно-технологических решений моечно-обезвоживающих машин для зерна в связи с обсуждением результатов исследования эффективности их действия.

2. Экспериментальное исследование рациональности возбуждения в моещей воде упругих колебаний звукового либо ультразвукового диапазона частот для интенсификации непрерывно-поточного процесса мойки зерна пшеницы и обоснование типа преобразователя.

3. Сопряженное с опытным конструированием гидроакустическое испытание проточного многостержневого гидродинамического излучателя-концентратора (МГИК) и технологические испытания эффективности моеющего действия последовательно сочлененной системы МГИК.

4. Исследование гидравлической крупности зерна пшеницы в связи с обоснованием условий надежного транспортирования его в пульпопроводе, образованном системой МГИК.

5. Исследование обезвоживающего воздействия на зерно усеченноконической центрифуги и экспериментальное обоснование основных параметров ее.

6. Экспериментальная оценка эффективности фотобиологического способа обеззараживания отработавшей воды в статических и динамических условиях при неполностью замкнутой циркуляции ее.

7. Исследование осветляющего действия двухпродуктовых гидроциклонов при очистке моечных вод от дисперсной фазы (суспендированной пыли).

8. Производственно-технологические испытания установки для гидромеханического осветления отработавшей моечной воды и частичного обеззараживания ее ультрафиолетовой радиацией.

Технологические исследования указанных средств интенсификации мойки и обезвоживания зерна пшеницы были совокупно направлены на то, чтобы в возможной мере обосновать предпосылки, необходимые для конструирования высокоэффективного опытно-промышленного образца моечно-обезвоживающей установки при неполностью замкнутой циркуляции в ней отработавшей воды.

При изучении эффективности действия отдельных элементов и технологически сопряженной совокупности их устанавливали зависимость результативных параметров от факториальных, дискретно регулируемых и активно контролируемых; при этом для упрощения исключали из рассмотрения некоторые возмущающие влияния, допуская их усредненными во времени. К таким технически ограничиваемым воздействиям следует отнести вариабильность питания, физико-технологических свойств зерна, собственно случайных и функциональных погрешностей в качестве обработки последнего.

Реферируемая работа состоит из введения и 8 глав, изложенных на 335 страницах, включающих 131 рисунок. Список источников литературы содержит 230 наименований. Ста-

статистические зависимости представлены графически; в необходимых случаях они аппроксимированы аналитическими выражениями, полученными выравниванием рядов распределений по способу наименьших квадратов либо моментов. Для оценки рассеяния и колеблемости вариантов производили вычисление основных статистических характеристик и вероятнейших ошибок измерений.

В первой главе „Принципы действия моечно-обезвоживающих машин и обсуждение результатов исследований процесса мойки зерна в воде“ приведен краткий обзор физических явлений, происходящих при гидромеханической обработке зерна, рассмотрены принципы действия моечно-обезвоживающих машин в связи с результатами исследования эффективности их действия (по данным П.П. Пересечного, Г.М. Левягина, С. Н. Бендерского, Н. И. Кудрявцева, А.Я. Соколова, Л.Е. Айзиковича и др.), определены основные критерии для оценки технологической эффективности гидромеханической обработки зерна и его обезвоживания.

Классификация зерноочистительных моечно-обезвоживающих машин по наиболее существенным и практически важным технологическим признакам позволяет заключить, что посредством этих машин в различной мере реализуют совокупность таких обработочных операций: а) предварительное смачивание покровных тканей зерна водой для предразрушения плотных пылевых отложений; б) безнапорный (эрозионный) и напорный размыв последних; в) отсадка гидродинамически тяжелых засорителей в результате торможения зерновок турбулентными вихрями, возникающими в пульсационных потоках воды, и выделение гидродинамически легких засорителей путем пенной флотации их; г) обезвоживание зерна при частичном центрифугировании и аэромеханическом подсушивании его, а также вследствие естественного дренирования воды. В некоторых машинах предусмотрена возможность непосредственной рециркуляции отработавшей воды без очистки ее.

Наиболее полно комплекс указанных операций реализован в комбинированной моечно-обезвоживающей машине, применяемой в СССР и ряде зарубежных стран. Однако из сопоставления данных литературы и испытаний Харьковской МИС, а также по результатам проведенного нами технического обследо-

ния можно заключить, что серийно выпускаемая моечно-обезвоживающая машина модели ЗКМ-60 конструктивно и технологически не удовлетворяет задаваемым требованиям.

При значительном расходе воды - $2 \div 3 \text{ м}^3$ на 1 тонну обрабатываемого зерна - крайне недостаточно очистительное и обезвоживающее воздействие на зерно: а) снижение зольности находится в пределах $0,04 \div 0,07\%$; б) приращение влажности - $3,2 \div 3,8\%$.

Недостаточно интенсивное обезвоживание исключает возможность гидромеханической обработки влажного зерна. К тому же, устаревший и технологически несовершенный принцип действия отжимной колонки не сообразован с физико-технологическими особенностями увлажненных зерновок: при весьма интенсивном ударно-стирающем воздействии на зерно крыльчатого-лопастного ротора и перфорированной обечайки происходит нарушение целостности покровных тканей и деформирование зерновок; содержание разрушенных зерновок достигает $3,5\%$. Эффективность аэромеханического подсушивания нестабильна - она зависит от влажного дефицита воздуха.

Попутная гидродинамическая отсадка и пенная флотация „тяжелых“ и „легких“ засорителей не только недостаточна - количественно и качественно, но обуславливает значительные потери продовольственно ценного зерна.

Несовершенство машины снижает ее надежность - безотказность, долговечность и ремонтпригодность, а конструктивная сложность обуславливает значительные габаритные размеры и металлоемкость.

Смачивание зерна - образование на поверхности его тонкого адсорбционного слоя жидкости, скорость поглощения влаги оболочками и эндоспермом обуславливает не только совокупность таких факторов как интенсивность загрузки моющего элемента машины, анатомо-морфологическое строение и состояние покровных тканей и восковидного слоя зерна, содержание и гранулометрический состав минеральной и органической пыли, прочность связи ее с подложкой, содержание в моющей среде поверхностно-активных веществ. Существенным является также быстроедействие моющих элементов, скорость относительного перемещения зерна в воде, температура, жесткость

и степень аэрирования последней. Интенсивность поглощения влаги зерном обуславливает и приложенное давление.

