

С 14  
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

---

---

Аспирант Г. Н. САДОВСКИЙ

На правах рукописи

Переучет 19 89

**Исследование технологической  
эффективности процесса сортового  
помола пшеницы в связи с его  
построением и условиями ведения**

(Специальность № 05.374 — Технология зерновых, бобовых  
и крупяных культур)

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

Одесса — 1970

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
им. М. В. ЛОМОНОSOVA

---

Аспирант Г. Н. САДОВСКИЙ

На правах рукописи

Исследование технологической  
эффективности процесса сортового  
помола пшеницы в связи с его  
построением и условиями ведения

(Специальность № 05.374 — Технология зерновых, бобовых  
и крупяных культур)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук



ОНАХТ 30.05.12  
Исследование техноло



v011492

Одесса — 1970

Диссертационная работа выполнена на кафедре технологии переработки зерна Одесского технологического института пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова.

Научный руководитель — кандидат технических наук, доцент **И. Т. Мерко**.

Официальные оппоненты:

1. Доктор технических наук, профессор **А. М. Дзядзио**.
2. Кандидат технических наук **Б. М. Максимчук**.
3. Кандидат технических наук **Б. М. Мусюк**.

Ведущее предприятие — Одесский комбинат хлебопродуктов № 1.

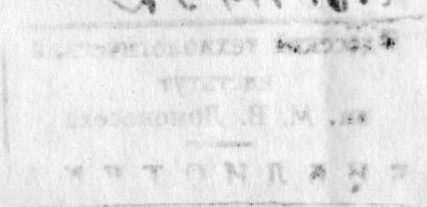
Автореферат разослан „\_\_\_“ \_\_\_\_\_ 1970 года.

Защита диссертации состоится „\_\_\_“ \_\_\_\_\_ 1970 года на заседании Совета технологических факультетов Одесского технологического института пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова.

Просим Вас принять личное участие в работе указанного Совета или прислать в 2 экземплярах заверенный печатью письменный отзыв по адресу: Одесса, 39, ул. Свердлова, № 112, технологический институт пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова.

Ученый секретарь Совета института

**Л. Запорожец**



## ВВЕДЕНИЕ

Всемерное использование достижений науки и техники, индустриальное развитие всего общественного производства, повышение его эффективности и производительности труда должно обеспечить дальнейший значительный рост промышленности и развитие сельского хозяйства. За текущую пятилетку предусмотрено повышение среднегодового производства зерна по сравнению с предыдущим периодом в целом по стране на 30%, а в предстоящем пятилетии его производство предполагается довести до 195 млн. тонн, против 162 млн. тонн в 1966—1969 гг.

В этой связи большие задачи возлагаются на работников зерноперерабатывающих предприятий. Основной задачей предприятий мукомольной промышленности является обеспечение населения мукой широкого ассортимента и высокого качества. Успешное ее решение возможно на базе совершенствования технологии, технологического и транспортного оборудования, рационального использования сырья с учетом его технологических свойств, разработки новых методов подготовки зерна к помолу, автоматизации процессов производства.

Важным звеном в выполнении поставленной задачи являются вопросы совершенствования схемы помола. Предлагаемая работа направлена к тому, чтобы исследовать технологическую эффективность процесса сортового помола пшеницы применительно к различным вариантам его построения и условиям ведения, изучить взаимодействие отдельных этапов процесса и изыскать способы его совершенствования. Решение поставленных вопросов будет способствовать улучшению ассортимента и качества производимой муки, что позволит в значительной мере повысить уровень продовольственного использования зерна при максимальной эффективности протекания процесса.

Диссертационная работа по структуре состоит из трех глав, изложена на 170 страницах машинописного текста, приведено 84 таблицы, 28 рисунков в тексте, 16 таблиц и 3 баланса помолов в приложении, содержит список исполь-

зованной литературы 206 наименований, из них — 26 зарубежных авторов.

## Глава I.

### СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ПОСТРОЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СОРТОВОГО ПОМОЛА ПШЕНИЦЫ И ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЕГО ПРОТЕКАНИЕ

Появление капитализма выдвинуло ряд новых требований к ассортименту и качеству производимой муки, в результате чего постепенно появлялся самобытный русский крупчатный помол, ставший прообразом сортового помола пшеницы в России. Постепенное разделение процесса на отдельные этапы, усовершенствование методов подготовки сырья, улучшение способов помола совместно с применением «высоких» режимов измельчения сделали русский крупчатный помол самобытным и открывшим путь к увеличению общего выхода сортовой муки при значительном улучшении ее качества.

Совершенствование технологического процесса сортового помола неразрывно связано с развитием науки о зерне, его измельчении и обязано таким ученым как П. Афанасьев, К. Зворыкин, К. Богомаз, В. Рейсиг, П. Эйбус, С. Нотович, В. Гиршсон, Я. Куприц, С. Хусид, а также огромному производственному опыту, накопленному нашими мастерами-крупчатниками, — М. Правдиным, В. Власовым, И. Калашниковым, А. Глазковым, А. Голобородько, М. Пашенко, С. Щербаковым, Б. Бершаком, Н. Ломакиным и многими другими.

Технологический процесс на современной мельнице сортового помола отличается высокой сложностью в построении и может быть отнесен по классификации к многостадийным процессам с разветвляющимся потоком. Однако, несмотря на сложность и претерпевающую эволюцию, весь технологический процесс согласно многочисленным исследованиям можно разделить на отдельные линии, этапы и системы. Оптимизация количества систем и этапов, их взаимоотношение и отыскание рациональных условий протекания процесса является важной задачей в технологии производства муки.

