

Автор ер.

СА 1 Д 81

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени И. В. СТАЛИНА

Аспирант И. Р. ДУДАРЕВ

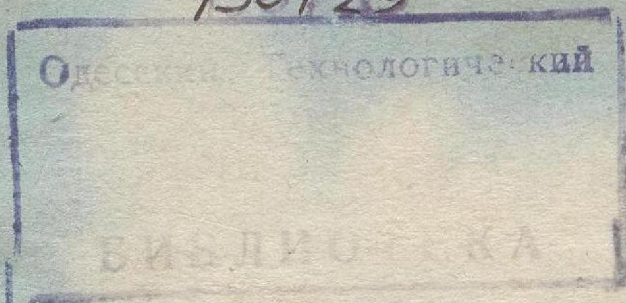
# ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНТОПРЕССОВОГО МЕТОДА ШЕЛУШЕНИЯ УВЛАЖНЕННОЙ ПШЕНИЦЫ

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ,  
ПРЕДСТАВЛЕННОЙ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Научный руководитель—заведующий кафедрой  
„Технологическое оборудование“ кандидат тех-  
нических наук, доцент А. В. ПАНЧЕНКО

Переучет 1987

150129



ОДЕССА, 1955 г.



150129

## ВВЕДЕНИЕ

Коммунистическая партия и правительство СССР проводят генеральную линию, направленную на удовлетворение постоянно растущих материальных и культурных потребностей советского народа, обеспечивая в этих целях непрерывное развитие и совершенствование производства средств производства, как основы социалистической экономики.

Исторические постановления январского Пленума Центрального Комитета партии вдохновляют трудящихся нашей страны на достижение ежегодного сбора зерна не менее 10 миллиардов пудов к 1960 году и увеличение производства основных продуктов животноводства в два с лишним раза.

В постановлении июльского Пленума ЦК КПСС «О задачах по дальнейшему подъему промышленности, техническому прогрессу и улучшению организации производства» указано на необходимость разработки и внедрения передовой техники, лучшего использования действующего оборудования, совершенствования и интенсификации технологических процессов, улучшения качества и увеличения количества выпускаемой продукции при резком подъеме производительности труда.

Перед мукомольно-крупяной промышленностью стоят задачи увеличения выпуска продукции высокого качества и широкого ассортимента при наиболее полном использовании зерна, в частности пшеницы, как основной продовольственной культуры.

### 1. Состояние вопроса, цель и задачи исследования

Одним из путей совершенствования методов выработки муки и крупы является практическое использование результатов научных изысканий в области водно-механической и водно-тепловой обработки зерна.

Обобщая многовековой опыт выработки муки, еще Д. И. Менделеев (1862 г.) указывал на технологическую целесообразность увлажнения зерна перед помолом.

Физико-химические основы переработки зерна в этом направлении разработаны в трудах отечественных ученых — Я. Н. Куприца, В. Я. Гиршсона, Л. Н. Любарского, П. П. Тарутина и новаторов мукомольного производства.

Исследования, проведенные П. А. Афанасьевым (1884 г.), К. А. Зворыкиным (1894 г.), С. К. Нотовичем (1901 г.), показали возможность отделения оболочек от ядра увлажненных зерновок злаковых культур.

Л. И. Шехтман (1926—1938 гг.) осуществил на Харьковской мельнице применение специально сконструированных шелушительных машин и достиг отделения оболочек с увлажненной пшеницы в количестве 4,4%. Чрезвычайно сложные машины не позволили ему получить результатов, приемлемых для практики мукомолья.

Первым этапом работ в направлении отделения перед помолом оболочек увлажненной пшеницы явились попытки применить имеющиеся виды зерноочистительного оборудования мельниц.

Производственными опытами Я. М. Жислина (1936 г.) на Одесской мельнице, В. Я. Гиршсона (1938 г.) на Киевской мельнице было установлено, что при обработке пшеницы влажностью до 19% в обоечных машинах представляется возможным отделить около 50% плодовых оболочек зерна; мука из такого, частично ошелушенного, зерна получает лучшие хлебопекарные качества.

Б. В. Аккерштейн (1939 г.) на мельнице в Теткино, при исследовании шелушения на шлифовальных поставах пшеницы, увлажненной паром, добился снижения зольности зерна на 0,3%.

Н. В. Роменский (1936—1945 гг.), проводя опыты по шелушению увлажненной пшеницы на наждачных обоечных машинах в лабораторных и производственных условиях на мельницах Ростовской области, установил, что при выходе ошелушенного зерна около 93%, зольность ее снижается до 1,30% против исходной зольности 1,72%. По сравнению с мукой II сорта, получаемой в обычных условиях, мука, выработанная из такого зерна, имела больше белков и меньшее содержание клетчатки.