Для достижения технологически оптимальной влажности мытого зерна процесс механического обезвоживания его необходимо осуществлять в силовом поле высокой напряженности при минимальном ударно-стирающем воздействии на зерно; такое нагружение зерновок должно исключать нарушение целостности покровных тканей и развитие в них микротрещин.

В качестве основных критериев для оценки эффективности действия элементов моечно-обезвоживающей установки в проводимых исследованиях было принято снижение запыленности и микробной обсемененности покровных тканей, степень разрушения зерновок и изменение их влажности. Совокупную оценку эффективности процесса гидромеханической обработки зерна базировали на материально балансируемых расчетах, основанных на фильтровании контрольных суспензий и определении количества и зольности сухой пыли в зерне до и после обработки, вычислении по балансу этих значений для отшелушенной пыли.

В заключении главы приведена программа исследований, состоящая из 32-х серий. В связи со сложностью процесса гидромеханической обработки зерна и его обезвоживания рациональное планирование исследований в виде отдельных серий многофакторных экспериментов должно было позволить объективно оценивать эффекты взаимодействия сравнительно большого числа варьируемых независимых переменных, выявлять оптимальный состав многокомпонентной системы и устанавливать в связи с этим оптимальные условия протекания изучаемого технологического процесса.

Обзорное рассмотрение литературы, освещающей факториальные и результативные параметры очистки поверхности твердых тел от различных загрязнений, а также кинетику этого процесса, позволяет по аналогии считать, что к технологически рациональным средствам интенсификации гидромеханической обработки зерна пшеницы следует отнести сообщение воде упругих колебаний с достаточно большой амплитудой в звуковом ($f \leq 20$ кгц) и сравнительно низком ульт-

развуковом ($50 \text{ кгц} \geq f > 20 \text{ кгц}$) диапазоне частот при средней интенсивности акустического поля $J_n \approx 8 \text{ вт/см}^2$. В этих условиях в жидкости возникает ряд физических и физико-химических эффектов, могущих привести к достаточно равномерной передаче обрабатываемым зерновкам энергии сравнительно высокой интенсивности. Возникающая акустическая кавитация, развитию которой способствует аэрирование и подогрев воды, должна обусловить интенсивный размыв и отслаивание полчагратных загрязнений, имеющих различные прочность и адгезионную связь с подложкой. В результате развивающихся кавитационных разрушений следует ожидать существенного повышения степени очистки покровных тканей зерновок от пылевых отложений и микрофлоры. Вместе с тем, интенсивные акустические колебания ускоряют тепло- и массообмен.

Вторая глава „Экспериментальное исследование рациональности использования упругих акустических колебаний воды для интенсификации мойки зерна пшеницы“ посвящена рассмотрению физико-технологических и микробиологических изменений зерна, происходящих при со-общении моющей непроточной воде колебаний указанного вы-ше звукового и ультразвукового диапазона частот. Учитывая необходимость достаточно широкого варьирования параметров акустического поля ($f = 15 \div 50 \text{ кгц}$ при интенсивности до 8 вт/см^2), для возбуждения упругих колебаний воды был использован магнито-стрикционный излучатель с ламповым ге-нератором.

Технологические исследования при различной запылен-ности покровных тканей зерна в условиях варьирования вре-менных, акустических, теплофизических и аэромеханических параметров показали, что озвучивание воды значительно ин-тенсифицирует гидромеханическую обработку зерна: запылен-ность покровных тканей снижается на $96 \div 97\%$, микробиаль-ная обсемененность — на $92 \div 96\%$. Однако при избранной частоте и интенсивности ультразвукового поля воздействие его на отработавшую воду не является бактерицидным: на-оборот, „микробное число“ увеличивается. Аэрирование воды, обуславливая существенное снижение (до 96%) бактериальной загрязненности зерна, также приводит к возрастанию микро-

бнальной обсемененности отработавшей воды. Турбулентное перемешивание суспендированных частиц в совокупности с диспергирующим воздействием на них упругих колебаний воды замедляет процесс гравитационного осветления последней.

Ультразвуковой метод интенсификации гидромеханической обработки зерна способствует улучшению его структурно-механических свойств (ударная прочность снижается на $9 \div 15\%$ в зависимости от крупности зерновок), обуславливает повышение размолосопособности и биологической активности (всхожести и энергии прорастания). Расход энергии на измельчение озвученной пшеницы, находясь в прямой зависимости от общей стекловидности зерна, снижается на $5 \div 10\%$ (по сравнению с пшеницей, мытой обычным способом).

Положительно изменяются и некоторые показатели, характеризующие хлебопекарные достоинства получаемой муки: по количественной и качественной оценке сырой клейковины, образующейся при замесе, по изменению физических свойств теста (его газодерживающей и водопоглотительной способности, измеряемой посредством альвеографа и фаринографа), по геометрии выпеченного хлеба.

Технологическую целесообразность ультразвуковой обработки зерна подтверждают и экспериментальные исследования П.Г. Демидова и А.А. Кочетовой. Этими исследованиями, в частности, установлено улучшение процесса образования крупок при помоле зерна, снижение содержания клетчатки в муке, а крахмала в отрубях.

Сопоставление избранных критериев для оценки эффективности гидромеханической обработки зерна в непроточной озвучиваемой воде позволило выявить технологически оптимальные гидроакустические, временные, теплофизические и аэромеханические параметры осуществления процесса: а) частота упругих колебаний воды — 15 кгц; б) интенсивность акустического поля — ~ 8 вт/см²; в) продолжительность обработки — 30 сек; г) температура воды — $40 \div 50^\circ \text{C}$; д) расход барботируемого воздуха — $0,18 \div 0,24 \frac{\text{л}}{\text{мин}} / 1 \text{ дм}^2$; е) толщина слоя обрабатываемого зерна — $3 \div 5$ мм.

Поскольку магнитострикционные излучатели неэкономичны, технически сложны (требуют применения высокочас-

тотных ламповых генераторов), недостаточно надежны в эксплуатации, — рационально применить гидродинамические излучатели-пульпопроводы, обеспечивающие достаточно равномерную и интенсивную обработку зерна. К тому же, гидродинамическое озвучивание воды, по сравнению с магнито-стрикционным, более эффективно: при тридцатисекундном озвучивании моющей среды степень очистки покрова зерновок от пылевых отложений возрастает примерно на 15 %.