Исследованиями Л. Айзиковича, Я. Куприца, И. Наумова, С. Хусида, П. Тарутина, Л. Братухина, Н. Федотова, Е. Мельникова, С. Лопатинского, А. Данилина, А. Боброва, М. Муриана и других достаточно хорошо изучены отдельные системы и этапы процесса, а также выявлены факторы, влияющие на условия их протекания. Установлено, что условия проте-

кания каждого из этапов оказывают влияние на результаты помола в целом. Исследования, проводимые в целях всестороннего изучения технологической эффективности отдельных этапов процесса, позволили выявить также общие принципы построения схемы сортового помола пшеницы. Согласно имеющимся публикациям современная схема сортового помола пшеницы строится на двух либо на трех технологических линиях. При построении процесса помола на двух технологических линиях он состоит из драной и размольной линий, а при построении на трех — драной, шлифовочной (в результате расширения этапа шлифования крупок и автономного вымола сходовых продуктов) и размольной.

Работы П. Тарутина, Л. Братухина и других показали, что степень развитости процесса шлифования крупок оказывает влияние не только на распределение промежуточных продуктов отдельных этапов процесса (обогащение крупок на ситобеечных системах, размол крупок и дунстов), но и изменяет качественную характеристику подготовленного к размолу продукта и, тем самым, оказывает влияние как на протекание процесса, так и его результаты в целом. Однако, как показывает анализ, в специальной литературе достаточно обоснованные рекомендации по применению вариантов построения схемы в зависимости от требуемых результатов помола отсутствуют, а мнения ряда авторов о структуре процесса не лишены противоречий. Отсутствие достаточно обоснованных рекомендаций по построению технологического процесса сортового помола, и в частности этапа шлифования крупок, в известной мере объясняет большое разнообразие существующих схем однотипных помолов.

Как показали исследования, эффективность помола зависит не только от структуры процесса, но и от условий его ведения. Исследованиями установлено, что на построение, ведение и результаты технологического процесса мельницы сортового помола влияет ряд факторов, которые условно можно дифференцировать на четыре группы:

- а) ассортимент и качество вырабатываемой продукции;
- б) физико-технологические свойства зерна;
- в) кинематические и геометрические параметры рабочих органов машин;
- г) нагрузочные условия работы основного технологического оборудования.

Известно, что первые две группы оказывают влияние на структуру и степень развитости процесса, в то время как остальные определяют режим систем и устанавливаются в зависимости от типа помола и ассортимента получаемой муки.

Многочисленными исследованиями достаточно хорошо изучено влияние этих факторов на протекание отдельных этапов

процесса, однако почти не исследовано влияние их на эффективность помола в целом применительно к структуре процесса и требуемым конечным результатам, а также недостаточно обоснован их выбор. В то же время, проведенный анализ схем действующих мельниц свидетельствует о том, что существующий процесс сортового помола имеет еще неиспользованные резервы для совершенствования и повышения его эффективности. Поэтому целью настоящей работы является изыскание способов повышения эффективности процесса сортового помола пшеницы для улучшения ассортимента и качества получаемой муки.

Исследования предусматривали решение следующих задач:

— исследовать влияние структуры процесса и условий его ведения на технологическую эффективность помола;

— исследовать взаимодействие отдельных этапов процесса;

— выявить возможность сокращения и упрощения схемы помола;

— установить рациональные варианты схемы сортового помола и наиболее благоприятные условия протекания процесса в зависимости от ассортимента производимой муки.

## Глава II.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА

Для изучения влияния структуры процесса на показатели его эффективности в качестве объекта исследования была принята схема сортового помола пшеницы, представленная различными вариантами ее построения. На основании анализа схем действующих мельниц сортового помола и существующих принципов его построения были выбраны три варианта, в наибольшей мере отражающие вероятную структуру технологического процесса.

Варианты схемы помола включали семь драных систем, из них первые три — крупнообразующие первого качества, четвертая — второго качества и последующие — вымольные системы драной линии. На втором этапе просеивания промежуточных продуктов была предусмотрена сортировка крупок и дунстов. Процесс обогащения промежуточных продуктов осуществляли на четырех ситовеечных системах и шлифовочных, количество которых зависело от варианта построения схемы. Вариант № 1 имел две шлифовочные системы для крупной и средней крупок первого качества, вариант № 2 —

четыре для крупной, средней, мелкой крупок первого качества, крупок второго качества и сходов с веечных систем, а вариант № 3 — шесть для крупной, средней, мелкой крупок первого качества, крупок второго качества и вымола конечных продуктов со шлифовочных систем. На ситовейках обогащали крупную, среднюю, мелкую крупки первого качества и крупки второго качества. В целом процесс обогащения был построен таким образом, что позволял обогащать крупки на ситовейках до и после обработки их на шлифовочных системах. Последнее позволяло сохранить принципы обогащения промежуточных продуктов при сортовых помолах пшеницы. Размольная линия состояла из десяти размольных и двух сходовых систем. Направление промежуточных продуктов осуществляли в соответствии с рекомендациями «Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах». Воспроизводили схему на лабораторных мельничных установках и ситовейках.

Для изучения влияния основных технологических факторов на изменение технологической эффективности процесса приняты следующие условия помола:

а) различное качество зерна по стекловидности — 37—43 и 55—61 %;

б) режимы измельчения крупнообразующих систем по показателю общего извлечения:

— согласно рекомендациям «Правил» ( $u_I = 10,0 - 12,0\%$ ,  $u_{II} = 45,0 - 48,0\%$ ,  $u_{III} = 40,0 - 43,0\%$ );

— режим «максимального извлечения» ( $u_I = 15,0 - 18,0\%$ ,  $u_{II} = 54,0 - 58,0\%$ ,  $u_{III} = 45,0 - 48,0\%$ );

в) различные удельные нагрузки по системам:

— удельные нагрузки согласно рекомендациям «Правил»;

— удельные нагрузки 80 и 60 % от соответствующих рекомендаций;

— режим «перераспределенных» удельных нагрузок, т. е. удельные нагрузки на вымольные системы драной и размольной линий снижены на 20 — 25 % за счет увеличения их на крупнообразующих системах и системах для размольных крупок и дунстов на 10—15 %;

г) различное взаимное расположение рифлей крупнообразующих систем:

— «острие по острию»;

— «спинка по спинке»;

д) различное состояние поверхностей валцов вымольных систем размольной линии:

— рифленые ( $R = 11$ );

— абразивно-шлифованные ( $R_z = 2-3$  мкм).

