

Д.Втор ер.

Н-34.

Одесский технологический институт пищевой промышленности
имени М.В. Ломоносова

На правах рукописи

НАУМЕНКО Иван Дмитриевич

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРИ СОРТОВЫХ
ПОМОЛАХ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭИМ

Специальность 05.18.02 - технология зерновых,
бобовых, крупяных продуктов и комбикормов

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Переучет 1987

Одесса - 1982

Работа выполнена во Всесоюзном ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте зерна и продуктов его переработки и Казахском филиале ВНИИЗ.

Научные руководители: кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
ТАРУТИН П.П.
кандидат технических наук,
доцент АБАШКИН В.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор ПЛАТОНОВ П.Н.
кандидат технических наук
ИЛЬЧУК В.Б.

Ведущая организация: Главное техническое управление
Минзата Казахской ССР.

Защита диссертации состоится "28" мая 1982 года
в 10⁰⁰ час. на заседании специализированного совета
К 068.35.02 в Одесском технологическом институте пищевой про-
мышленности им. М.В. Ломоносова, 270039, г. Одесса, ул. Сверд-
лова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского
технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ло-
моносова.

Автореферат разослан "27" апреля 1982 г.

12
ОНАХТ 20.06.12
Оптимизация режимов



v013854

3.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Основными направлениями экономического и социального разви-
тия СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года перед муко-
мольной промышленностью поставлена задача дальнейшего увеличения
производства муки высоких сортов. При этом основной прирост про-
дукции должен быть получен не за счет увеличения производствен-
ных мощностей, а в результате применения более совершенной тех-
ники и технологии, повышения производительности труда, эффектив-
ности использования зерна и технологического оборудования на му-
комольных предприятиях.

В мукомольном производстве основное место занимает процесс
измельчения зерна, в результате которого наиболее эффективно из-
меняются количественные и качественные характеристики перераба-
тываемых продуктов. Эффективность данного процесса как на отдель-
ных этапах, так и по всему процессу размола зерна в значительной
мере характеризует рациональное использование основного техноло-
гического оборудования, определяет качество муки и технико-эконо-
мические показатели мукомольного производства в целом.

Поэтому одной из важных операций при сортовых помолах явля-
ется установление, в соответствии с физико-химическими свойствами
зерна, должной степени его измельчения.

Важный вклад в изучение технологии измельчения зерна внесли
исследования П.А. Козымина, Я.Н. Куприца, А.В. Панченко, И.Т. Мер-
ко, Г.А. Егорова, И.А. Наумова, И. Глинки, Д. Хинтона и других
отечественных и зарубежных ученых.

Исследованиями и практикой мукомолья установлено, что основ-
ное влияние на режим измельчения оказывают физико-химические
свойства зерна, форма и вид поверхности рабочих органов размалы-
вающих машин, их геометрические и кинематические параметры, вели-

ВНИИЗ
v. 0 13854

чина зазора между рабочими поверхностями вальцов.

Результаты многочисленных исследований и опыта практики обобщаются в "Правилах организации и ведения технологического процесса на мельницах", где указаны диапазоны режимов, в пределах которых следует найти должную степень измельчения зерна и отдельных его частей на различных системах помола.

Руководствуясь этими данными технолог устанавливает тот или иной режим измельчения, степень приближения которого к наиболее выгодному зависит от его практического опыта.

Существенное различие качественных показателей зерна, поступающего в переработку, изменение рабочих параметров технологического оборудования в процессе эксплуатации и воздействии большого числа случайных возмущений, - не позволяет технологю с достаточной точностью определять режимы измельчения на отдельных системах помола, при которых обеспечивается наиболее эффективное ведение технологии переработки зерна.

Решение этой задачи стало возможным благодаря широкому применению в мукомольном производстве современных математических методов и средств вычислительной техники, позволяющих облегчить выбор наиболее рациональных режимов измельчения на отдельных этапах переработки зерна пшеницы.

Актуальность проблемы выбора оптимальных режимов измельчения при сортовых помолах определяли цель и задачи настоящего исследования.

Целью диссертационной работы является совершенствование технологии сортового помола в направлении повышения эффективности использования зерна и улучшения качества продукции, о применении ЭЕМ в режиме "советчика" технолога.

Для достижения цели поставлены следующие задачи исследования:

- изучить основные закономерности поведения исследуемых технологических параметров при переработке зерна пшеницы;
- установить значимость и определить степень влияния режимов измельчения на основных крупнообразующих системах драного процесса и размольных системах на выход муки по сортам и ее качество;
- разработать математическую модель технологии сортового помола на основании выбранных технологических показателей и методику корректировки ее параметров;
- разработать методику оптимизации режимов измельчения зерна пшеницы при сортовых помолах;
- провести экспериментальное исследование разработанной методики с применением статистического моделирования на ЭЕМ;
- оценить в производственных условиях эффективность разработанной методики определения рациональных режимов измельчения в сравнении с существующей;
- разработать предложения для внедрения в промышленность.