Указанные выше оптимальные параметры упругих колебаний моющей среды были приняты в качестве отправных в дальнейших исследованиях, связанных с выбором типа и созданием технологически специализированного гидродинамического излучателя. Подаваемая под давлением на острия стержней вода должна не только возбуждать упругие колебания резонатора с достаточно ограниченным спектром частот, преобразуя таким образом механическую энергию струй жидкости в звуковую энергию, поглощаемую в основном зерновками. Она как транспортирующий и рабочий (моющий) агент должна непрерывно и надежно перемещать по пульпопроводу зерно, подвергая его одновременно интенсивной гидромеханической обработке. Таким образом взаимно связываются и совмещаются технологические и транспортные движения зерновок.

В третьей главе „Обзор принципов действия и конструкций гидродинамических излучателей и результаты исследований их“ рассмотрены применяемые в технике гидродинамические излучатели (ГДИ) и основные выводы из научно-экспериментальных исследований Ф.Ф.Черножукова, В.М.Фридмана, Г.Я.Брейтбарта и А.В.Кортнева, Л.Б.Котлярского, М.А.Погера и других, а также изложены результаты наших исследований; приведены данные гидроакустических испытаний в статических и динамических условиях разработанного проточного многостержневого гидродинамического излучателя-концентратора (МГИК); в связи с изучением гидравлической крупности фракционированного зерна пшеницы различных сортов — Дружба, Мичуринка, Од-16 — и рядовой произведена оценка и экспериментальная проверка гидротранспортирующей способности четырехэлементной системы МГИК; в заключение изложены основные результа-

ты технологических испытаний поточной моечно-обезвоживающей установки при восьми комбинационных вариантах комплектования ее (рис. 1) такими элементами, как корытная мойка (КМ), барботер (Б), пенно-флотационная камера (ПФК), система последовательно действующих МГИК, напорный гидротранспортер инжекционного типа (ГТ), отжимная колонка для обезвоживания зерна (ОК), действующая при различных динамических режимах, оцениваемых критерием Фруда - Fr .

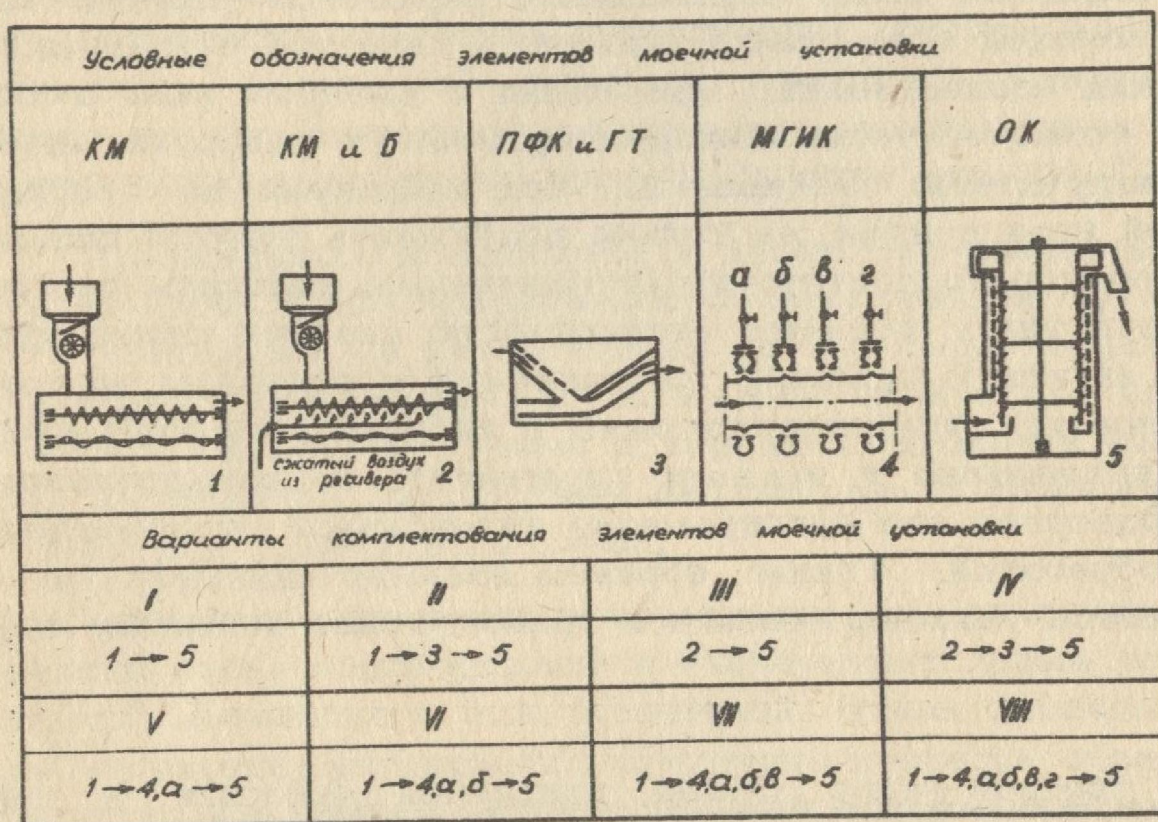


Рис. 1. Комбинационные варианты комплектования элементов моечно-обезвоживающей установки

При гидроакустических исследованиях измеряли : а) частоту колебаний резонатора ГДИ (посредством закрепленного на стержне резонатора титанат-бариевого датчика, напряжение с которого подавали через широкополосный усилитель на частотомер ИЧ-7, ламповый вольтметр ВЗ-ЗА, электронный осциллограф ЭО-7 и анализатор спектра АСЧХ-1 - прибор для оценки распределения амплитуд сложного колебания по частотам синусоидальных составляющих); б) звуковое давление (посредством шаровидного титанат-бариевого датчика, присоединенного к ламповому вольтметру); в) давление

воды на входе в сопла излучателя (по пружинному манометру); г) действительный суммарный расход воды через сопла пользуясь двухкамерным мерным баком.

Применяемые в технике пластинчатые и многостержневые гидродинамические излучатели не удовлетворяют комплексу эксплуатационно-технических требований, связанных с достижением равномерно-интенсивной гидромеханической обработки зерна в процессе его транспортирования.