Примерно такие же результаты получены в лабораторных условиях в Одесском технологическом институте имени И. В. Сталина И. К. Кравченко (1950 г.) при шелушении увлажненной пшеницы обоечными и щеточными машинами. Лабораторные помолы такого зерна позволили достичь увеличения общего выхода муки на 2,5%, а выхода первых сортов—на 5 ÷ 6%.

Весьма обстоятельное исследование условий шелушения зерна на щеточно-бичевых машинах было проведено во ВНИИЗ П. П. Тарутиным и его сотрудниками (1948—1950 гг.). Помолы больших партий ошелушенного зерна на экспериментальной мельнице ВНИИЗ показали, что, наряду с повышением степени продовольственного использования зерна, увели-

чивается в среднем на 2,6% выход муки высоких сортов, а все получаемые сорта муки обладают лучшими хлебопекарными достоинствами по сравнению с мукой, получаемой обычными технологическими приемами.

При всех вышеуказанных исследованиях, кроме Л. И. Шехтмана, для целей шелушения увлажненной пшеницы использовались машины, обычно применяемые для сухой обработки покровов зерна, или проводилась некоторая модернизация их, почему достигнутая эффективность была недостаточной для широкого применения разработанных методов в практике мукомолья. Поэтому можем считать, что результаты всех перечисленных работ указывают на необходимость и целесообразность изыскания более совершенных принципов работы шелушительных машин и рациональных режимов водно-механической обработки зерна.

Одной из существенных причин, обусловивших малую технологическую эффективность процесса шелушения увлажненной пшеницы, повидимому явилось несоответствие примененных принципов шелушения со структурно-механическими свойствами зерновок.

Исследование покровов зерна А. А. Алявдиной (1939 г.) показывает, что капиллярно-пористая структура оболочек, имеющих весьма развитую поверхность, способствует осуществлению ими влагопроводящих функций. Наиболее богаты капиллярами плодовые оболочки, а семенная оболочка и алейроновый слой имеют слабо выраженную капиллярную систему.

Исследования В. Г. Александрова (1937 г.) показывают, что плодовая и семенная оболочки не сращены, а склеены между собой и только в области бороздки оболочки сращены. При увлажнении зерна вода, создавая наибольшие давления в капиллярах плодовой оболочки и меньшие давления в семенной, действует в течение некоторого времени как расклинивающий и расклеивающий фактор, искусственно уменьшающий природные связи между оболочками.

В процессе же последующего за увлажнением отволаживания, капиллярная вода переходит во внутренние слои зерна и прочность связи оболочек восстанавливается.

Следовательно, целью водно-механической обработки зерна можно считать:

— дифференцированное распределение влаги между оболочками и эндоспермом зерновок при минимальном увлажнении его;

— создание напряженного состояния стенок капилляров оболочек в результате расклинивающего действия воды;

— концентрации местных повышенных напряжений на отдельных участках набухающих и расклеенных слоев оболочек;

— перевод оболочек из хрупкого в пластическо-вязкое состояние, приводящее к ослаблению связей между ними и эндоспермом.

Механическое воздействие на зерновку с целью отделения оболочек следует проводить в тот момент, когда капиллярное давление и расклеивающая способность воды будут максимальными, а следовательно, величины сдвигающих усилий, создающиеся в рабочей зоне машины, могут быть наименьшими.

Базируясь на микроанатомической структуре зерновок пшеницы, следует предполагать, что более высокой технологической эффективностью шелушения увлажненной пшеницы должны обладать машины, использующие принцип интенсивного обтирания зерновок о рабочие органы значительной шероховатости и между собою.

Конструируя для целей исследования новую шелушильную машину, использующую этот принцип, мы стремились к соблюдению следующих требований:

1. Операции шелушения необходимо выполнять поточно.
2. Процесс шелушения пшеницы следует проводить с предварительным увлажнением ее водой, как понизителем прочности связей оболочек между собой и ядром.
3. В рабочей зоне машины необходимо создать достаточное по величине межзерновое давление, являющееся необходимым условием для одновременного проявления сдвигающих и разрывающих оболочки усилий в результате трения зерновок о шероховатые рабочие органы и взаимного трения их в массе зерна.
4. Следует непрерывно удалять из рабочей зоны машины снятые оболочки для предупреждения возможности приклеивания их к ошелушенной поверхности зерновок.
5. Необходимо непрерывно удалять теплый и влажный воздух во избежание конденсации влаги внутри машины, способствующей, в частности, отмеченному выше приклеиванию отделенных оболочек к поверхности зерновок.

Конструкция созданной нами и подвергнутой исследованию винтопрессовой шелушильной машины в основном удовлетворяет этим требованиям.