Первая часть исследований предусматривала изучить влияние принятых факторов на показатели эффективности

помола, вторая — структуры процесса применительно к различным условиям его ведения. Исследования проводили методом исключения переменных, а карта технологических испытаний представлена на рис. 1.

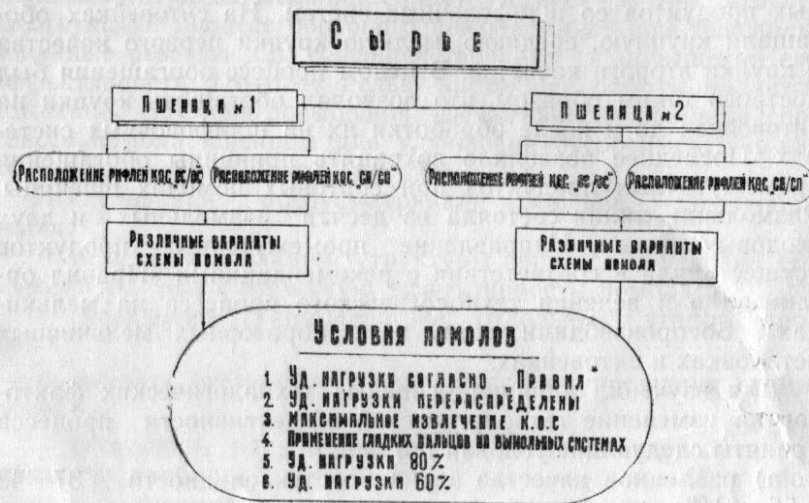


Рис. 1. Карта технологических испытаний процесса помола.

В качестве сырья служила рядовая пшеница, технологическая характеристика которой приведена в табл. 1.

Таблица 1

Показатели качества зерна

Наименование показателей	Помольные партии	
	пшеница № 1	пшеница № 2
Тип	IV	IV
Стекловидность, %	58	40
Натурный вес, г/л	823	815
Зольность зерна, %	1,63	1,53
Зольность эндосперма, %	0,40	0,39
Содержание «сырого» протеина, %	11,4	10,7
Содержание зерновой примеси на 1 драной системе, %	1,28	0,76
Содержание сорной примеси на 1 драной системе, %	0,08	0,10
Влажность на 1 драной системе, %	16,0	15,5
Крупность	1 группа	I группа

Подготовка зерна к размолу включала: трехкратное сепарирование, триерование, отделение минеральных примесей на камнеотборочной машине, сухую обработку поверхности зерна на щеточной машине, процесс холодного кондиционирования, режим которого устанавливали в соответствии с рекомендациями «Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах». В целом схема подготовки зерна к размолу обеспечивала очистку зерновой массы до требуемых норм (табл. 1).

Лабораторные помолы проводили по общепринятой методике. Зольность муки, промежуточных продуктов и показатели качества зерна определяли стандартными методами. Содержание «сырой» клетчатки — по методу Геннеберга и Штомана в модификации Попова, общий азот — по Кьельдалю, количество крахмала в отрубях — по Эверсу с помощью универсального сахариметра типа СУ-2. Физические свойства теста — на альвеографе, качество клейковины — на приборе ПЭК-3А, белизну муки — на приборе ФПМ-1 по прилагаемым к ним методикам. Диастатическую активность теста — по методу Рамзея, газообразующую способность — по методике Островского-Яго. Пробные выпечки хлеба проводили по методу Центральной лаборатории Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Для комплексной оценки эффективности процесса помола были приняты следующие критерии:

1. Условная технологическая эффективность процесса

$$E = u_{пр} \frac{z_э}{z_{пр}} \cdot \frac{1}{n_{сист}} \%,$$

где  $u_{пр}$  — выход муки по процессу, %;  
 $z_э, z_{пр}$  — зольность эндосперма и зольность муки, %;  
 $n_{сист}$  — количество систем по схеме помола.

2. Коэффициент оборачиваемости продукта по системам, характеризующий интенсивность протекания процесса

$$\eta = \frac{O_{пр}}{u_{пр}},$$

где  $O_{пр}$  — суммарный оборот продукта по системам, %.

3. Удельный расход энергии на помол, характеризующий энергоёмкость протекания процесса,

$$A_{уд} = \frac{A_{пр}}{a_m} \frac{кдж}{кг},$$

где  $A_{пр}$  — расход энергии на помол, кдж;  
 $a_m$  — выход муки по процессу, кг.

4. Эффективность отдельных систем оценивали показателем условной технологической эффективности системы

$$e_i = u_c^i \frac{z_3}{z_c^i}, \%$$

где  $u_c^i$  — выход муки с  $i$ -той системы, %;  
 $z_c^i$  — зольность этой муки, %.

Число равноточных опытов для исследований определяли методами статистического анализа.

### Глава III.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СОРТОВОГО ПОМОЛА ПШЕНИЦЫ

### 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ПОМОЛА

Данная серия опытов предусматривала исследование влияния основных технологических факторов на изменение показателей эффективности процесса сортового помола применительно к различным вариантам его построения.

#### А. Влияние качества сырья по стекловидности на показатели процесса помола

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что выход и качество муки по процессу при переработке зерна в пределах изменения стекловидности помольной партии 40—58% не претерпевают существенных изменений. Снижение этого показателя до 40% приводит к увеличению выхода отрубей в размольной линии и уменьшению удельного расхода энергии на помол, а повышение общей стекловидности зерна до 58% способствует улучшению процесса крупобразования, проявляющееся в увеличении выхода крупной, средней крупок и уменьшении муки.

Выход муки с первых размольных и последних вымольных систем с уменьшением стекловидности с 58 до 40% уменьшается, для всех остальных — колеблется в незначительных пределах; снижается зольность извлекаемой муки с драных и шлифовочных систем и значительно повышается с последних размольных. Наблюдается также повышение зольности муки с систем для размола крупок и дунстов второго качества.