Созданный многостержневой проточный излучатель-концентратор, являющийся одновременно пульпопроводом, позволяет получить акустическое поле сравнительно высокой интенсивности - до $2,5 \text{ вт/см}^2$ - при максимальном диапазоне частот колебаний стержней резонатора в интервале $12 \div 16 \text{ кгц}$. Выявлена минимальная скорость истечения воды из сопел, при которой упругие колебания стержней не возбуждаются; при увеличении скорости истечения достигается резонансная частота, которая является максимально возможной. Оперативное изменение давления воды на входе в сопла в интервале $7 \div 11 \text{ кг/см}^2$ и установочное изменение радиального и осевого зазоров в сопряжении „сопла - острия стержней резонатора“ (в интервалах $0,63 \div 3,70 \text{ мм}$ и $0,05 \div 0,40 \text{ мм}$) совместно либо раздельно позволяют варьировать частоту упругих колебаний последних для настройки ГДИ на технологически оптимальный режим. По сравнению с веерообразным распределением воды направленно ориентируемая подача ее непосредственно на стержни, не оказывая заметного влияния на гидроакустический режим излучателя, почти в 2 раза уменьшает потребность в рабочей жидкости.

Наиболее полно удаляются пыль и микроорганизмы, особенно из складчатых мест зерновок, при напорном гидротранспортировании их через систему МГИК; в этих условиях, даже в режиме замкнутой циркуляции воды в установке, эффективность очистки покровных тканей практически не снижается и при водном модуле $q_v = 0,6 \text{ л/1 кг}$ зерна, содержания взвешенных веществ в воде $1,2 \text{ г/л}$.

Таким образом, геометрическая и гидроакустическая характеристика МГИК способствует как концентрации упругих колебаний в ограниченном пространстве, используемом

для гидротранспортирования зерна, так и созданию достаточно равномерного и интенсивного звукового поля, при котором достигается примерно одинаковая индивидуальная обработка зерновок независимо от расстояния их до источника колебаний — резонатора.

Надежно транспортирующую скорость перемещения гидросмеси в горизонтальном пульпопроводе предопределяет значение гидравлической крупности одиночных зерновок. Для четырех указанных сортов пшеницы установлено, что гидравлическая крупность зерна с различной размерной характеристикой находится в интервале $8,8 \div 11,3$ см/сек. При этом надежно транспортирующая скорость зерна в горизонтальном пульпопроводе в $3,5 \div 4,5$ раза больше указанного значения гидравлической крупности.

Последовательное сочленение ряда МГИК позволяет осуществлять комбинационное включение различного числа их для установления необходимой расходной скорости воды в пульпопроводе исходя из физико-технологических свойств перемещаемого зерна. Аналогичное временное регулирование может быть достигнуто путем несимметричного разбиения струй воды, направляемых из сопел на острия стержней резонатора.

Усовершенствованный вариант МГИК позволяет оперативно осуществлять необходимую очистку сопел, изменение асимметрии разбиения струй на остриях стержней резонатора; это создает предпосылки для автоматизации управления указанными операциями.

Повышение энергетического коэффициента полезного действия ГДИ следует ожидать при возможно меньшем расходе воды для технологически оптимального режима колебательной системы, в условиях обеспечения минимальных потерь энергии при направлении струй жидкости из сопел на стержни резонатора, использования остаточной энергии струй (после возбуждения колебаний резонатора) для формирования потока воды, транспортирующего зерно.

Исследование МГИК показало, что расход воды обусловлен не условиями надежного гидротранспортирования зерна, а необходимостью получения такой скорости истечения

воды из сопел, при которой возбуждается около = либо резонансные колебания стержней. Следовательно, резкое сокращение расхода может быть достигнуто в условиях применения гидродинамического излучателя с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости, возмущающей резонатор. Такая задача реализуется в разработанном пластинчатом излучателе-пульпопроводе. Испытание одного элемента такого излучателя показало, что двухсопловый вариант по сравнению с односопловым обуславливает увеличение частоты в $1,2 \div 1,3$ раза и примерно вдвое амплитуды колебаний резонирующей пластины.

Комплексными технологическими испытаниями моечно-обезвоживающей установки в восьми комбинационных вариантах лабораторного комплектования элементов ее (по рис.1) и при полностью замкнутой циркуляции отработавшей воды установлено: а) эффективность действия установки в I варианте сравнительно низка - снижение зольности зерна не превышает 0,06 %, а по мере загрязнения воды зольности мытого и исходного зерна сближаются; б) наиболее высокая эффективность действия установки в I, II, III и IV вариантах при аэрировании моеющей воды воздухом и использовании напорного гидротранспортера для передачи зерна в отжимную колонку; в) V, VI, VII и VIII варианты комплектования установки позволяют нарастающе повышать эффективность очистки, приближая зольность зерна мытого к зольности „чистого“ (полученного путем многократного ополаскивания в чистой воде) при запыленности покровных тканей 0,32 % и зольности остаточной пыли в окрестности 14 % ; г) наложение на зерновую пульпу акустического поля, создаваемого системой последовательно действующих МГИК, приводит, в зависимости от числа работающих излучателей, к некоторому увеличению конечной влажности зерна - примерно на 0,2 - 0,4 %.

Изучение возможности многократного использования отработавшей воды для гидромеханической обработки зерна было проведено по технологической схеме варианта VIII при таких средних значениях: продолжительность опыта 60 мин, подача зерна 680 кг/час, начальная запыленность покрова зерновок 0,11%, водный модуль 0,6 л/1 кг зерна. В этих условиях содержание взвешенных частиц в отработавшей воде

достигает 1,2 г/л, но по запыленности покровных тканей зерно, мытое в такой воде, практически не отличается от мытого в хозяйственно-питьевой; однако возрастает микробная обсемененность зерна, существенно снижается эффективность обеззараживания воды при облучении ее ультрафиолетовыми лучами. Следовательно, с санитарно-микробиологических позиций отработавшую воду перед подачей ее в обеззараживающую установку необходимо осветлять.

Таким образом, комплексные технологические испытания моечно-обезвоживающей установки подтвердили рациональность применения системы МГИК в качестве средства интенсификации гидромеханической обработки зерна при значительном снижении расхода воды на эти цели; применение теплой и аэрируемой воды повышает эффективность процесса. Система МГИК образует достаточно надежно действующий пульпопровод. Однако обезвоживание зерна в отжимной колонке по-прежнему является лимитирующей операцией.

