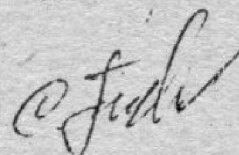


А. Воробей  
Т 23

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ТАСТАНБЕКОВ Сапаргали Табысович



ОЧИСТКА ЗЕРНА ГРЕЧИХИ ГИДРОСЕПАРИРОВАНИЕМ  
В МОЕЧНОЙ МАШИНЕ

Специальность 05.18.12 – процессы, машины и агрегаты  
пищевой промышленности

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Одесса - 1992

см



#### Научная новизна работы.

Получено аналитическое выражение для расчета производительности гидросепаратора на основе трехмерной функции плотности вероятности.

Установлены закономерности процесса гидросепарирования зерна гречихи в моечной машине при подготовке ее к переработке в крупу.

#### Практическая значимость работы.

На основании полученных исходных данных разработана новая конструкция моечной машины для гидросепарирования зерна гречихи.

Определены режимы, разработана функциональная схема включения машины в технологический процесс подготовки зерна к переработке в крупу.

Производственные испытания разработанной конструкции моечной машины на Бугульминском крупозаводе показали увеличение выхода и улучшение качества готовой продукции.

#### Внедрение результатов работы.

Опытная серия моечных машин новой конструкции БВ-БМВ выпущена Днепропетровским заводом "Продмаш".

Моечные машины прошли производственные испытания на Бугульминском КХП Республики Татарстан.

Разработанную конструкцию моечной машины планируется использовать в технологической схеме гречезавода в Республике Казахстан.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на Всесоюзных конференциях: "Ученые и специалисты - в решении социально-экономических проблем страны" (Ташкент, 1990 г.); "Математические методы в химии" (Казань, 1991 г.); "Механика сыпучих материалов" (Одесса, 1991 г.); "Холод - народному хозяйству" (Ленинград, 1991 г.); на Республиканской конференции "Научно-технические проблемы развития агропромышленного комплекса" (Одесса, 1990 г.); на юбилейной конференции, посвященной 60-летию МТИП "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности" (Москва, 1991 г.); на научной конференции, посвященной 90-летию ОТИПП (Одесса, 1992 г.).

#### На защиту выносятся научные положения:

теоретическое и экспериментальное обоснование закономерностей процесса гидросепарирования зерна гречихи;

обоснование нового технологического процесса подготовки зерна гречихи к переработке в крупу с использованием моечной машины:

результаты лабораторных исследований и производственных испытаний новой конструкции моечной машины в технологии производства гречневой крупы.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и рекомендаций, списка литературы и приложений.

Работа изложена на 114 страницах машинописного текста, содержит 30 рисунков, 10 таблиц и 13 приложений. Список литературы включает 124 наименования, в том числе 5 иностранных.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе содержится анализ литературных данных по составу, основным характеристикам и признакам делимости зерновой массы гречихи; дана оценка технологической эффективности существующих способов и устройств для очистки зерна от примесей; выполнен анализ теоретических исследований в области гидравлической классификации сыпучих материалов, закономерностей процессов смачивания и увлажнения зерна.

Показано, что смесь зерна гречихи, поступающей на гречезаводы, имеет высокую степень зрелости, достигающую 5...7 %, и характерный состав примесей с преобладающим содержанием плодов дикой редьки, рудяка, испорченных зерен и других, которые относятся к трудноотделимым и при существующей технологии выделяются с низкой эффективностью.

Установлено, что традиционно применяемые технологические приемы и оборудование для очистки зерна гречихи, принцип действия которого основан на использовании различий в геометрических размерах, форме и аэродинамических свойствах основного сырья и примесей, не обеспечивают требуемую эффективность процесса, так как существует тесная корреляционная зависимость между этими показателями. Это приводит к тому, что по действующим нормам выработка гречневой крупы высшего сорта не предусмотрена, содержание сорной примеси в ядрице I сорта достигает 1 %, а выход продела - 5...7 %.

Для эффективного выделения примесей и испорченных зерен доказана возможность использования в качестве признака делимости

зерна гречихи показателя плотности при обработке смеси в воде.