Научная новизна. В результате проведенных исследований определены зависимости между режимами измельчения на основных крупнообразующих и размольных системах и выходом муки по сортам и ее качеством; применены методы кусочно-линейной аппроксимации для корректировки параметров математической модели процесса сортового помола; разработана методика оптимизации режимов измельчения на отдельных системах помола.

Практическая ценность. Внедрение результатов исследования на мельницах сортового помола зерна пшеницы позволяет:

- повысить стабильность выходов муки по сортам и ее качества за счет уменьшения диапазона поиска рациональных режимов измельчения по системам помола;
- увеличить выпуск муки высоких сортов в результате бо-

лее эффективного использования зерна;

- повысить производительность труда за счет того, что технология переработки зерна ведется на уровне, более близком к оптимальному.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены и одобрены на:

- научных конференциях ВНИИЗ в 1971, 1973-1977 гг.;
- научно-техническом совете Целиноградского областного управления хлебопродуктов в 1976, 1979 гг.;
- расширенном семинаре мукомольной лаборатории и ученом совете ВНИИЗ в 1980 г.

Полученные результаты исследований опубликованы в пяти статьях.

Разработанный по результатам исследований рабочий проект методики определения рациональных режимов измельчения проверен в производственных условиях и внедрен на Целиноградском мелькомбинате.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, рекомендаций и приложений. Работа изложена на 143 страницах машинописного текста, содержит 9 рисунков и 20 таблиц. Список литературы включает 127 наименований, из которых 8 иностранных.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в производственных условиях на экспериментальном заводе ВНИИЗ и мелькомбинате в г. Целинограде.

Контроль влажности зерна, поступающего на I драную систему, производили с помощью дистанционной влагоконтрольной установки ДКВ. Расход зерна и промежуточных продуктов измельчения

измеряли расходомерами РВД-2х10 и РЦ-5, а выход муки по сортам РЦ-5Г. Качество муки по показателю белизны контролировали на установке ДКБ.

Для выполнения исследований была изготовлена экспериментальная установка, позволявшая автоматизировать процесс получения и обработки информации о параметрах технологии сортового помола на ЭВМ.

Статистическую обработку результатов экспериментов, разработку математических моделей, решение отдельных теоретических и прикладных задач исследования проводили на ЭВМ "Напри-С", "Напри-2" и аналоговой вычислительной машине ЭМУ-10.

Математическая модель задачи оптимизации режимов измельчения при сортовых помолах

Согласно "Правилам организации и ведения технологического процесса на мельницах" значения режимов измельчения по системам на отдельных этапах сортового помола зерна пшеницы должны находиться в пределах, заданных ограничениями

$$X_{i \min} \leq X_i(n) \leq X_{i \max} \quad (1)$$

(например, извлечение на I драной системе от 10 до 25%, на II драной - от 45 до 55%).

В зависимости от ассортимента и вида помола выход муки по сортам и ее качество должны соответствовать нормативам

$$Y_p(n) \geq Y_p^0; \quad Y_k(n) \leq Y_k^0 \quad (2)$$

где Y_p^0 - расчетные значения выходов муки по сортам в зависимости от качества перерабатываемой помольной партии зерна; Y_k^0 - нормативные ограничения на показатели качества сортов муки (например, зольность муки высшего сорта должна быть не более 0,55%).

Зависимость между режимами измельчения по системам помола с выходом муки по сортам и ее качеством определены в виде уравнений регрессии первого порядка

$$Y_j(n) = A_{j0}(n) + \sum_{i=1}^n A_{ji}(n) X_i(n), \quad j=1, 2, \dots, p, \dots, k \quad (3)$$

где $A_{j0}(n), \dots, A_{ji}(n)$ — оценки соответствующих коэффициентов математической модели, рассчитанные по отдельным интервалам наблюдения с использованием модифицированного метода кусочно-линейной аппроксимации.

Уравнения (3) преобразуем в неравенства вида

$$\sum_{i=1}^n A_{ji}(n) X_i(n) \leq Y_j^0 - A_{j0}(n), \quad j=1, 2, \dots, p, \dots, k \quad (4)$$

которые являются дополнительными ограничениями на текущие значения выходных показателей.