В четвертой главе „Технологическое исследование возможности интенсификации процесса обезвоживания мытого зерна“ рассмотрены пути повышения эффективности действия отжимной колонки, обзорно изложены исследования применяемых в технике обезвоживающих центрифуг, приведены результаты экспериментального исследования эффективности обезвоживания мытого зерна в разработанной усеченноконической центрифуге с инерционной выгрузкой.

Увеличение значения F_r со 100 до 340 для отжимной колонки, не вызывая существенного снижения конечной влажности B_n мытого зерна (значение B_n уменьшается всего лишь на 0,6%), приводит к значительному и поверхностно глубокому механическому повреждению оболочек и зародыша зерновок, к частичному разрушению последних (число различным образом деформированных зерновок увеличивается на 5,5%). При этом в эндосперм извне попадают отложения и микроорганизмы, а в отработавшую воду вымываются высокодиспергированные и трудноотделимые частицы крахмала.

Поисковое изыскание рациональных способов интенсификации обезвоживания мытого зерна показало, что техноло-

гически приемлемое приращение влажности — до 1,0% — может быть достигнуто при центрифугировании его в перфорированных кассетах в течение 30 сек в условиях динамического режима, характеризуемого значением $Fr > 1000$. Поэтому, полагаем, что к числу основных причин, обусловивших недостаточную эффективность центрифужного способа обезвоживания мытого зерна при исследованиях во ВНИИЗе (1959 г.) и ВНИЭКИПродмаше (1961 г.), следует отнести выбор малого значения фактора разделения — $Fr = 180 \div 220$.

Испытания созданной усеченноконической центрифуги с инерционной верхней выгрузкой зерна, принципиально аналогичной применяемой для обезвоживания твердых материалов, показали технологическую целесообразность применения ее для отделения влаги с поверхности зерновок: при $Fr = 1000$ и угле раскрытия перфорированного усеченноконического ротора $2\alpha = 54^\circ$ значение ΔB не превышает 1,2% в широком диапазоне варьирования подачи зерна к разгрузочному фронту — $q_3 = 1 \div 7 \frac{\text{кг}}{\text{час}} / 1 \text{ см}$. Экспериментально установленная рациональная конфигурация несложного направляюще-разгрузочного насадка позволяет существенно уменьшить количество деформированных и разрушенных зерновок — до 0,6%.

Предварительные испытания созданной конструктивно и эксплуатационно более простой непрерывно действующей усеченноконической обезвоживающей центрифуги с нижней выгрузкой зерна показали сравнительно высокую технологическую эффективность ее действия.

Интенсификация процесса гидромеханической обработки зерна должна сопровождаться снижением расхода воды, которое следует базировать не только на уменьшении водного модуля, но и на частичной рециркуляции отработавших вод, обеспечив в различной мере многократность их использования.

По данным Е.Н. Мишустина и Л. А. Трисвятского, О.П. Подъяпольской, Я.И. Раутенштейна и др., а также по данным обследований, проведенных ^{х/} на Одесском мелькомбинате № 2, установлена высокая микробная обсеменен-

х/ Микробиологические анализы выполнены Л.Г. Атанас

ность покровных тканей, достигающая 1 млн клеток, отнесенных к массе зерна в 1 грамм; микрофлору зерна преимущественно образуют неспороносные бактерии, менее представительны споровые бактерии и споры плесневых грибов, обнаруживаются и патогенные бактерии.

В некоторых исследованиях, полагаем, переоценивается санитарно-показательное значение бактерий группы кишечной палочки (коли-индекса). В материалах У1 Всесоюзной конференции по вопросам санитарной микробиологии (март 1966 г.) указано (Н.П. Нефедьева, Институт питания АМН СССР) на целесообразность пересмотра бактериальных норм качества пищевых продуктов, подвергающихся последующей тепловой обработке. В настоящее время не определены требования к микробиальному фактору воды, используемой для гидромеханической обработки зерна. Е. Н. Мишустин и Л.А. Трисвятский считают, что в 1 мл моеющей воды число бактерий должно быть до 500, а коли-индекс не более 3. Ф.М. Чистяков и К.А. Мудряцева-Висс указывают, что вода колодцев признается доброкачественной, если число бактерий в 1 мл до 1000, а коли-индекс не более 10. Такой же коли-индекс (10) установлен в США для питьевой воды. Поэтому для комплексной оценки эффективности действия водоочистительных устройств научно-практический интерес должно представить обоснованное установление по „микробному числу“ нормативного качества частично осветленной и обеззараженной отработавшей воды при повторном использовании ее для целей гидромеханической обработки зерна.

Моечная вода, отработавшая в комбинированных машинах, представляет сложную многокомпонентную систему; в ее состав входят суспендированные частицы различного происхождения: органического — 74 ÷ 82%, минерального — 18 ÷ 26%; общая концентрация взвешенных частиц колеблется от 0,5 до 3,0 г/л; число микробов в 1 мл воды варьирует в значительных пределах: по данным А. Я. Соколова, Ц.Р. Зайчика и С.М. Когана — 40 тыс ÷ 200 тыс колоний, П.В. Попова и Н.В. Роменского — 300 тыс ÷ 400 тыс, В.Я. Гиршсона — 1,5 млн, по данным анализов, проведенных Л. Г. Атанас, — 6 тыс ÷ 5 млн, А.Д. Чмыря — до 20 млн.

Технически и экономически целесообразно для минимизации численного состава микроорганизмов в отработавшей

моечной воде использовать сравнительно несложные и высокопроизводительные безреагентные физические способы обеззараживания, которые должны быть реализованы в виде малогабаритных элементов, легко встраиваемых в моечно-обеззараживающую установку.

Исследованиями В.Ф. Соколова, В.И. Брежнева и др. выявлено высокое инактивирующее (бактерицидное) действие коротковолновой ультрафиолетовой (УФ) радиации и целесообразность использования ее при приготовлении хозяйственно-питьевой воды. Такой способ обеззараживания принципиально исключает „бактериологические прорывы“, которые наблюдаются при реагентной очистке.

В пятой главе „Исследование эффективности действия бактерицидных ламп при обеззараживании отработавших моечных вод“ обзорно рассмотрен комплекс вопросов о микрофлоре сточной воды, а также зерна при гидромеханической обработке его; обсуждены результаты исследований и производственно-технологических испытаний различных способов дезинфекции воды – реагентных (химико-биологических) и безреагентных (физических – с применением ультразвука, ионизирующего гамма-излучения и центрифугирования в многотарельчатых сепараторах-осветлителях); по данным лабораторных исследований произведена санитарно-микробиологическая оценка эффективности фотобиологического способа обеззараживания воды УФ радиацией.