На основании анализа конструкций зерноочистительных машин ус. ановлена целесообразность использования для очистки зерна гречихи от примесей моечной машины. Обоснована необходимость проведения нац. лавленных исследований процесса гидросепарирования зерна гречихи.

Во второй главе приведены функциональная и параметрическая схемы процесса гидросепарирования зерна в моечной машине (рис. 1) с указанием управляющих и возмущающих входных параметров, включающих подачу зерна  $Q$ , от которой зависит коэффициент заполнения рабочей зоны машины  $\xi$ ; расход воды на мойку  $Q_m$ ; гидротранспортирование  $Q_c$  и очистку сита  $Q_k$ ; длину моечной ванны  $L$ ; длину  $l_{ш,в}$ , диаметр  $d_{ш,в}$ , шаг  $S_{ш,в}$  и число оборотов  $n_{ш,в}$  зерновых и винтовых шнеков; длину  $l_0$ , ширину  $b_0$  и высоту расположения  $h_0$  сливного окна сплавной камеры; координаты расположения сопла  $l_c$  для транспортирования зерна в отжимную колонку и его диаметр  $d_c$ ; размеры зерен  $l, b, c$ ; исходную влажность  $W_n$  продукта; начальное содержание сорной примеси, испорченных и битых зерен  $C_{(сп, из, бз)_0}$ ; плотность зерна гречихи, примесей  $S_{з, гр, сп}$  и воды  $S_w$ . Эффективность процесса оценивали показателями  $C_{сп, из, бз}$ ; содержания бактерий и грибов  $C_{б, г}$ ; конечной влажности  $W_k$  зерна; производительности машины  $Q$  и расхода энергии  $N$ .

На основании анализа комплекса сил, действующих на зерновку в водной среде в сплавной камере машины (рис. 2), включающих силу тяжести  $\vec{F}_g$ , подъемную силу жидкости  $\vec{F}_p$ , силу сопротивления жидкости движению частицы  $\vec{F}_c$ , движущую силу жидкости и силу взаимодействия частиц друг с другом и со стенками камеры  $\vec{F}_a$ , получено выражение, позволяющее определить кинетические закономерности движения зерновок, в виде

$$m_u \ddot{u} = \frac{\pi d_p^3}{6} (g_u + S_c) + \xi \psi S S_c (\vec{U}_c - \vec{U}_u)^2 + a(1 - e^{-\frac{b}{z}}) + \varphi S_u S \vec{U}_u^2, \quad (1)$$

где  $m_u, d_p, g_u, S$  - масса, эквивалентный диаметр, плотность и площадь поперечного сечения частицы;  $S_c$  - плотность среды;  $d, g$  - ускорение частицы и силы тяжести;  $\xi, \psi, \varphi$  - коэффициенты сопротивления, стесненности движения и формы частицы;  $U_c, U_u$  - скорость движения жидкости и частицы;  $z$  - величина, зависящая от координат сопла;  $a, b$  - эмпирические коэффициенты.

После замены уравнения (1) системой дифференциальных уравнений с учетом проекций сил на координатные оси и последующей