Отмеченные изменения выхода и зольности муки приводят к уменьшению условного показателя технологической эффективности ( $e_i$ ) систем размола крупок и дунстов и, особенно, вымольных, кроме V драной, где этот показатель возрастает. Анализ полученных результатов показывает, что уменьшение эффективности по показателю  $e_i$  вымольных систем размольной линии происходит в результате значительного повышения зольности муки, извлекаемой на них, что свидетельствует о необходимости поддержания для низкостекловидного зерна более «щадящих» режимов измельчения.

#### Б. Влияние взаимного расположения рифлей крупобразующих систем

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что рассматриваемый фактор является одним из основных, влияющих на показатели эффективности процесса помола. Применение взаимного расположения рифлей крупобразующих систем «спинка по спинке» по сравнению с расположением «острие по острию» (табл. 2) способствует значительному улучшению качества получаемой муки по всем принятым показателям. Уменьшается также коэффициент обратимости продукта ( $\eta$ ), возрастает показатель эффективности процесса ( $E$ ) и улучшается вымол отрубей.

Процесс крупобразования происходит более интенсивно, о чем свидетельствует увеличение выхода мелких фракций и, особенно, муки с I—III драных систем, однако зольность всех промежуточных продуктов снижается. Выход муки по системам перераспределяется в сторону увеличения его с 1—3-й размольных при одновременном улучшении ее качества. Улучшается также качество муки с систем для размола крупок и дунстов второго качества.

Изменение выхода и качества муки приводит к изменению показателя технологической эффективности систем ( $e_i$ ). Заметно этот показатель возрастает для 1—3-й размольных и менее — для последних драных.

В целом отмеченные факты позволяют сделать вывод, что расположение рифлей крупобразующих систем «спинка по спинке», против «острие по острию», способствует лучшей подготовке крупок и дунстов для размола их в муку, хотя процесс крупобразования протекает при увеличении более мелких фракций.

#### В. Влияние режима измельчения крупобразующих систем

Исследования показали, что с понижением режима измельчения крупобразующих систем по показателю общего

Основные показатели процесса сортового помола в зависимости от технологических факторов  
(вариант схемы № 2)

Технологические факторы	Показатели							Выход отрубей, %	
	$u_{пр}$ , %	$z_{пр}$ , %	Соержание сы- рых клетчатки, %	Показатель белиз- ны, усл. ед.	$O_{пр}$ , %	$E$ , %	$\eta$		$A_{уд}$ , кДж/ кг
Стекловидность зерна 58%	72,9	0,67	0,38	40	718,5	1,89	9,86	80,6	12,7/10,7*
	73,1	0,57	0,30	29	672,1	2,23	9,16	89,8	14,2/9,1
Стекловидность зерна 40%	72,4	0,68	0,47	40	705,6	1,82	9,74	78,8	12,0/11,9
	72,6	0,60	0,37	34	659,5	2,02	9,24	84,1	14,3/9,4

\* В числителе показан выход отрубей в драной линии, а знаменателе --- в размольной.

извлечения выход крупок и муки увеличивается при одновре-  
менном ухудшении их качества. Увеличение общего  
выхода крупок при повышении выхода мелких фракций про-  
межуточных продуктов и ухудшение качества этих крупок  
свидетельствует о том, что процесс крупобразования прохо-  
дит более интенсивно. Понижение режимов измельчения кру-  
пообразующих систем способствует также интенсификации  
процесса помола в целом, о чем свидетельствует уменьшение  
показателя  $\eta$  (табл. 3).

В результате увеличения выхода общего извлечения с I—III  
драных систем выход круподунстовых продуктов второго  
качества уменьшается, а процесс обогащения их становится  
менее эффективным. Последнее вытекает из того, что замет-  
но уменьшается выход муки с 4—7-й размольных систем  
и повышается ее зольность. Вымол конечных продуктов при  
этом протекает менее эффективно, сопровождающийся пере-  
тиранием оболочек и попаданием их в муку.

В целом по процессу применение пониженных режимов  
крупобразующих систем позволяет сократить драную линию  
без заметного изменения общего выхода муки, однако в ре-  
зультате интенсификации помола качество этой муки по всем  
принятым показателям ухудшается и повышается на 5—6%  
энергоёмкость его протекания.

#### Г. Влияние удельных нагрузок по системам

Анализ полученных данных (табл. 3) позволяет сделать  
вывод, что выход муки и отрубей по процессу практически  
не зависит от величины удельных нагрузок по системам.  
Качество муки общего выхода по показателям зольности  
и белизны с уменьшением удельных нагрузок улучшается.  
По данным наших исследований зольность и белизна муки  
при «перераспределенных» удельных нагрузках такая же как  
и при нагрузках 80% от рекомендуемых «Правилами». Обо-  
рот продукта по системам ( $O_{пр}$ ) и удельный расход энергии  
на помол ( $A_{уд}$ ) при снижении нагрузок по системам до 80%  
уменьшаются, а показатель эффективности процесса ( $E$ )  
увеличивается. Установлено, что дальнейшее снижение их до  
60% существенно не влияет на изменение этих показателей.

Режим «перераспределенных» удельных нагрузок по си-  
стемам по сравнению с рекомендуемыми «Правилами» приво-  
дит к незначительному уменьшению общего оборота продукта  
( $O_{пр}$ ), увеличению показателя технологической эффективно-  
сти процесса ( $E$ ) и повышению энергозатрат на размол ( $A_{уд}$ ).

Выход крупных фракций с уменьшением удельных  
нагрузок на крупобразующих системах несколько уве-  
личивается, зольность же извлекаемых крупок практически  
не изменяется.