Производственно-технологические испытания установок по осветлению и обеззараживанию отработавшей моечной воды (на Московском мелькомбинате им. А.Д.Цюрупы – 20-ые годы, на Одесском мелькомбинате № 2 – 30-ые годы) показали, что комбинированное применение различных отстаиво-фильтрационных способов очистки и реагентного обеззараживания ее (активным хлором) не только недостаточно эффективно, но эксплуатационно-технически сложно, требует создания громоздких надземных и подземных сооружений.

Судя по опубликованным результатам исследований, для обработки сточных вод перспективно использование ультразвука высокой частоты и интенсивности, а также применение быстроходных жидкостных сепараторов для реализации освет-

ляющего и обеззараживающего воздействия на воду (способ, исследуемый в МТИППе под руководством А. Я. Соколова).

По данным лабораторных исследований достаточно эффективным оказался фотобиологический способ обеззараживания отработавшей моечной воды, основанный на облучении ее УФ радиацией. Применяя непогруженные бактерицидные лампы БУВ-30 с расчетным бактерицидным потоком 2 вт для облучения непроточной отработавшей моечной воды, установлены оптимальные параметры обработки при дозе УФ радиации $\sim 4000 \frac{\text{мб} \cdot \text{мин}}{\text{см}^2}$: продолжительность обработки до 2 мин; толщина слоя воды $h_s < 3$ мм; расстояние от лампы до зеркала воды $H < 3$ см.

Погружение ламп в проточную отработавшую воду при температуре ее более 8°C и экспозиции УФ облучения не менее 20 сек приводит к повышению бактерицидного эффекта.

Независимо от способа механической очистки отработавшей моечной воды относительное содержание микрофлоры в осадке значительно больше, чем в осветленной воде. И чем выше степень осветления, тем существеннее обеззараживающее воздействие на воду УФ радиации.

В шестой главе „Исследование эффективности действия двухпродуктовых гидроциклонов при осветлении отработавших моечных вод“ обзорно рассмотрено производственное применение безреагентного центробежно-гравитационного способа выделения из суспензии дисперсной фазы и влияние комплекса технологических, гидродинамических и геометрических факторов на действие двухпродуктового гидроциклона, изложены результаты лабораторных исследований эффективности последнего при осветлении отработавшей моечной воды.

Испытанию подвергали одиночные гидроциклоны, а также сопряженные параллельно либо последовательно – внешне и внутренне; варьировали давление воды на входе ($1 \div 5 \text{ кг/см}^2$), дисперсный состав пылевых частиц (условный диаметр $40 \div 300$ мк), плотность их ($0,8 \div 2,2 \text{ г/см}^3$) и концентрацию в суспензии ($0,35 \div 1,20 \text{ г/л}$).

При многофакторных экспериментах установлены технологически оптимальные гидродинамические и геометрические параметры двухпродуктового гидроциклона с диаметром цилиндрической части 75 мм, в котором при давлении на входе 5 кг/см^2 и расходе гидросмеси $\sim 2 \text{ л/сек}$ относительный выход осветленной воды достигает 90%, а степень очистки ее — 92%. В нижней (сливной) гидросмеси, по сравнению с верхней (осветленной) гидросмесью, содержатся частицы, имеющие значительно большие плотность и размеры. С увеличением концентрации дисперсной фазы развиваются процессы агрегирования частиц и структурообразования, а это повышает эффективность действия гидроциклона. Увеличение давления воды на входе от 1 до 5 кг/см^2 обуславливает повышение степени очистки воды, а также выделение более мелких частиц в нижний продукт. Гидроциклоны рационально устанавливать одиночно либо параллельно (при условии достаточно равномерной загрузки их).

Варьирование давления гидросмеси на входе и дроссельное регулирование расходов верхнего и нижнего продуктов позволяют оперативно изменять их количественное соотношение и качественный состав — содержание дисперсной фазы и микроорганизмов.

Сравнительно небольшие контурные габаритные размеры батарей гидроциклонов и системы погруженных бактерицидных ламп создают возможность использовать образующуюся водоочистительную установку в качестве составного элемента моечно-обезвоживающей установки с неполностью замкнутой циркуляцией отработавшей воды.

Используя результаты лабораторных исследований, была создана и на Одесском мелькомбинате № 2 смонтирована установка для осветления и частичного обеззараживания отработавшей воды применительно к одной моечной машине модели ЗКМ-60. Предварительные результаты производственно-технологических испытаний установки изложены в седьмой главе.

Установлено, что степень очистки воды в гидроциклонах достигает $50 \div 75 \%$; концентрация взвешенных частиц колеблется в осветленной воде в интервале $0,15 \div 0,45 \text{ г/л}$, в сливной воде — $2,65 \div 7,50 \text{ г/л}$.

Наблюдающееся снижение эффективности процесса осветления воды в производственных условиях, по сравнению с результатами лабораторных исследований, объясняется, очевидно, попаданием в отработавшую воду значительного количества частиц высокодиспергированного крахмала вследствие разрушающего воздействия на зерно отжимной колонки. В связи с наличием в воде коллоидной фракции возможны явления тиксотропии — обратимого разжижения некоторых дисперсных систем, которые могут возникнуть при интенсивном механическом перемешивании дисперсной фазы и дисперсионной среды в гидроциклоне.

При частично замкнутой циркуляции отработавшей воды (в течение примерно двух часов) наблюдается некоторое увеличение — на $5 \div 15\%$ — степени очистки ее.

Снижение в $20 \div 30$ раз микробальной обсемененности воды, осветляемой в гидроциклонах и частично обеззараживаемой бактерицидными лампами типа БУВ-30, достигается как в условиях однократного, так и многократного оборота ее. Но все же общее число бактерий в 1 мл рециркулируемой воды (после 24-часового выращивания при $t = 37^\circ\text{C}$) больше, чем допускается в хозяйственно-питьевой воде ГОСТом 2874-54. Микробальная обсемененность отработавшей воды при продолжительности УФ облучения ее ~18 секунд достигает $8000 \div 80000$ клеток, а при продолжительности ~35 секунд „микробное число“ значительно уменьшается и находится в окрестности 4000.