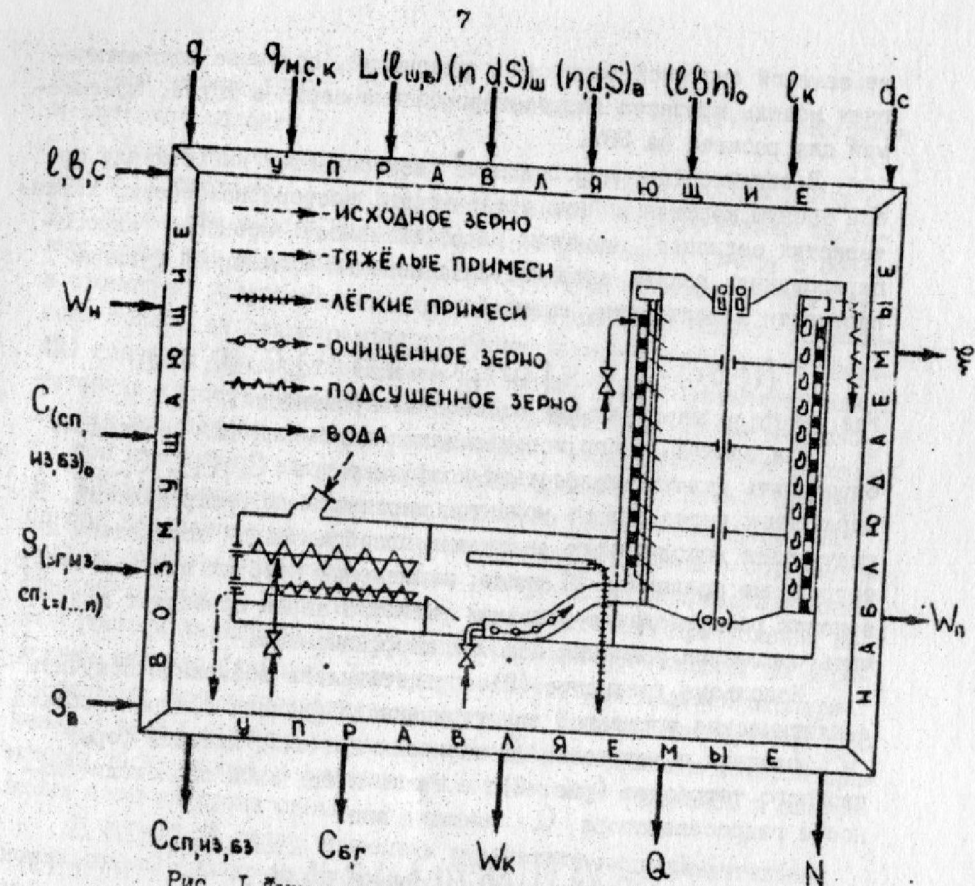


Рис. 1. Функциональная и параметрическая схемы процесса гидросепарирования.

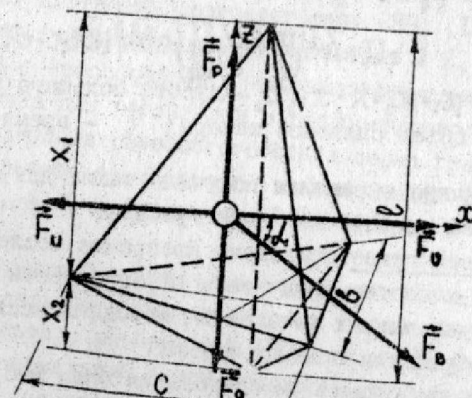


Рис. 2. Геометрическая модель зерновки гречихи и схема сил, действующих на нее в жидкой среде.

ее заменой системой разностных уравнений, получена математическая модель процесса гидросепарирования зерна в форме, приемлемой для расчета на ЭВМ.

В связи с тем, что основные размеры зерен имеют между собой тесную корреляционную зависимость, достоверная оценка характеристик зерновок, влияющих на эффективность процесса гидросепарирования, должна выполняться с помощью трехмерной функции плотности вероятности, имеющей вид

$$f(l, b, c) = \sum_{i=1}^3 C_i \psi_i(x_i) + \sum_{i=1}^2 C_{i+3} \psi_i'(x_i) + \sum_{i=1}^1 C_{i+6} \psi_i''(x_i), \quad (2)$$

где  $\psi_i(x_i)$  - маргинальные плотности вероятности.

Для практического использования выражения (2) необходимо определить девять неизвестных коэффициентов  $C_1, C_{1+3}, C_{1+6}$ , выраженных через девять моментов маргинальных распределений. В результате выполненного анализа и преобразований составлены интегральные уравнения 12 типов, вычисление которых при известных законах распределения основных размеров зерен позволяет получить численные значения искомых коэффициентов.