Целью данной работы явилось экспериментальное исследование целесообразности применения одного из возможных методов шелушения увлажненной пшеницы, названного нами винтопрессовым методом, и установление оптимальных условий осуществления этого процесса.

Основными конкретными задачами экспериментального исследования было изучение влияния на эффективность процесса шелушения увлажненной пшеницы:

— степени увлажнения и продолжительности отволаживания зерна;

— кинематических и конструктивно-монтажных параметров машины.

## II. Экспериментальная установка и методика исследования

Исследование проводилось в лабораторных условиях на экспериментальной установке, состоящей из

— винтопрессовой шелушильной машины непрерывного действия,

— электродвигателя с двумя бесступенчатыми механическими вариаторами, включенными в цепь привода машины для изменения числа оборотов рабочих органов ее,

— воздушного сепаратора, соединенного с циклоном.

В состав лабораторной винтопрессовой шелушильной машины входили следующие комплекты:

**Приемно-выпускной комплект**, состоящий из приемного бункера с заслонкой для подачи зерна в рабочую зону машины.

**Шелушильный комплект**, состоящий из разъемной цилиндрической обечайки (диаметром 165 мм и длиной 450 мм), изготовленной из оцинкованного стального сита с продолговатыми отверстиями размером  $1,2 \times 20$  мм, и рабочего барабана с радиально расположенными лопатками. Применение сита обусловлено целесообразностью попутного вывода оболочек, отделенных в процессе шелушения, а также необходимостью непрерывного отвода тепла и влаги с воздухом, отсасываемым от машины.

Рабочий барабан представляет собой набор стальных дисков, каждый из которых закреплен на валу и имеет по три поворотных лопатки размером  $35 \times 30$  мм с круговым шагом  $120^\circ$ . Лопатки применялись стальные и абразивные (средней структуры, из шлифзерна размером  $1,0 \div 1,2$  мм). Линейный угол двугранного угла, образованного плоскостью лопатки и плоскостью, перпендикулярной к оси вала, называемый далее углом атаки ( $\alpha$ ), возможно было установочно изменять в пределах от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ . Угловое смещение лопаток двух смежных стальных дисков составляло  $60^\circ$ . Каждые две продольно размещенные лопатки являлись рабочими (транспортирующими зерно от приема к выпуску) и имели положительный угол атаки ( $+\alpha$ ) а третья — отражающей (транспортирующей зерно в обратном направлении) с отрицательным углом атаки ( $-\alpha$ ). В результате совместной работы рабочих и отражающих лопаток создается местное циркуляционное движение зерна с результирующим движением его от приема к выпуску.

**Дросселирующе-выводящий комплект**, включающий шнек

и самотечную трубу для вывода обработанного зерна. Этот комплект применялся в целях увеличения коэффициента заполнения рабочей зоны машины и создания некоторого межзернового давления, необходимого для интенсификации процесса шелушения.

Исследование технологической эффективности работы шелушителя осуществлялось при оперативном изменении выдачи зерна из машины, угловой скорости вращения рабочего барабана и дросселирующе-выводящего шнека, а также при установочном изменении конструктивно-монтажных параметров: углов атаки рабочих и отражающих лопаток  $\alpha_p$  и  $\alpha_o$  и величины радиального зазора  $\delta$  между последними и сетчатой обечайкой.

В процессе исследования были применены:

— комплект измерительных приборов, собранных по схеме двух однофазных ваттметров для измерения мощности, подводимой из сети к электродвигателю;

— сахариметр одинарной компенсации марки СОК-1 для определения содержания крахмала в зерне и продуктах шелушения его;

— корабельный тахометр непрерывного действия типа ТКМ-2000 для контроля угловой скорости вращения рабочего барабана.

В соответствии с указанными ранее задачами исследования было проведено 12 серий опытов шелушения увлажненной мягкой пшеницы IV типа, второй группы стекловидности для установления влияния на эффективность процесса шелушения следующих факторов:

— степени увлажнения и продолжительности отволаживания (4 серии опытов);

— кинематических условий работы машины (4 серии опытов);

— конструктивно-монтажных параметров машины (4 серии опытов).

Все экспериментальные исследования для получения сравнительных результатов были проведены на указанной выше пшенице одной и той же партии.

Процесс шелушения увлажненной пшеницы состоял из двух технологических операций:

1. Подготовительной операции водной обработки, при которой должно было быть осуществлено оптимальное увлажнение пшеницы горячей водой с начальной температурой  $t_g \approx 70^\circ\text{C}$  и последующее кратковременное отволаживание ее.