Повышение эффекта обеззараживания может быть достигнуто при применении взамен ламп типа БУВ-30 более мощных ламп типа ПРК-7 — с расчетным бактерицидным потоком порядка 35 вт (вместо 2 вт). Батарея таких ламп рекомендована для включения в водоочистительную станцию на Одесском мелькомбинате № 2 при проведении дальнейших производственно-технологических испытаний возможности не полностью замкнутого оборотного водоснабжения моечной машины.

Такое водоснабжение моеющего элемента установки, по сравнению с разомкнутой циркуляцией воды, не приводит к существенному возрастанию микробальной обсемененности покровных тканей зерна.

Проведенное опытное конструирование и технологические исследования комплекса элементов моечно-обезвоживающей установки для зерна пшеницы позволили сформулировать в восьмой главе исходные технологические предпосылки к созданию машинно-аппаратурной системы поточной установки, которая включает систему МГИК и инерционную усеченноконическую центрифугу, а также водоочистительное устройство для организации полностью замкнутого оборотного водоснабжения.

Контрольная оценка эффективности действия турбулизованных потоков моещей воды, создаваемых в гидродинамических излучателях и в гидроциклонах, привела к разработке структурной схемы моечно-обезвоживающей установки, в которой посредством разработанного гидросепаратора для зерна попутно может осуществляться и отделение гидродинамически тяжелых и легких примесей. Осветление и обеззараживание отработавшей воды предполагается производить используя батареи последовательно действующих гидроциклонов и бактерицидных ламп ПРК-7.

Общие выводы и рекомендации

1. Применяемые в мукомольном производстве гидромеханические средства очистки покровных тканей зерна пшеницы от пыли и микроорганизмов недостаточно эффективны. Такое положение обусловлено несоответствием используемых конструктивно-технологических принципов действия этих средств анатомо-морфологическим особенностям сложного строения обрабатываемых зерновок и плотных пылевых отложений, а также недостаточно реальным учетом характера и прочности связей последних с подложкой. Недостаточно эффективны и сочлененные с моющими устройствами обезвоживающие элементы машины: высока конечная влажность мытого зерна, глубоки нарушения целостности покровных тканей и значительно распространены образующиеся в них микротрещины, существенно происходящее деформирование и разрушение зерновок.

Для комплексного решения актуальной задачи улучшения качества вырабатываемой муки значимым является расширение диапазона влажности гидромеханически обрабатываемых

мого зерна, а в связи с этим и обоснование технологически рациональных предпосылок к созданию высокоэффективной моечно-обезвоживающей установки для мукомольных мельниц. Разработку такой установки следует базировать на технологически оптимальном расходе воды.

2. Установлено, что значительное снижение загрязненности и микробной обсемененности покровных тканей зерновок может быть достигнуто в условиях сообщения воде упругих акустических колебаний при оптимальной частоте $15 \div 20$ кгц и интенсивности $\sim 2,5$ вт/см²; при этом процесс гидромеханической обработки зерна существенно интенсифицирует аэрирование и подогрев (до $40 \div 50^\circ\text{C}$) воды. Такая обработка улучшает не только структурно-механические свойства и размолоспособность зерна, но положительно изменяет и некоторые показатели, характеризующие хлебопекарные достоинства получаемой муки.

3. Для озвучивания воды целесообразно использовать эксплуатационно надежную систему последовательно сопряженных многостержневых гидродинамических излучателей-концентраторов (МГИК), являющихся одновременно пульпопроводом. Применение таких излучателей позволяет примерно в 3 раза снизить водный модуль из-за более интенсивного протекания процесса гидромеханической обработки зерна.

При массовой концентрации зерновок пшеницы, равной $0,04 \pm 0,01$, надежно транспортирующая скорость их, обусловленная гидравлической крупностью, находится в интервале $30 \div 50$ см/сек. Поддержание необходимой скорости перемещения гидросмеси через озвучиваемую зону возможно путем оперативного изменения давления воды на входе в сопла и ориентации последних относительно остриев стержней резонаторов, а также в результате выбора порядка комбинационного включения излучателей в системе в связи с необходимым расходом воды для эффективной гидромеханической обработки зерна.

4. Интенсивное обезвоживание мытого зерна может быть достигнуто в непрерывно действующей усеченноконической центрифуге с инерционной выгрузкой. При подаче зерна до $7 \frac{\text{кг}}{\text{час}}$ / 1 см длины разгрузочного фронта технологически

оптимальными являются значения фактора разделения $F_r \approx 1000$ и угол раскрытия перфорированного ротора $2\alpha = 54^\circ$, при котором предотвращается заклинивание обрабатываемого материала. В этих условиях приращение влажности зерна не превышает 1,2 %.

5. Как установлено исследованиями в лабораторных условиях достаточно высокий очистительный эффект при водном модуле 0,6 л/1 кг мытого зерна наблюдается при периодическом использовании отработавшей моечной воды в условиях замкнутой циркуляции ее: снижение загрязненности тканевых и микробной обсемененности их достаточно стабильно и колеблется соответственно в интервалах 96 ÷ 97 % и 92 ÷ 96 %.

6. При непрерывной гидромеханической обработке зерна для уменьшения расхода хозяйственно-питьевой воды должно быть организовано неполностью замкнутое оборотное снабжение моеще-транспортного устройства частично осветленной и обеззараженной отработавшей водой; при этом подпитку системы водопроводной водой следует сообразовывать с расходом сгущенной гидросмеси, направляемой в канализацию.

7. Высокий фотобиологический эффект обеззараживания проточной отработавшей воды возможно достичь посредством системы погруженных бактерицидных ламп, действующих в таких условиях: при интенсивности радиации 15 бакт продолжительность УФ облучения движущегося слоя воды толщиной 35 мм — ~ 40 сек; бактерицидное действие УФ радиации тем выше, чем меньше относительное содержание дисперсной фазы в отработавшей моечной воде. Следовательно, очистка последней от суспендированной пыли диктуется как условиями рациональной организации гидродинамической обработки зерна, так и достижением необходимой степени обеззараживания воды.

8. Использование системы двухпродуктовых гидроциклонов для центробежно-гравитационной обработки моечной воды позволяет получать достаточно высокий эффект осветления ее — до 75 %. Применение взамен роторных отжимных колонок обезвоживающих инерционных центрифуг будет способствовать интенсификации процесса осветления отработавших

моечных вод из-за резкого уменьшения органической составляющей в дисперсной фазе вследствие снижения степени деформирования и разрушения зерновок и их покровных тканей.