Используя уравнение (2), представилось возможным получить аналитические выражения для уточненного расчета среднего объема  $\bar{V}$ , площади поверхности  $\bar{S}$  зерновки гречихи, имеющей форму двойного тетраэдра (рис. 2), а также предельной производительности гидросепаратора  $Q$  имеющие вид

$$\bar{V} = \frac{\sqrt{3}}{12} \iiint_{(\Omega)} c b^2 f(l, b, c) dl db dc; \quad (3)$$

$$\bar{S} = 1,5 \iiint_{(\Omega)} b \left( \sqrt{\theta c^2 + \frac{1}{9} l^2} + \sqrt{(1-\theta)^2 c^2 + \frac{1}{9} l^2} \right) f(l, b, c) dl db dc; \quad (4)$$

$$Q = \frac{2 \rho_m V_k}{\tau} \iiint_{(\Omega)} c b^2 f(l, b, c) dl db dc, \quad (5)$$

где  $\theta = \frac{x_1}{x}$ ;  $x_1 + x_2 = x$ ;  $x_1, x_2$  - высота большего и меньшего тетраэдров;  $V_k$  - объем сплавной камеры;  $\tau$  - время затопления частицы.

Аналогичные выражения получены также для коэффициента формы и миделева сечения зерновки гречихи.

В третьей главе приведены программа исследований, показатели оценки качества продукта и эффективности процесса; описание экспериментальных установок; методики исследования, планирования и обработки опытных данных.

В качестве объекта исследования было выбрано зерно гречихи

рядовое урожая 1989...91 гг., выращенное в Республике Татарстан и Одесской области.

Конструкция лабораторной моечной машины включала ванну с двумя шнеками для транспортирования зерна; нижние винтовые шнеки для вывода тяжелых примесей; сплавную камеру с боковым окном для удаления легковесных примесей; отжимную колодку и помповые устройства. В нижней части сплавной камеры установлено сопло для гидротранспортирования очищенного зерна в отжимную ролонку. При необходимости в корпусе камеры устанавливалась ситчатая кассета, разделяющая ее по длине на 4 секции и позволяющая исследовать траектории движения частиц различной плотности при изменяемой нагрузке и частоте вращения зерновых шнеков.

Математическую модель исследуемого процесса получали на основе реализации усеченного многофакторного плана с обработкой результатов эксперимента методом интерполяции и представлением функций отклика в виде полиномов второй степени при условии независимости характера монотонности частных производных по переменным каждого фактора. Проверку соответствия моделей экспериментальным данным проводили по критерию Фишера, оптимальные значения функций отклика определяли точкой, координаты которой принимали экстремальные значения в соответствии со знаком и значениями частных производных.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований физико-механических свойств зерна гречихи и примесей, процесса гидросепарирования зерна в моечной машине.

Экспериментально определено, что нормальные и испорченные зерна гречихи имеют плотность соответственно 980...1300 и 500...1000 кг/м<sup>3</sup>, а корреляционная связь не превышает 2%, в связи с чем подтверждается целесообразность использования данного разделительного признака для реализации в гидросепараторе.

При оценке гранулометрического состава зерна гречихи установлено, что наибольшее количество зерен в пределах 43% имеют длину 5,6...6,2 мм, 47% имеют ширину 3,7...4,1 мм и 42% - толщину 3,2...3,6 мм.

Для выбора теоретических законов распределения исследуемых показателей использовались программы оценок параметров различных законов. В результате расчетов на ЭВМ для распределения длины зерен выбран логнормальный закон, согласно которому плотность вероятности описывается уравнением

$$f(r) = \frac{1}{1,165l} \exp\left(-\frac{(\ln(l/1,68))^2}{0,432}\right); \quad (6)$$

ширина зерен - закон Вейбула

$$f(b) = (6,812 b^{5,812} / 164916) \exp\left(-\frac{b}{4,16}\right)^{6,812}; \quad (7)$$

толщина зерен - логнормальный закон

$$f(c) = \frac{1}{0,316c} \exp\left(-\frac{(\ln(c/1,30))^2}{0,0317}\right). \quad (8)$$

Для плотностей нормальных и испорченных зерен получено соответственно экспоненциальное и нормальное распределение.

Обоснование выбора каждого из законов выполнялось методом максимального правдоподобия и в результате установлены удовлетворительная сходимость параметров плотности вероятности.