2. Исполнительной операции механической обработки зерна, осуществляемой в два перехода: а) собственно механическая обработка зерна в винтопрессовой шелушильной машине, б) заключительная обработка продуктов шелушения в воздуш-

ном сепараторе для разделения их по аэродинамическим свойствам.

Режим механической обработки увлажненной пшеницы определялся:

— угловой скоростью вращения рабочего барабана —  $n_1$  об/мин;

— ориентацией, т. е. углом атаки рабочих ( $\alpha_p$ ) и отражающих ( $\alpha_o$ ) лопаток;

— микро- и макрогеометрией их;

— радиальным зазором ( $\delta$  мм) между образующей цилиндрической сетчатой обечайки и наиболее удаленной от оси вращения точкой на концевой части лопатки;

— отношением угловых скоростей вращения рабочего барабана и дросселирующе-выводящего шнека —  $\frac{n_1}{n_2}$ .

Для оценки технологических и энергетических результатов шелушения увлажненной пшеницы при различных режимах работы машины нами были приняты следующие показатели:

1 — выход отходов шелушения;

2 — содержание крахмала в отходах шелушения;

3 — потери крахмала с отходами шелушения, выраженные в процентах к содержанию его в зерне;

4 — зольность продуктов шелушения, т. е. зольность ошелушенного зерна и зольность отходов шелушения;

5 — содержание битых зерновок в ошелушенном зерне;

6 — удельный расход энергии на 1 кг обработанного зерна и на 1 кг отходов шелушения.

Конечными результатами процесса шелушения увлажненной пшеницы должны быть:

— максимальное отделение только плодовых и семенных оболочек при одновременном сохранении целостности алейрснового слоя, в целях предотвращения разрушения ядра и потерь крахмала; степень отделения оболочек может быть косвенно охарактеризована снижением зольности зерна в результате шелушения его;

— минимальное количество зерен, разрушенных в процессе шелушения;

— достижение технологически оптимальной влажности ошелушенного зерна для последующего процесса помола его, либо переработки в крупу;

— достижение наименьшего удельного расхода энергии на осуществление процесса шелушения зерна.

### Результаты экспериментального исследования и рассмотрение их

Вскрытие закономерностей шелушения увлажненной пшеницы является основанием для последующего конструирования

новой шелушильной машины, отличающейся высокой эффективностью действия ее.

Многообразие факторов, влияющих на эффективность шелушения увлажненной пшеницы, обуславливало необходимость постановки специального экспериментального исследования, предпринятого с целью выявления параметров, обуславливающих наилучшие технологические и энергетические показатели этого процесса.

### 1. Исследование влияния степени увлажнения зерна и продолжительности отволаживания его на эффективность шелушения пшеницы

В числе факторов, существенно влияющих на эффективность шелушения, находятся как первоначальные физические свойства зерновой смеси, так и преобразованные в результате водной обработки ее. Поэтому первым этапом исследования (I—IV серии опытов) явилось изыскание оптимальной степени увлажнения подопытной пшеницы и продолжительности отволаживания ее.

Для подопытной пшеницы, имеющей начальную влажность —  $B_{зи} = 13 \pm 0,2\%$  и температуру  $t_s = 20 \div 25^\circ\text{C}$ , были установлены следующие параметры водной подготовки ее:

— начальная температура воды до распыления ее —  $t_s \approx 70^\circ\text{C}$ :

— осредненная конечная влажность пшеницы —  $B_{зy} = 16, 18, 19, 21$  и  $24\%$ ;

— продолжительность отволаживания —  $T = 5, 10, 20, 30, 60$  и  $90$  минут.

Условия последующей механической обработки пшеницы винтопрессовой шелушильной машиной были: число оборотов рабочего барабана —  $n_1 = 1300$  об/мин.; число оборотов дросселирующе-выводящего шнека —  $n_2 = 21$  об/мин.; углы атаки рабочих и отражающих лопаток —  $\alpha_p = 45^\circ, \alpha_o = 45^\circ$ ; радиальный зазор между обечайкой и концами лопаток —  $\delta = 5$  мм.

Сочетание и сопоставление комплекса данных, полученных в результате первых четырех серий опытов, дает основание считать, что оптимальными параметрами, как это и было установлено во ВНИИЗ П. П. Тарутиным являются: увлажнение пшеницы примерно на  $7-8\%$  и продолжительность отволаживания ее при наружной температуре  $14^\circ \div 18^\circ$  от 10 до 30 мин. Незначительные отличия показателей шелушения при отволаживании пшеницы в течение 10, 20 и 30 мин. позволяют ограничиться продолжительностью отволаживания в 10—15 минут, что желательно также и по условиям предотвращения значительного перехода влаги в ядро зерновок.