Целевую функцию представим в линейной форме

$$F[X_i(n)] = \sum C_i(n) X_i(n) \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$\text{где } C_i(n) = \sum_j \left\{ [Y_j^0 - A_{j0}(n)] : A_{ji}(n) \right\}.$$

Данная функция определяет оптимальный ход технологии переработки зерна, как состояние, при котором разность между расчетными значениями выходов муки по сортам и текущими их значениями минимальна, а качество муки не превосходит нормативных значений.

Задача оптимизации состоит в нахождении таких значений режимов измельчения по системам помола $X_i(n)_{\text{опт}}$, при которых удовлетворяется система ограничений (1, 2, 4), а целевая функция (5) достигает экстремального значения.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

I-й этап исследования

Исследования проводились на экспериментальном мукомольном заводе ВНИИЗ при двухсортном 75% помоле зерна пшеницы. Перерабатывалась помольная смесь, состоящая из пшеницы I и IV типа (I — 50%, IV — 50%).

Исследовали технологические показатели: влажность (X_1) и расход зерна (X_2) на I драной системе; режимы измельчения на основных крупнообразующих системах — первый и второй сход: с I драной (X_3, X_4), II драной (X_5, X_6) и III драной (X_7, X_8) систем; выход муки по сортам (Y_1, Y_2) и ее качество по показателю белизны (Y_3, Y_4).

Экспериментальные данные об исследуемых параметрах получали в режиме нормальной работы мельницы.

Для установления частоты регистрации параметров и определения длительности эксперимента проводили расчет авто- и взаимокорреляционных функций.

Результаты расчета показали, что интервал регистрации технологических показателей находится в диапазоне от 20 до 65 минут.

В соответствии с установленными интервалами измерения и продолжительностью эксперимента производили регистрацию параметров для вычисления основных статистических характеристик и установления закона распределения исследуемых технологических показателей. Результаты расчетов приведены в табл. I.

Математическая обработка экспериментальных данных показала, что все исследуемые технологические показатели подчиняются нормальному закону распределения.

Установлено, что коэффициенты вариации сходных функций исследуемых систем изменяются в диапазоне от 21,3% до 43,9%.

Это свидетельствует о существенной нестабильности этапа крупобразования, особенно на II драной ($V = 21,3 - 43,9\%$) и III драной ($V = 31,4 - 43,0\%$) системах.

Таблица I

Статистические характеристики исследуемых параметров

Технологические показатели	Условн. обознач.	Средн. знач. \bar{X}	Средн. кв. откл. σ	Коефф. вариаци. $\%$
Влажность зерна на I др.с., %	X_1	15,8	0,90	5,7
Нагрузка на I др.с., т/час	X_2	7,8	0,79	10,1
I-й сход с I др.с., %	X_3	44,9	8,35	18,6
2-й сход с I др.с., %	X_4	28,2	8,97	31,8
I-й сход с II др.с., %	X_5	12,8	5,62	43,9
2-й сход с II др.с., %	X_6	20,5	4,37	21,3
I-й сход с III др.с., %	X_7	12,8	5,05	43,0
2-й сход с III др.с., %	X_8	8,9	2,79	31,4
Выход муки в.с., %	Y_1	20,5	3,08	15,0
Выход муки I с., %	Y_2	53,8	3,73	6,9
Белизна муки в.с., ед. ДКБ	Y_3	76,6	9,03	11,8
Белизна муки I с., ед. ДКБ	Y_4	50,1	6,36	12,7

Коеэффициент вариации выходов муки по сортам изменяется в интервале от 6,9 до 15%, а качество муки по показателю белизны - от 11,8 до 13%.

Для установления значимости и выявления взаимосвязей между исследуемыми технологическими параметрами проведен множественный корреляционный анализ.

Установлено, что выход муки высшего сорта зависит от режимов измельчения на II драной системе, влажности зерна, посту-

пающего на I драную систему и величины нагрузки на эту систему. Выход муки первого сорта имеет тесную связь с режимами измельчения на III драной системе.

Качество муки высшего сорта (по показателю белизны) зависит от режимов измельчения на I драной системе, а качество муки первого сорта - от режимов измельчения на I и III драных системах.

Для изучения комплексного влияния выделенных факторов этапа крупобразования на выходные параметры разработана математическая модель в виде линейных уравнений регрессии первой степени. Расчетные значения коэффициентов математической модели приведены в табл.2.