Выражения (6, 7, 8) позволили выполнить необходимые расчеты и получить значения коэффициентов  $C_1 = 0,15$ ;  $C_2 = 4,67$ ;  $C_3 = -4,52$ ;  $C_4 = 1,36$ ;  $C_5 = 0,87$ ;  $C_6 = 1,16$ ;  $C_7 = 0,47$ ;  $C_8 = 2,86$ ;  $C_9 = -1,13$ , входящих в уравнение (2).

Таким образом, представилось возможным получить уточненные расчетные данные по выражениям (3, 4, 5) и использовать их при определении закономерностей движения зерновок гречихи в водной среде в соответствии с математической моделью, разработанной во 2-ой главе.

В результате выполненных исследований по оценке гидромеханических свойств частиц смеси зерна гречихи определено, что основное зерно и примеси имеют различную взвешенную скорость в водной среде  $U_s$ , зависящую от плотности частиц. Так, для зерна гречихи  $U_s$  изменяется в пределах 0,12...0,14 м/с.

Определено, что при скорости восходящего потока воды в пределах 0,15...0,16 м/с, которая может быть обеспечена выбором соответствующей частоты вращения зерновых шнеков, создающих циркулирующие потоки воды, количество всплывших частиц в стесненном состоянии составляло 2,1...3,9 % от общей массы смеси. При этом, анализ качественного состава продукта показал, что он состоит, в основном, из примесей, а также испорченных и неполноценных зерен гречихи.

С целью определения рациональных конструктивных, технологических и кинематических параметров моечной машины были проведены исследования процесса гидросепарирования в ней зерна гречихи.

Анализ параметрической схемы (рис. 1) и полученные рекомендации позволили выбрать в качестве входных факторов  $q = 150...250$  кг/ч;  $n_{ш} = 100...300$  об/мин;  $l_0 = 0,1...0,3$  м;  $b_0 = 0,02...0,05$  м. Эффективность процесса оценивали показателями  $C_{сн}$ ,  $C_{из}$ ,  $C_{бз}$ , %.

В результате реализации матрицы планирования и обработки данных на ЭВМ получены следующие эмпирические выражения

$$C_{сн} = -4 \cdot 10^{-6} q^2 + 8 \cdot 10^{-4} q + 3,5 \cdot 10^{-6} n_{ш}^2 - 2,2 \cdot 10^{-3} n_{ш} + 7,5 l_0^2 - 4,45 l_0 + 1,5 \cdot 10^{-3} b_0^2 - 0,11 b_0 + 3,00; \quad (9)$$

$$C_{из} = -2 \cdot 10^{-6} q^2 + 3 \cdot 10^{-3} q + 7,5 \cdot 10^{-6} n_{ш}^2 + 2,95 \cdot 10^{-3} n_{ш} + 5,5 l_0^2 - 3,15 l_0 + 1,42 \cdot 10^{-3} b_0^2 - 0,105 b_0 + 2,72; \quad (10)$$

$$C_{бз} = 5,6 \cdot 10^{-5} q^2 - 9,2 \cdot 10^{-3} q + 3,3 \cdot 10^{-5} n_{ш}^2 - 2,3 \cdot 10^{-3} n_{ш} - 4,0 l_0^2 + 0,6 l_0 - 1,56 \cdot 10^{-4} b_0^2 - 1,44 \cdot 10^{-3} b_0 + 0,66. \quad (11)$$

Проверка соответствия полученных математических моделей по F-критерию показала, что они адекватно описывают экспериментальные данные в исследуемом диапазоне изменения входных параметров.

Для принятого интервала варьирования нормируемых переменных (-1...0...+1) были составлены эмпирические выражения для определения долевого влигния входных факторов на выходные показатели, анализ которых позволил установить, что наибольшее влияние на  $C_{сн}$ ,  $C_{из}$  оказывает величина  $b_0$ , а затем в порядке убывающей значимости -  $l_0$ ,  $n_{ш}$ ,  $q$ . Для показателя  $C_{бз}$  этот ряд имеет вид -  $n_{ш}$ ,  $q$ ,  $l_0$ ,  $b_0$  (рис. 3).