Действительно, при указанных оптимальных условиях достигались следующие показатели: при начальной зольности зерна до обработки  $A_{зи} = 1,76\%$ , зольность ошелушенного зерна после четырех пропусков была  $A_{зи} = 1,39\%$ , количество битых зерен —  $B = 4,2\%$ , потери крахмала с отходами шелушения —  $P_c = 3,5\%$ , суммарный расход энергии на обработку 1 кг зерна —  $36,5 \frac{\text{Вт}\cdot\text{ч}}{\text{кг}}$ .

Шелушение зерна с влажностью, отклоняющейся от оптимальной, ухудшает технологические и энергетические показатели процесса шелушения; кроме того, при влажности зерна более оптимальной, процесс шелушения по существу прекращается из-за наблюдающегося сминания зерновок.

Из рассмотрения данных по изменению влажности продуктов шелушения в зависимости от степени увлажнения и продолжительности отволаживания следует, что при всех пропусках увлажненной пшеницы влажность отходов шелушения увеличивается с повышением степени увлажнения; однако с увеличением продолжительности отволаживания до 90 минут при первом и втором пропусках, влажность отходов шелушения значительно уменьшается, а при третьем и четвертом пропусках — практически не изменяется;

при всех пропусках пшеницы с повышением степени увлажнения и увеличением продолжительности отволаживания влажность ошелушенного зерна неизменно увеличивается.

Таким образом, при малом времени отволаживания ( $T = 5$  мин.) имеет место значительное отделение введенной в зерно влаги совместно с первичными отходами шелушения, что при дальнейшей обработке зерна ухудшает условия отделения оболочек. При весьма длительном отволаживании влага проникает внутрь зерновок и прочность связи оболочек между собой и алейроновым слоем восстанавливается. Это подтверждается малым выходом отходов шелушения, увеличением влажности ядра и увеличением количества зерен.

## 2. Исследование влияния кинематических режимов работы машины на эффективность шелушения пшеницы

Задачей второго этапа исследования (V–VIII серии опытов) было установление влияния угловой скорости вращения стальных и абразивных лопаток рабочего барабана, а также дросселирующе-выводящего шнека на показатели эффективности процесса шелушения увлажненной пшеницы при кратковременном, в течение 10 минут, отволаживании ее.

При экспериментировании были приняты две конечные влажности пшеницы —  $21\%$  и  $19\%$ , что было сделано для проверки вывода, сделанного в первом этапе исследования:

является ли ранее установленная влажность  $B_{зy} = 21\%$  действительно оптимальной и при различных кинематических условиях работы машины.

Шелушение оптимально увлажненной пшеницы производилось: при угловой скорости вращения рабочего барабана —  $n_1 = 600 - 900 - 1300 - 1700$  об/мин, чему соответствовала окружная скорость вращения концов лопаток его —  $v_1 = 4,9 - 7,3 - 10,5 - 13,8$  м/сек — при числе оборотов дроселирующе-выводящего шнека —  $n_2 = 10 - 15 - 21 - 28$  об/мин.

В результате экспериментальных исследований было установлено, что с увеличением окружной скорости вращения как стальных, так и абразивных лопаток от 4,9 м/сек, до 10,5 м/сек, эффективность шелушения повышается. При дальнейшем увеличении окружной скорости вращения лопаток рабочего барабана наблюдается резкое увеличение количества битых зерен, достигающее до 12,5% при  $v_1 = 13,8$  м/сек, поскольку машина переходит в режим работы бичевой дробилки; это обуславливает одновременное повышение расхода энергии на процесс шелушения.

Сопоставляя эффективность шелушения увлажненной пшеницы при 10,5 м/сек и установке стальных и абразивных лопаток рабочего барабана, следует отметить, что применение последних обуславливает возможность достижения за один пропуск примерно таких же технологических и энергетических результатов, какие возможны при двух пропусках с установкой стальных лопаток.

Так, в первом случае (стальные лопатки и два пропуска через машину) были получены: относительный выход отходов шелушения — 6,4%, зольность ошелушенного зерна —  $A_{зи} = 1,59\%$ , суммарная потеря крахмала с отходами шелушения  $\Pi_c = 2,3\%$ , суммарный расход энергии на 1 кг обработанного зерна —  $20,1 \frac{\text{Вт-ч}}{\text{кг}}$ .

Во втором случае (абразивные лопатки и один пропуск через машину) были получены: зольность ошелушенного зерна —  $A_{зи} = 1,6\%$ , суммарная потеря крахмала с отходами шелушения —  $\Pi_c = 2,3\%$ , расход энергии на 1 кг обработанного зерна —  $15,9 \frac{\text{Вт-ч}}{\text{кг}}$ .