При технологически оптимальных геометрических параметрах гидроциклонов оперативное регулирование пропускной способности их и эффекта разделения исходной гидросмеси может достигаться как изменением давления последней на входе, так и дроссельным регулированием расходов осветленной и сгущенной гидросмесей. При таком гидродинамическом разделении относительная бактерицидная обсемененность первой гидросмеси значительно ниже, чем второй.

9. Результаты организованных на Одесском мелькомбинате № 2 производственно-технологических испытаний системы гидроциклонов и погруженных бактерицидных ламп позволяют считать, что для снижения общего расхода воды при гидромеханической обработке зерна рационально осуществить незамкнутое обратное водоснабжение, используя в этих целях центробежно-гравитационное осветление отработавшей моечной воды и фотобиологическое обеззараживание ее путем облучения УФ радиацией.

10. Изложенные в работе результаты лабораторных исследований и производственно-технологических испытаний могут быть приняты в качестве отправных при конструировании опытно-промышленного образца моечно-обезвоживающей установки для мукомольных мельниц.

Создание и использование в производстве технически и экономически целесообразной — высокоэффективной и эксплуатационно-надежной — моечно-обезвоживающей установки с обратным циркулированием осветляемой и обеззараживаемой отработавшей воды будет способствовать интенсификации и совершенствованию технологии подготовки зерна и выработки муки при экономном расходовании хозяйственно-питьевой воды.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано автором и в соавторстве в статьях, сообщениях и в описаниях изобретений к авторским свидетельствам.

1. К вопросу об интенсификации мойки пшеницы с помощью ультразвука. Труды ОТИ имени М.В.Ломоносова, т. XIV, 1962.
2. Влияние ультразвука на ударную прочность зерновок пшеницы при мойке их в воде. „Пищевая технология“, № 2, 1963.
3. Предпосылки для конструирования и технологических исследований моечной установки для зерна с применением ультразвука. Тезисы докладов на XXV научной конференции ОТИ имени М.В.Ломоносова, 1963.
4. Исследование рациональности применения ультразвука для мойки пшеницы при подготовке ее к помолу. Сборник докладов и сообщений на Всесоюзной конференции „Новые физические методы обработки пищевых продуктов“. Киев, 1964.
5. Исследование возможности применения гидродинамического ультразвукового излучателя для интенсификации мойки пшеницы. Сборник докладов на Всесоюзном семинаре по применению ультразвука в пищевой промышленности. Москва, 1964.
6. Акустические и технологические исследования многощелевого цилиндрического излучателя при мойке пшеницы. Тезисы докладов на XXVI научной конференции ОТИ имени М.В.Ломоносова, 1964.
7. О возможности использования гидроциклонов для поточной очистки отработавшей воды при рециркуляции ее в моечной машине для зерна. Тезисы докладов на XXVII научной конференции ОТИ имени М.В.Ломоносова, 1965.
8. Результаты комплексных технологических испытаний экспериментальной полупроизводственной моечной установки с применением гидродинамических излучателей. Тезисы докладов на XXVIII научной конференции ОТИ имени М.В.Ломоносова, 1965.
9. Экспериментальное определение конструктивных параметров обезвоживающей центрифуги для моечной машины. Тезисы докладов на XXIX научной конференции ОТИ имени М.В.Ломоносова, 1966.

II. Описания изобретений к авторским свидетельствам
Комитета по делам изобретений и открытий при
Совете Министров СССР

10. Гидродинамический пластинчатый излучатель (заявка № 923331/26-10 с приоритетом от 5.X.1964 г., класс 42 S , B06, решение от 26.1.1966 г.).

11. Гидродинамический излучатель ультразвука (заявка № 902502/28-13 с приоритетом от 26.YI.1964 г., класс 42 S , 74 d , 3/01, B06, B08f , решение от 10.YII. 1966 г.).

12. Гидросепаратор для зерна (заявка № 1065166/30-15 с приоритетом от 31.III.1966 г., класс 1a, 8, 50a, 2/01, B03b, B02f , решение от 10.YIII.1966 г.).

III. Сообщения на научных конференциях, заседаниях
Технических советов и производственно-технических
совещаниях

13. Научные конференции Одесского технологического института имени М.В.Ломоносова:

- ХХУ (май 1963 г.), ХХУI (март 1964 г.), ХХУII (март 1965 г.), ХХУIII (апрель 1966 г.).

14. Научно-техническое совещание по применению ультразвука в пищевой промышленности, созванное Московским Домом научно-технической пропаганды имени Ф.Э.Дзержинского, ВНИЭКИПродмашем, ВДНХ СССР(г.Москва, январь 1964 г.).

15. Всесоюзная конференция по новым физическим методам обработки пищевых продуктов (г.Киев, февраль 1964 г.).

16. Всесоюзная конференция по применению ультразвука в промышленности (г. Одесса, декабрь 1964 г.).

17. Технический совет Главного управления хлебопродуктов Министерства производства и заготовок сельскохозяйственных продуктов УССР:

- „Результаты научно-исследовательской работы по интенсификации мойки зерна с помощью ультразвука“ (г. Киев, июль 1964 г.);

- „Результаты лабораторных исследований по применению гидроциклонов и бактерицидных ламп для осветления и частичного обеззараживания отработавшей моечной воды при ее рециркуляции“ (г. Киев, ноябрь 1964 г.);

- „Результаты научно-исследовательской работы по исследованию технологических предпосылок к созданию моечной машины с применением гидродинамических излучателей и обезвоживающей центрифуги“ (г. Киев, декабрь 1965 г.).

18. Технический совет Министерства хлебопродуктов и комбикормовой промышленности РСФСР:

- „Результаты предварительных производственно-технологических испытаний гидроциклонов и бактерицидных ламп при очистке и частичном обеззараживании отработавшей моечной воды на Одесском мелькомбинате № 2“ (г. Москва, февраль 1966 г.).

19. Совет по координации научных исследований при Государственном комитете заготовок Совета Министров СССР:

- „Результаты лабораторных исследований по применению гидроциклонов и бактерицидных ламп для осветления и частичного обеззараживания отработавших моечных вод“ (г. Москва, декабрь 1964 г.).