Анализ выражений (9...11) в частных производных позволил установить экстремальные значения управляющих параметров по каждому из показателей и рекомендовать рациональный режим процесса гидросепарирования, характеризуемый значениями  $q = 200...250$  кг/ч;  $n_{ш} = 200$  об/мин;  $l_0 = 0,3$  м;  $b_0 = 0,035...0,04$  м.

Подстановкой рекомендованных значений входных параметров в (9...11) получены величины  $C_{сн} = 0,03$  %,  $C_{из} = 0,02$  %,  $C_{бз} = 1,40$  %. Контрольный опыт проведенный при рекомендованном режиме показал достаточную сходимость расчетных и экспериментальных значений,

так как полученные в результате эксперимента значения показателей эффективности составили соответственно 0,07 %; 0,05 % и 1,32 %, что ниже рекомендованных Правилами...

Для расчета скоростей и траекторий движения зерновки в водной среде в соответствии с разработанной математической моделью была составлена и реализована на ЭВМ программа.

Установлено, что скорость частиц ( $\rho_{gr} = 1250 \text{ кг/м}^3$ ) имеет максимальное значение 0,25 м/с при подаче зерновыми снегами в сплавную камеру и затем монотонно снижается до нуля по мере достижения ее дна. Анализ полученной зависимости (рис. 4) показал, что движение частиц по длине сплавной камеры происходит по нисходящей траектории, достигая ее дна на расстоянии 0,17 м от границы с моечной ванной.

Использование ситчатой кассеты позволило определить траектории частиц различной плотности (1100...1250 кг/м<sup>3</sup>) и рекомендовать длину сплавной камеры в пределах 400 мм, а расположение сопла на расстоянии 200 мм от моечной ванны.

В результате анализа зерна гречихи после гидросепарирования в моечной машине установлено, что влажность зерна увеличилась на 5,4 %, а влажность отходов находилась в пределах 20...25 %. Некоторые примеси (овсюг, овес, подсолнечник, минеральные примеси и т.д.) удаляются практически полностью, а содержание других доведено до требуемых норм.

Установлено, что обработка зерна гречихи в воде не оказывает влияния на общий биохимический и аминокислотный составы, однако способствует существенному улучшению санитарно-гигиенического состояния поверхности, характеризующему снижению содержания грибов и бактерий соответственно с 0,26 и 60 тыс./г до 0,1<sup>6</sup> и 16 тыс./г.

В пятой главе приведены техническая характеристика и описание конструкций двух вариантов разработанных моечных машин производительностью до 6 т/ч, имеющих различную конструкцию сплавной камеры.

Разработана новая технологическая схема производства гречневых круп с использованием гидросепарирования, позволяющая повысить эффективность и сократить число операций по очистке зерна, а также увеличить выход и улучшить качество готовой продукции.

Производственные испытания машин, установленных в техноло-

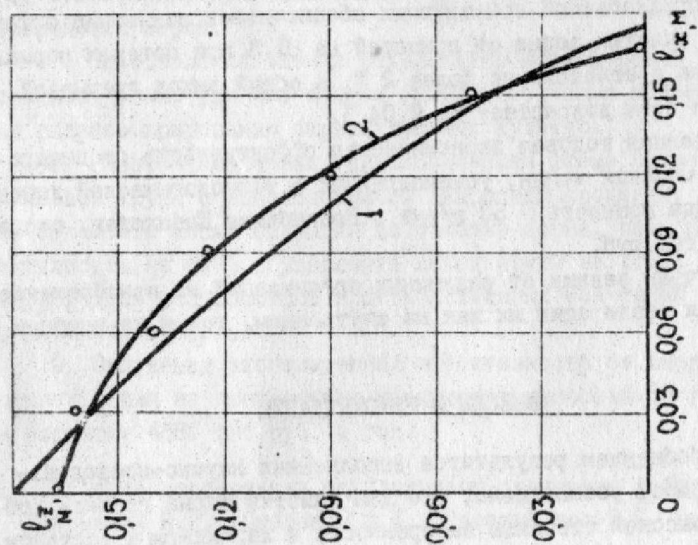


Рис. 4. Кривые осаждения зерен гречихи в сплавной камере: 1 - теоретическая; 2 - экспериментальная.