Из сопоставления показателей эффективности шелушения, полученных при влажности пшеницы 21% и 19% с применением стальных лопаток следует, что в указанном широком диапазоне изменения кинематических условий работы машины ( $n_1 = 600 \div 1700$  об/мин,  $n_2 = 10 \div 28$  об/мин) показатели при  $B_{зy} = 21\%$  выше, чем при  $B_{зy} = 19\%$ .

Таким образом, независимо от кинематических условий

работы машины, увлажнение пшеницы до 21% при сходной влажности ее в 13% является оптимальным. Кроме того, в указанных ранее пределах, независимо от степени увлажнения подопытной пшеницы, оптимальной окружной скоростью является  $v_1=10,5$  м/сек.

Следует полагать, однако, что указанное значение  $v_1$  является оптимальным только для подопытной пшеницы, а при обработке зерна, имеющего резко отличные структурно-механические свойства, могут быть оптимальными, вероятно, и другие кинематические условия работы машины.

Учитывая это, при конструировании винтопрессовой шелушильной машины необходимо предусмотреть в качестве элемента привода бесступенчатый вариатор оборотов.

На основании изложенных выше результатов экспериментального исследования следует также и то, что независимо от степени шероховатости лопаток оптимальная окружная скорость вращения их будет около 10,5 м/сек, но, исходя из задач интенсификации процесса шелушения увлажненной пшеницы, целесообразным является применение все же абразивных лопаток.

Для установления влияния выдачи обработанного зерна дросселирующе-выводящим шнеком были проведены опыты при постоянной угловой скорости вращения абразивных лопаток рабочего барабана ( $n_1=1300$  об/мин или  $v_1=10,5$  м/сек) и переменной угловой скорости вращения дросселирующе-выводящего шнека— $n_2$  об/мин. Отношения угловых скоростей были выбраны такими:  $\frac{n_1}{n_2}=92-62-52-41$ .

Из рассмотрения экспериментальных данных следует, что отношение  $\frac{n_1}{n_2}=92$  неприемлемо для мукомольного производства из-за малой пропускной способности машины, повышения содержания битых зерен и повышенных потерь крахмала с отходами шелушения. При указанном режиме работы шелушильной машины и двух пропусках через нее зольность ошелушенного зерна снижается с 1,76% до 1,30% при выходе ошелушенного зерна 87,5% (отходов шелушения = 12,5%) и суммарных потерях крахмала с отходами шелушения, равных 6,6%.

Для целей подготовки зерна к последующему размолу его в односортную муку II сорта выходом 85% более приемлемым является отношение  $\frac{n_1}{n_2}=62$ . При этом выход отходов шелушения несколько снижается—до 9,8%, зольность ошелушенного зерна—1,46%, потери крахмала с отходами шелушения—4,2%, что примерно в два раза

меньше таковых при отделении оболочек в размольном отделении мельницы.

Таким образом, с изменением отношения угловых скоростей вращения рабочего барабана и дросселирующе-выводящего шнека представляется возможным, исходя из технологических задач, регулировать эффективность процесса шелушения, управлять этим процессом, влияя на степень дросселирования выпуска обработанного зерна из рабочей зоны машины и, следовательно, на пропускную способность и интенсивность обработки зерна машиной.

### 3. Исследование влияния конструктивно-монтажных параметров машины на эффективность шелушения пшеницы

Существенное влияние на эффективность процесса шелушения увлажненной пшеницы оказывает ориентация рабочих ( $\alpha_p$ ) и отражающих ( $\alpha_o$ ) лопаток рабочего барабана и величина радиального зазора ( $\delta$ ) между концами их и ситовой обечайкой.

Поэтому задачей третьего этапа исследования (IX–XII серии опытов) было установление влияния этих параметров на показатели шелушения оптимально увлажненной ( $B_{3y} = 21\%$ ) и отволоженной ( $T = 10$  минут) пшеницы при оптимальной угловой скорости вращения рабочего барабана —  $n_1 = 1300$  об/мин и дросселирующе-выводящего шнека —  $n_2 = 21$  об/мин.

Так как при углах атаки рабочих и отражающих лопаток рабочего барабана, равных  $0^\circ$  и  $90^\circ$ , пропускная способность ее близка к нулю, то во всех предыдущих опытах эти углы атаки были приняты равными  $45^\circ$ , а установка их в осевом направлении произведена при чередовании двух рабочих и одной отражающей лопаток.