Основные показатели процесса сортового помола в зависимости от величины удельных нагрузок по системам и режима измельчения крупобразующих систем (вариант схемы № 2)

Технологические факторы	Показатели									
	$u_{пр}$ , %	$z_{пр}$ , %	Соединен. сч- порт клетчатки	Показатель в муке, %	Показатель Белознч. му- ки, усл. ед.	$O_{пр}$ , %	$E$ , %	$\eta$	Аул. кдмж кг	Выход отрубей, %
Удельные нагрузки согласно «Правилам»	72,9	0,67	0,38	40	718,5	1,89	9,86	80,6	12,7/10,7	
Удельные нагрузки 80%	73,0	0,65	0,40	38	714,8	1,95	9,79	78,3	12,7/10,6	
Удельные нагрузки 60%	72,9	0,65	0,38	37	715,9	1,95	9,82	78,0	12,5/10,9	
Режим «перераспределенных» удельных нагрузок	72,6	0,65	0,42	38	714,4	1,94	9,84	81,1	12,7/11,0	
Режим «максимального извлечения» к. о. с.	72,5	0,68	0,42	41	692,6	1,92	9,55	85,3	12,6/11,6	

Выход муки по системам в пределах изменения удельных нагрузок 100—60% от рекомендуемых «Правилами» не изменяется, а при «перераспределенных» нагрузках незначительно уменьшается с первых трех размольных в результате увеличения недосево. При уменьшении удельных нагрузок на системах второго качества и вымола снижается зольность муки, получаемой с этих систем, а также повышается степень вымола конечных продуктов драной и размольной линий.

#### Д. Эффективность применения абразивно-шлифованных вальцов для вымола оболочечных продуктов

При вымоле конечных продуктов вальцами с абразивно-шлифованной поверхностью ( $R_z = 2-3$  мкм), вместо рифленых, извлечение муки на этих системах уменьшается, а энергоемкость процесса возрастает в несколько раз. В то же время, зольность извлекаемой муки снижается, а содержание крахмала в сходах уменьшается, что свидетельствует о более «мягком» воздействии вальцов на продукт при отделении мучнистой части и улучшении вымола конечных продуктов.

Уменьшение величины извлечения муки по системам при применении абразивно-шлифованных вальцов для вымола сходовых продуктов приводит к незначительному уменьшению общего выхода муки по процессу, повышению коэффициента оборачиваемости продукта по системам ( $\eta$ ) и увеличению выхода отрубей в размольной линии.

Проведенный анализ полученных данных показал, что выявленные закономерности протекания помола в зависимости от исследованных технологических факторов проявляются независимо от принятых изменений структуры процесса.

#### II. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СОРТОВОГО ПОМОЛА ПШЕНИЦЫ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАЗЛИЧНЫМ ВАРИАНТАМ ЕГО ПОСТРОЕНИЯ И УСЛОВИЯМ ВЕДЕНИЯ

Наряду с общими закономерностями протекания процесса, проявляющимися независимо от варианта его построения, на основании предварительного анализа полученных результатов установлено, что каждому варианту присущи некоторые специфические особенности, позволяющие в известной мере выделить их друг от друга. Данные особенности заключаются в различном количественном перераспределении промежуточных продуктов на отдельных этапах процесса, изменении выхода и качества муки по системам. Вариант построения схемы процесса помола оказывает также влияние на такие его показатели, как удельный расход энергии на помол, коэффи-

циент оборачиваемости продукта по системам, условную технологическую эффективность и другие.

В связи с этим возникла необходимость провести сравнительные исследования технологической эффективности процесса сортового помола применительно к различным вариантам его построения и условиям ведения. Данную часть исследований проводили в соответствии с представленной картой технологических испытаний (рис. 1).

### 1. Влияние принятых вариантов построения процесса на конечные результаты помола

Полученные экспериментальные данные (табл. 4) свидетельствуют о том, что общий выход муки по процессу и ее качество по показателям зольности, содержанию «сырой» клетчатки и белизне колеблется в незначительных пределах и практически не зависят от варианта построения схемы; с расширением структуры процесса наблюдается лишь незначительное увеличение ее выхода. Оборот продукта по системам ( $O_{пр}$ ) с повышением степени развитости процесса возрастает, однако наиболее интенсивное протекание его наблюдается при помолах по варианту схемы № 2, о чем свидетельствует наименьшее значение коэффициента оборачиваемости продукта ( $\eta$ ). Последнее свидетельствует о том, что при данной структуре процесса происходит наиболее рациональная подготовка промежуточных продуктов на отдельных его этапах по дисперсному их составу, исключая излишний оборот продукта по системам и обеспечивая наименьшие энергозатраты на помол.

С расширением структуры процесса технологическая эффективность его по показателю  $E$  заметно снижается. Выход отрубей в драной и размольной линиях при вариантах схемы № 2 и № 3 существенно не изменяется, а при варианте № 1 он увеличивается в драной линии за счет уменьшения в размольной.

Из анализа полученных результатов можно установить, что стремление к расширению и усложнению структуры процесса не всегда является оправданным с точки зрения увеличения общего выхода муки, улучшения ее качества, повышения эффективности, интенсивности протекания процесса и снижения его энергоемкости.

Таблица 4

Основные показатели процесса помола в зависимости от его структуры

Вариант схемы	Показатели							Выход отрубей, %	
	$u_{пр}$ , %	$z_{пр}$ , %	Содержан. «сырой» клетчатки в муке, %	Показатель вязкости муки, усл. ед.	$O_{пр}$ , %	$E$ , %	$\eta$		
№ 1	71,6	0,68	0,40	39	712,4	2,00	9,95	84,2	15,4/9,3
№ 2	72,9	0,67	0,38	40	718,5	1,86	9,86	80,6	12,7/10,7
№ 3	72,7	0,66	0,39	38	733,6	1,76	10,10	86,7	12,8/10,3

К.В. 11492

## 2. Влияние принятых вариантов построения процесса на выход и качество муки по системам

Результаты исследований (рис. 2) показали, что выход муки с размольных систем находится в определенной зависимости от структуры процесса, причем наиболее характерно это проявляется при варианте схемы № 3. Так, выход муки с первых размольных систем при вариантах схемы № 1 и № 2 колеблется в незначительных пределах и практически постояен, а при варианте № 3 — значительно снижается, что может быть объяснено снижением нагрузок на эти системы и обусловлено схемой распределения промежуточных продуктов при этой структуре процесса.