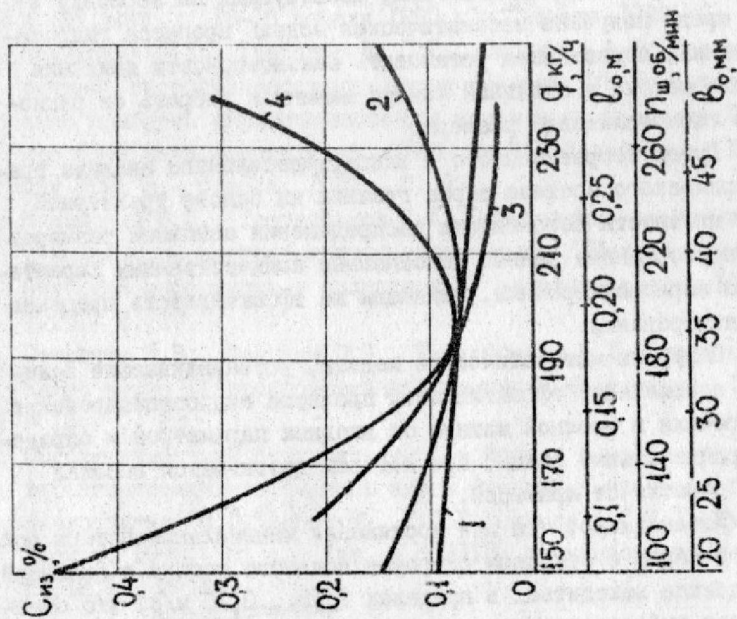


Рис. 3. Зависимость показателя  $C_{mz}$  от параметров  $q$  (1);  $n_{sh}$  (2);  $l_0$  (3);  $b_0$  (4).

гической линии крупозеха Бугульминского КХП показали, что применение предлагаемой конструкции обеспечивает повышение эффективности очистки зерна от примесей на 81 % при потерях нормального зерна с отходами не более 2 %, а общий выход гречневой крупы при этом возрастает на 2,04 %.

Ожидаемая годовая экономическая эффективность от внедрения двух моечных машин, установленных в технологической линии гречезавода мощностью 50 т/сут в Республике Казахстан, составит 4886 тыс. руб.

Получены заявки от различных организаций на приобретение машин для реализации их как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

#### ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Обобщением результатов выполненных научно-исследовательских работ установлено, что для очистки зерна гречихи, обладающей высокой степенью засоренности и характерным составом примесей, целесообразным является использование в качестве признака делимости зерновой смеси показателя плотности.

2. На основании анализа сил, действующих на зерновку в водной среде получена математическая модель процесса гидросепарирования, позволяющая установить закономерности движения зернового потока в сплавной камере машины и выбрать ее рациональные геометрические размеры.

3. Путем теоретического и экспериментального анализа granulометрического состава зерна гречихи на основе трехмерной функции плотности вероятности распределения основных размеров получены уточненные данные по основным количественным характеристикам зерновок гречихи, влияющим на эффективность процесса гидросепарирования.

4. Получены математические модели, устанавливающие зависимость показателей эффективности процесса гидросепарирования зерна гречихи в моечной машине от входных параметров и определен ее рациональный режим, при котором достигается высокая степень очистки от примесей.

5. Установлено, что для достижения минимальных потерь полноценного зерна с отходами скорость водяного потока в сплавной камере должна находиться в пределах 0,15...0,16 м/с, что обеспечивается выбором частоты вращения зерновых шнеков.

6. Определено, что в процессе гидросепарирования достигается существенное улучшение санитарно-гигиенического состояния поверхности зерна.

7. На основе обобщения результатов исследований получены исходные данные для разработки опытных образцов моечных машин для гидросепарирования зерна крупяных культур.

8. Разработана новая технологическая схема производства гречневой крупы с использованием гидросепарирования, позволяющая сократить число операций по очистке зерна, повысить ее эффективность на 80 % и увеличить выход крупы на 1...2 %, что подтверждено результатами производственных испытаний машин на Бугульминском КХП.