При других соотношениях количества и взаиморасположения лопаток резко увеличивался расход энергии и не менее значительно ухудшались технологические показатели процесса шелушения. Из рассмотрения экспериментальных данных, полученных при  $\alpha_p = 45^\circ$  и переменных значениях  $\alpha_o = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$  и  $60^\circ$ , было установлено, что при углах атаки  $\alpha_o = 15^\circ$  и  $60^\circ$  при двух пропусках улучшаются следующие технологические показатели шелушения: относительный выход отходов шелушения соответственно  $7,9\%$  и  $10,6\%$ ; зольность ошелушенного зерна —  $1,57\%$  и  $1,40\%$ . Однако при этих условиях отрицательными являлись значительные потери крахмала с отходами шелушения —  $3,0\%$  и  $4,9\%$ , а также суммарный расход энергии на 1 кг обработанного зерна —  $25,5 \frac{\text{Вт}\cdot\text{ч}}{\text{кг}}$  и  $31,8 \frac{\text{Вт}\cdot\text{ч}}{\text{кг}}$ .

Экспериментальные данные показывают, что изменение

угла атаки рабочих лопаток барабана в пределах от  $15^\circ$  до  $60^\circ$  не вызывает заметного изменения эффективности работы машины, и этот угол может быть принят равным  $\alpha_p = 45^\circ$ .

Результаты экспериментального исследования работы машины при различной ориентации стальных и абразивных лопаток подтвердили ранее сделанный вывод о более высокой эффективности абразивных лопаток.

При выявлении влияния величины радиального зазора между концами стальных лопаток рабочего барабана и ситовой обечайкой на показатели эффективности шелушения установлено, что увеличение радиального зазора от 5 мм до 15 мм приводит к значительному ухудшению основных технологических показателей этого процесса; действительно, при четырех пропусках через машину зольность ошелушенного зерна соответственно равна 1,39% и 1,67%, а выход отходов шелушения — 8,9% и 5,7%.

Таким образом, принятый нами радиальный зазор  $\delta = 5$  мм можно считать оптимальным, поскольку зазор менее 5 мм приводит к резкому увеличению количества битых зерен, что снижает в целом показатели технологической эффективности шелушения.

Данными нашего экспериментального исследования установлено, что оптимальными условиями шелушения увлажненной пшеницы винтопрессовым шелушителем являются:

Таблица 1

№ п.п.	Конструктивно-монтажные и кинематические параметры	Условные обозначения	Единица измерения	При подготовке пшеницы к переработке		
				в обойную муку	в одно-сортный помол с выходом 85% муки II сорта	в крупу "Полтавская" и "Артек"
1	Характер поверхности лопаток рабочего барабана . . . . .	—	—	абразивные	абразивные	абразивные
2	Угол атаки лопаток:					
	а) рабочих . . . . .	$\alpha_p$	градусы	45	45	45
	б) отражающих . . . . .	$\alpha_0$	•	15	30	60
3	Радиальный зазор между лопаткой и сетчатой обечайкой . . . . .	$\delta$	мм	5	5	5
4	Окружная скорость вращения концов лопаток . . . . .	$V_1$	м/сек	10,5	10,5	10,5
5	Отношение угловых скоростей вращения рабочего барабана и дросселирующе-выводящего шнека . . . . .	$\frac{n_1}{n_2}$	—	40	60	90

При этих условиях эффективность работы нового шелушителя может быть охарактеризована следующими показателями:

Таблица 2

№ п. п.	Показатели	Условные обозначения	Единица измерения	При подготовке пшеницы к переработке		
				в обойную муку	в одно-сортный помол с выходом 85% муки II сорта	в крупу "Полтавская" и "Артек"
1	Число пропусков . . . . .	Z	—	1	2	2—3
2	Пропускная способность машины . . . . .	$G_z$	кг/час	244	168	115
3	Выход ошелушенного зерна . . . . .	$K_{зш}$	%	95,2	91,2	87,5
4	Зольность ошелушенного зерна . . . . .	$A_{зш}$	%	1,68	1,52	1,30
5	Потери крахмала с отходами шелушения . . . . .	$P_c$	%	1,7	3,5	6,5
6	Расход энергии на 1 кг обработанного зерна	—	$\frac{вт-ч}{кг}$	9,0	27,4	47,7

Эти показатели характеризуют новую технологию подготовки зерна к помолу, как более прогрессивную, которая позволит рационализировать схемы размольного, обогатительного и вымольного процессов и повысить уровень продовольственного использования зерна, поступающего в переработку.

### Выводы

1. Исследование одного из возможных методов шелушения предварительно увлажненной пшеницы, а именно винтопрессового метода, выявило технологическую целесообразность реализации его для целей значительного отделения плодовых и семенных оболочек с поверхности зерновок, доступной рабочим органам машины. При установленном способе обработки пшеницы возможно получение достаточно высоких технологических показателей: съём оболочек в виде отходов шелушения достигает 12,5%, относительное снижение зольности зерна в пределах от 20% до 25%. При этом суммарные потери крахмала ядра не превышают 6,5%, что значительно меньше потерь крахмала, достигающих 9% при обычной технологии съема отрубей в размольном отделении мельницы.