Зольность муки с первых трех-четырех размольных систем является независимой от принятых вариантов построения процесса, а для 5—7-й размольных и вымольных с изменением варианта изменяется, причем для систем размолла крупок и дунстов второго качества с расширением шлифовочного процесса этот показатель улучшается.

Изменение выхода и качества муки, получаемой с равнозначных систем при различных вариантах схемы, приводит к изменению эффективности этих систем и, как следует из рис. 2, наибольшее изменение претерпевают 1—3-я размольные системы.

Исследованиями установлено, что структура процесса и условия его ведения не изменяют биохимические свойства, дисперсный состав получаемой муки и не ухудшают ее хлебопекарные достоинства.

Установлено, что выявленные закономерности проявляются независимо от принятой для исследований стекловидности зерна и условий помола.

### 3. Выбор рационального варианта построения схемы сортового помола пшеницы и технологических условий его ведения

Проведенные исследования различных вариантов построения схемы процесса в зависимости от принятых технологических условий помолов позволили на основании сравнительного анализа выбрать рациональный вариант построения процесса и условий наиболее целесообразного протекания его с учетом требуемого ассортимента и качества муки.

Анализ полученных данных и рис. 2, 3, 4 показывает, что наиболее целесообразным вариантом построения схемы многосортного помола для исследованных условий является вариант № 2. Структура процесса при этом варианте по сравнению с другими позволяет максимально извлечь муку с пер-

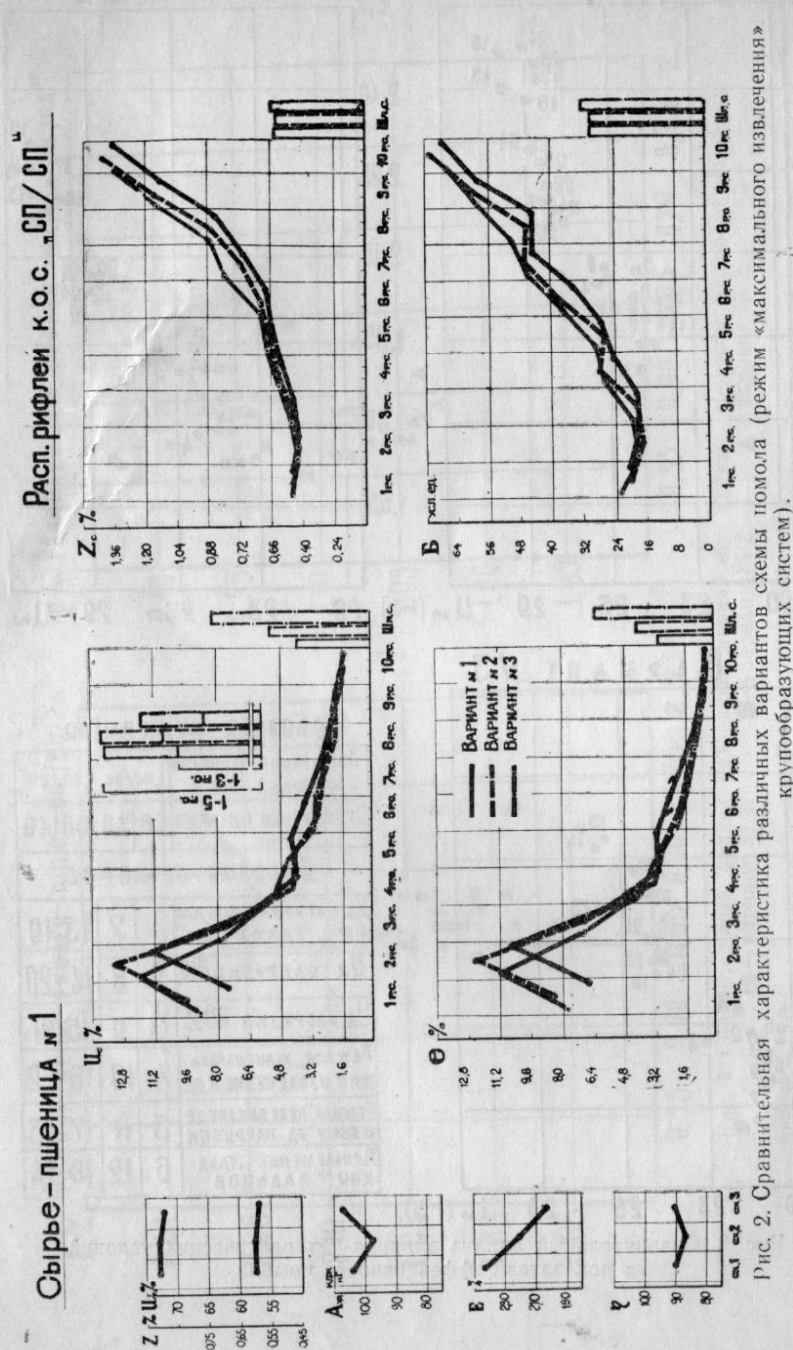
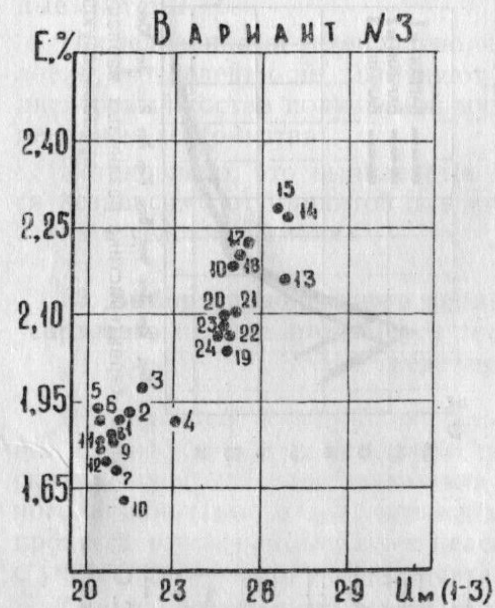
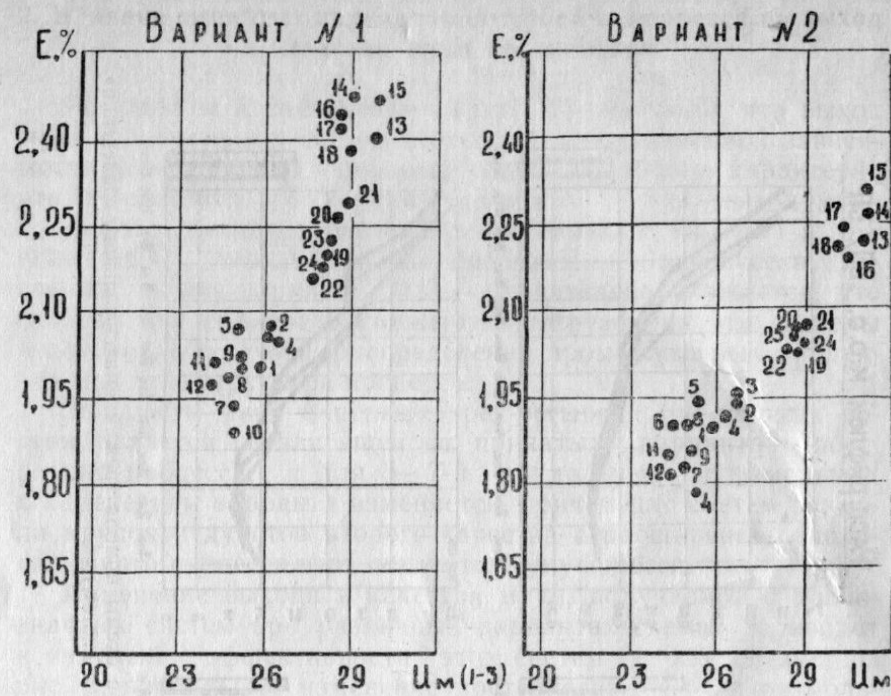