9. Ожидаемая экономическая эффективность от внедрения моечных машин на гречезаводе производительностью 50 т/сут зерна составит 4886 тыс. руб. в год.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Каминский В.Д., Сабденов А.К., Тастанбеков С.Т. Повышение эффективности использования природных ресурсов зерна путем гидросепарирования // Ученые и специалисты - в решении социально-экономических проблем страны: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф.; 12-16 апреля 1990 г. - Ташкент, 1990. - С. 184-136.
2. Каминский В.Д., Тастанбеков С.Т., Сабденов А.К. Исследования режимов гидросепарирования зерна гречихи // Научно-технические проблемы агропромышленного комплекса: Тез. докл. Юбилейной 50-й науч.-практ. конф. ОТИПП им. М.В. Ломоносова; 15-19 мая 1990 г. - Одесса, 1990. - С. 97.
3. Каминский В.Д., Тастанбеков С.Т. Определение основных конструктивных параметров гидросепарирования // Центр научно-технической информации и пропаганды: Казинформагпропром: Алма-Ата, 1990. - С. 10.
4. Остапчук Н.В., Федунец П.Д., Тастанбеков С.Т. Гидросепарирование зерна // Агропромышленный комплекс Казахстана, -1990. - № 12. - С. 29.
5. Оценка изменений биохимических свойств и микробиологической характеристики испорченных зерен гречихи в процессе гидросепарирования // В.Д. Каминский, Г.И. Евдокимова, С.Т. Тастанбеков. - Москва, 1990. - 81 с. - Деп. в ЦИЛИТЭИ Минхлебопродуктов 29.12.90, № 1217.

6. Каминский В.Д., Тастанбеков С.Т., Чулуй В.П. Математическая модель процесса обоснование расчета конструктивных размеров гидросепаратора // Математические методы в химии: Тез. докл. УП Всесоюз. конф.; 27-31 мая 1991 г. - Казань, 1991. - С. 313-316.
7. Тастанбеков С.Т., Основы расчета траектории движения зерновок в процессе гидросепарирования // Механика сыпучих материалов: Тез. докл. У Всесоюз. науч. конф.; 17-19 сент. 1991 г. - Одесса, 1991. - С. 168.
8. Каминский В.Д., Тастанбеков С.Т., Евдокимова Г.И. Использование нового технологического оборудования в процессе производства гречневой крупы // Холод-народному хозяйству: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф.; 15-17 окт. 1991 г. - Ленинград, 1991. - С. 355.
9. Каминский В.Д., Тастанбеков С.Т., Евдокимова Г.И. Влияние процесса гидросепарирования на изменение биохимических свойств и микробиологических характеристик испорченных зерен гречихи // Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности: Тез. науч. конф. посвящ. 60-летию МТИП; 29-31 окт. 1991 г. - Москва, 1991. - С.
10. Каминский В.Д., Тастанбеков С.Т. Теоретические основы гидросепарирования зерна // Вестник сельскохозяйственной науки, 1992. - № 2. - С. 135-139.
11. Определение предельной производительности гидросепаратора / Н.В. Остапчук, С.Т. Тастанбеков. - Киев, 1992. - 10 с. - Деп. в УкрИНТЭИ, 11.08.92, № 1188 УК92.
12. Каминский В.Д., Тастанбеков С.Т. Определение режимов гидросепарирования зерна гречихи // Изв. вузов. Пищ. технология, 1992. - № 6. - С. 125.
13. Разработка технологии гидросепарирования зерна гречихи с утилизацией вторичного тепла / В.Д. Каминский, Г.И. Евдокимова, С.Т. Тастанбеков. - Москва, 1992. - 7 с. - Деп. в ЦНИИТЭИ хлебопродуктов 11.09.92, № 1257-х691.
14. Перевод паровых сушилок на комбинированный способ сушки зерна крупяных культур / В.Д. Каминский, С.Т. Тастанбеков. - Москва; 1992. - 9 с. - Деп. в ЦНИИТЭИ хлебопродуктов 11.09.92, № 1263-х691.

И. О. 17011

Б И Б Л И О Т Е К А