2. Экспериментально установлено, что наиболее эффективное протекание процесса шелушения возможно при увлажнении зерновок сухой пшеницы на 7—8% водой с начальной температурой в 70°C и продолжительности последующего отволаживания 10—15 минут.

3. Оптимальными конструктивно-монтажными и кинематическими параметрами разработанной нами опытной конструкции винтопрессовой шелушильной машины, исходя из условий образования наименьшего количества битых зерен и минимальных потерь крахмала, является: окружная скорость концов лопаток рабочего барабана  $v_1 = 10—11$  м/сек, радиальный зазор между образующей цилиндрической сетчатой обечайки и концевой частью лопатки  $\delta = 5$  мм.

4. В целях интенсификации процесса шелушения и резкого уменьшения числа последовательных пропусков через винтопрессовую шелушильную машину целесообразно применение шероховатых абразивных рабочих и отражающих лопаток.

5. Исследованием установлено, что ориентация рабочих лопаток, определяемая углом атаки их  $\alpha_p$ , оказывает незначительное влияние на технологическую эффективность работы шелушильной машины и может быть принята  $\alpha_p = 45^\circ$ .

6. Исходя из технологических задач подготовки пшеницы к дальнейшей переработке в качестве оптимальных значений угла атаки отражающих лопаток  $\alpha_0$  и отношения угловых скоростей вращения рабочего барабана и дросселирующе-выводящего шнека могут быть рекомендованы следующие:

— при обойном помоле  $\alpha_0 = 15^\circ$ ,  $\frac{n_1}{n_2} \approx 40$ ,

— при односортом помоле с выходом 85% муки II сорта—  
 $\alpha_0 = 30^\circ$ ,  $\frac{n_1}{n_2} \approx 60$ ,

— при выработке пшеничной крупы типа „Полтавская“ и „Артек“— $\alpha_0 = 60^\circ$ ,  $\frac{n_1}{n_2} \approx 90$ .

В первом случае (один пропуск через машину) возможны:

а) выход ошелушенного зерна— $K_{зи} = 95,2\%$ ;

б) зольность ошелушенного зерна— $A_{зи} = 1,68\%$  при зольности исходного зерна— $A_{зи} = 1,76\%$ ;

в) потери крахмала с отходами шелушения— $P_c = 1,7\%$ ;

г) расход энергии на 1 кг обработанного зерна— $9,0 \frac{вт-ч}{кг}$ .

Во втором случае (два пропуска через машину) возможны:

а) выход ошелушенного зерна— $K_{зи} = 91,2\%$ ;

б) зольность ошелушенного зерна— $A_{\text{зш}} = 1,52\%$  при той же зольности исходного зерна;

в) потери крахмала с отходами шелушения— $\Pi_c = 3,5\%$ ;

г) расход энергии на 1 кг обработанного зерна— $27,4 \frac{\text{вт-ч}}{\text{кг}}$ .

В третьем случае (два пропуска через машину) возможны:

а) выход ошелушенного зерна— $K_{\text{зш}} = 87,5\%$ ;

б) зольность ошелушенного зерна— $A_{\text{зш}} = 1,30\%$  при той же зольности исходного зерна;

в) потери крахмала с отходами шелушения— $\Pi_c = 6,6\%$ ;

г) расход энергии на 1 кг обработанного зерна— $47,7 \frac{\text{вт-ч}}{\text{кг}}$ .

7. При исходной влажности перед шелушением, равной 21%, конечная влажность ошелушенного зерна находится в пределах от 15 до 16%, что позволяет без подсушивания использовать зерно для последующей переработки в муку либо крупу.

8. Влажность отходов шелушения достигает 40%, что вызывает необходимость их дальнейшей сушки для хранения, либо немедленной реализации на местные нужды для кормления сельскохозяйственных животных.

9. Задачей дальнейшего исследования в этой области является осуществление конструкции шелушильной машины, разработанной на основе проведенных нами экспериментальных исследований, и проведение эксплуатационных испытаний ее в производственных условиях. Цель дальнейших производственных испытаний новой машины состоит в уточнении технологических и энергетических показателей ее работы в зависимости от структурно-механических свойств всего многообразия сортов обрабатываемого зерна.

150129

Одесский Технологический

Институт

им. И. В. Мечникова

БИБЛИОТЕКА

БР 01550.

Зак. 1000

Тираж 100

Типография Одесского госуниверситета им. И. И. Мечникова, Щепкина, 12

Подписано к печати 1/Х 1955 г.