Рис. 2. Сравнительная характеристика различных вариантов схемы помола (режим «максимального извлечения» крупнообразующих систем).



**УСЛОВНАЯ НУМЕРАЦИЯ**

ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ РИФЛЕЙ К.О.С.	„ос/ос“	„сп/сп“
СТЕКЛОВИДН. ПШЕНИЦЫ %	58 40	58 40

**УСЛОВИЯ ПОМОЛОВО:**

Уд. НАГРУЗКИ СОГЛАСНО „ПРАВИЛАМ“	1 7 13 19
Уд. НАГРУЗКИ 80%	2 8 14 20
Уд. НАГРУЗКИ 60%	3 9 15 21
РЕЖИМ „МАКСИМАЛЬНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ“ К.О.С.	4 10 16 22
РЕЖИМ „ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ“ Уд. НАГРУЗОК	5 11 17 23
ПРИМЕНЕНИЕ „ГЛАДКИХ“ ВАЛЬЦОВ	6 12 18 24

Рис. 3. Сравнительный анализ влияния технологических условий на показатели эффективности помола.

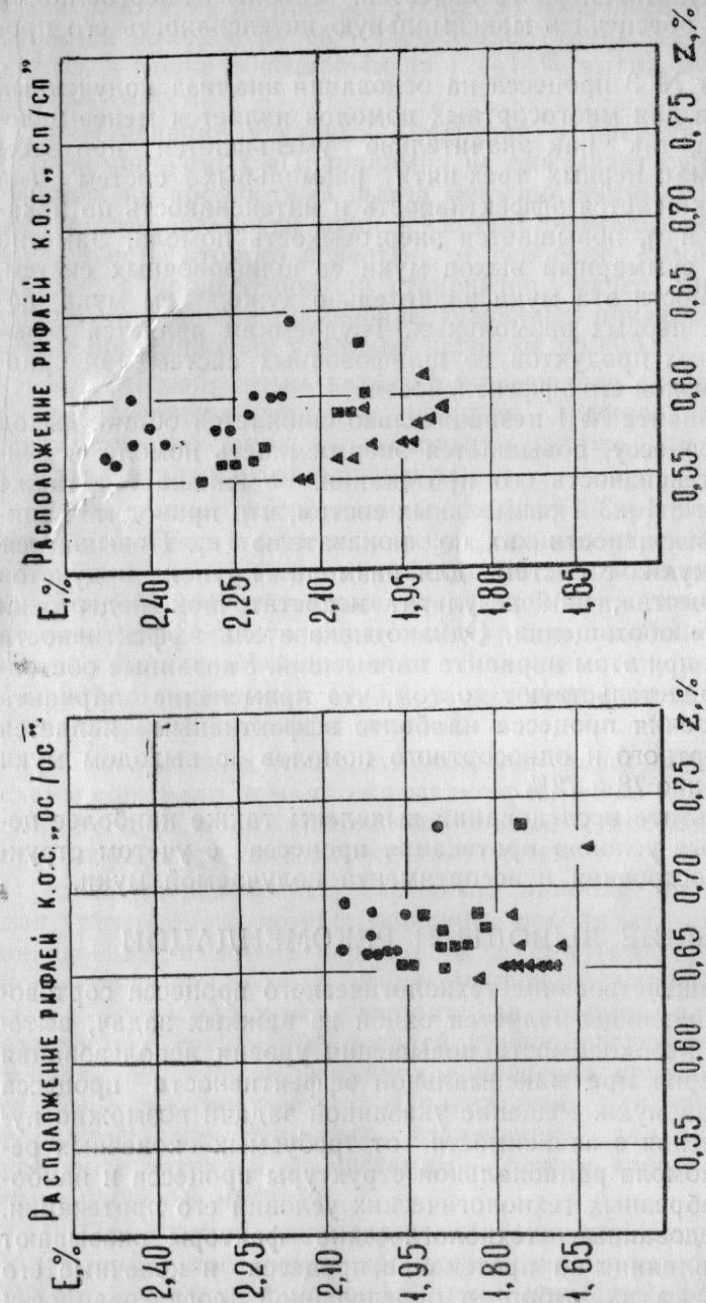


Рис. 4. Сравнительный анализ различных вариантов схемы процесса сортового помола: ● — вариант № 1; ■ — вариант № 2; ▲ — вариант № 3.

вых трех-пяти размольных систем, с которых формируют высокие сорта, повысить эффективность систем для размолла крупок и дунстов первого качества, снизить энергоемкость процесса и обеспечить максимальную интенсивность его протекания.

Вариант № 3 процесса на основании анализа полученных результатов для многосортных помолов является менее целесообразным, так как значительно уменьшается при этом выход муки с первых трех-пяти размольных систем (на 9—10%), снижается эффективность и интенсивность по показателям  $E$  и  $\eta$ , повышается энергоемкость помола. Заметно возрастает суммарный выход муки со шлифовочных систем, но по зольности эта мука значительно хуже, чем мука, получаемая с первых размольных. Трудоемким является и вымол конечных продуктов со шлифовочных систем при сравнительно низкой его эффективности.

При варианте № 1 незначительно снижается общий выход муки по процессу, повышается энергоемкость помола и снижается интенсивность его протекания. Уменьшается также выход муки с 1—3-й размольных систем, что приводит к снижению эффективности их по показателю  $e_1$ . Повышается зольность муки с систем для размолла крупок и дунстов второго качества, как результат недостаточной подготовки их на этапе обогащения. Однако показатель эффективности процесса  $E$  при этом варианте наивысший. Указанные обстоятельства свидетельствуют о том, что применение варианта № 1 построения процесса наиболее эффективным является для двухсортного и односортного помолов с выходом муки соответственно 78 и 72%.

В результате исследований выявлены также наиболее целесообразные условия протекания процесса с учетом структуры его построения и ассортимента получаемой муки.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Совершенствование технологического процесса сортового помола пшеницы является одной из важных задач, вытекающей из необходимости повышения уровня использования ресурсов зерна при максимальной эффективности процесса производства муки. Решение указанной задачи возможно путем применения в зависимости от требуемых конечных результатов помола рациональной структуры процесса и наиболее целесообразных технологических условий его протекания.

2. Исследованные технологические факторы оказывают различное влияние на протекание процесса и конечные его результаты, а их выбор в определенной согласованности с вариантом построения схемы диктуется требованиями ассортимента и качества получаемой муки.

3. Изменение общей стекловидности помольной партии в пределах 40—60% практически не влияет на общий выход и качество муки по процессу, однако с уменьшением ее увеличивается выход отрубей в размольной линии, ухудшается их вымол, а также повышается на 12—14% выход муки с I—III драных систем.

4. Изменение удельных нагрузок в пределах 100—60% от рекомендуемых «Правилами» не оказывает существенного влияния на абсолютный выход муки по системам, но с понижением их зольность муки с систем, размалывающих крупки и дунсты второго качества, и, особенно, вымольных снижается, а процесс помола становится менее энергоемким, причем наибольшее изменение указанных показателей происходит при снижении удельных нагрузок до 80%.

5. Целесообразным является применение режима «перераспределенных» удельных нагрузок, позволяющего улучшить качество муки с вымольных систем, не уменьшая общую нагрузку на вальцовую линию.

6. Взаимное расположение рифлей крупнообразующих систем является одним из важных технологических факторов, влияющих на показатели эффективности протекания процесса. Применение расположения рифлей этих систем «спинка по спинке», против «острие по острию», позволяет существенно улучшить качество муки общего выхода, увеличить на 15—20% выход муки с 1—3-й размольных систем и повысить степень вымалываемости отрубей.

7. Установлено, что исследованные варианты построения схемы сортового помола оказывают различное влияние на баланс выхода муки, причем наибольшее изменение претерпевают первые три-пять размольных систем.

8. Из исследованных вариантов наиболее рациональным для трехсортного помола пшеницы, исходя из целевого его назначения, является вариант № 2, для односортного 72%-ного — вариант № 1, а из рассмотренных условий помолов: сырье — стекловидная пшеница (в нашем случае 58%), взаимное расположение рифлей крупнообразующих систем — «спинка по спинке», величина извлечения крупнообразующих систем — рекомендуемая «Правилами» для многосортного и режим «максимального извлечения» для односортного, удельные нагрузки по системам — режим «перераспределенных» удельных нагрузок.

9. Применение рекомендуемых технологических условий и структуры построения процесса позволит улучшить ассортимент и качество получаемой муки, повысить эффективность процесса (по показателю  $E$ ) на 20—22% и интенсивность его протекания на 9—10%.

10. Экономический эффект предлагаемых мероприятий в результате повышения выхода муки высоких сортов для мельницы трехсортного помола производительностью 240 т/сутки составит 63,0 тыс. рублей в год.

**По материалам диссертации опубликованы в соавторстве следующие работы:**

1. Об удельных нагрузках на вальцовые станки. «Мукомольно-элеваторная промышленность», № 8, 1969.

2. Закономерности построения схемы сортовых помолов пшеницы. «Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР. Пищевая промышленность», вып. IV, Киев, 1970.

3. Влияние взаимного расположения рифлей вальцов крупнообразующих систем на показатели помола пшеницы. «Хранение и переработки зерна», вып. IV, ЦНИИТЭИ Минзага СССР, М., 1970.

4. О применении абразивно-шлифованных вальцов для вымола конечных продуктов. «Известия вузов СССР. Пищевая технология», № 1, 1970.

**По вопросам, рассматриваемым в диссертации, автором сделаны доклады:**

1. На XXX научной конференции профессорско-преподавательского состава Одесского технологического института имени М. В. Ломоносова, февраль, 1969.

2. На XXXI научной конференции Одесского технологического института имени М. В. Ломоносова, посвященной 100-летию со дня рождения В. И. Ленина, март, 1970.

---

Подписано к печати 16.X.70 г.      Формат бумаги 60×90/16.

1,5 печ. л. 1,4 уч.-изд. л.      БР 04063. Зак. № 4366. Тир. 200.

Городская типография управления по печати Одесского облисполкома,  
цех № 5, ул. Ленина, № 49.