Таблица 2

Значения коэффициентов математической модели, вычисленные по отдельным выборкам

Ф а к т о р н	По отдельным выборкам $n=200$			По всей совокупн. $n=600$
	1	2	3	
Выход муки высшего сорта (Y_1)				
Свободный член уравнения	1,15	1,35	1,77	1,55
Влажность зерна на I др.с., X_1	0,05	-0,23	-0,30	-0,21
Нагрузка на I др.с., X_2	0,02	0,61	0,70	0,52
I-й сход с II др.с., X_5	-0,53	-0,72	-0,87	-0,91
Выход муки первого сорта (Y_2)				
Свободный член уравнения	3,73	3,56	5,23	5,10
I-й сход с III др.с., X_7	-0,49	0,55	-0,89	-0,75
Белизна муки высшего сорта (Y_3)				
Свободный член уравнения	79,30	75,00	73,40	77,60
2-й сход с I др.с., X_4	0,52	-0,22	-0,15	0,73
Белизна муки первого сорта (Y_4)				
Свободный член уравнения	45,40	46,90	49,10	47,30
I-й сход с I др.с., X_3	0,96	0,43	-0,06	0,94
2-й сход с III др.с., X_8	-0,25	-0,39	0,14	-0,74

Статистический анализ полученных уравнений позволил установить, что параметры математической модели изменяются по интервалам наблюдения как по абсолютной величине, так и по знаку. Изме-

нение знака в уравнениях свидетельствует о наличии нелинейных зависимостей, которые проявляются на других системах помола и не учитывались нами в процессе исследования. Применение нелинейной аппроксимации зависимостей между исследуемыми параметрами не привело к уменьшению ошибки аппроксимации.

В исследованиях по первому этапу можно сделать вывод о том, что процесс переработки зерна характеризуется значительной нестабильностью, наличием большого числа неучитываемых в процессе эксперимента факторов, влияние которых необходимо учитывать при разработке математической модели сортового помола.

2-й этап исследования

Исследования проводились в производственных условиях на мелькомбинате в г. Целинограде при трехсортном 75% помоле пшеницы. Исследовались технологические показатели: измельчение на первых трех драных (X_1, X_2, X_3) и I + 8 размольных ($X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}$) системах, выход муки высшего (Y_1), первого (Y_2) и второго (Y_3) сорта; качество муки по зольности высшего (Y_4), первого (Y_5) и второго (Y_6) сорта. Исходные данные о текущих значениях исследуемых параметров получали в режиме нормальной работы мельницы. Объем выборки по каждому показателю составил 140 наблюдений.

Результаты статистической обработки полученных экспериментальных данных приведены в табл. 3. Из данных таблицы видно, что коэффициент вариации исследуемых показателей колеблется в диапазоне от 7,74 до 24,85%, особенно на I драной и 3, 6, 7 и 8 размольных системах.

Колебания выходов муки по сортам составляют 1,97 + 7,95%, а зольность муки по сортам - от 5,74 до 7,40%.

Таблица 3

Статистические характеристики технологических параметров сортового помола на мелькомбинате в г. Целинограде

Технологические показатели	Условн. обозн.	Среднее значен.	Среднее кв. откл.	Коефф. вариаци. %
		\bar{X}	σ	ν
Извлечение на I др.с., %	X_1	24,16	3,29	13,62
— на II др.с., %	X_2	52,80	4,09	7,74
— на III др.с., %	X_3	47,77	3,84	8,03
— I р.с., %	X_4	50,11	4,51	9,00
— 2 р.с., %	X_5	56,27	4,14	7,36
— 3 р.с., %	X_6	43,49	6,37	14,65
— 4 р.с., %	X_7	40,59	3,96	9,76
— 5 р.с., %	X_8	30,76	2,51	8,15
— 6 р.с., %	X_9	39,78	5,51	13,84
— 7 р.с., %	X_{10}	22,73	3,91	17,20
— 8 р.с., %	X_{11}	20,64	5,13	24,85
Выход муки в.с., %	Y_1	9,33	0,74	7,95
Выход муки I с., %	Y_2	43,71	0,86	1,97
Выход муки 2 с., %	Y_3	19,68	0,83	4,21
Зольность муки в.с., %	Y_4	0,54	0,04	7,40
Зольность муки I с., %	Y_5	0,73	0,05	6,85
Зольность муки 2 с., %	Y_6	1,22	0,07	5,74

Корреляционный анализ результатов экспериментальных исследований позволил установить значимость и определить вид зависимости между режимами измельчения на отдельных системах помола и выходом муки по сортам и ее качеством.

После статистической обработки экспериментальных данных разработана математическая модель технологии сортового помола для исследованного диапазона изменения технологических показателей:

$$Y_1(p) = 7,2 + 0,0176 X_2(p) + 0,0168 X_4(p) + 0,0192 X_5(p);$$

$$Y_2(p) = 44,2 + 0,192 X_3(p) - 0,215 X_4(p) + 0,161 X_6(p) + 0,153 X_7(p) - 0,126 X_8(p) - 0,143 X_9(p);$$

$$Y_3(p) = 14,3 + 0,333 X_7(p) - 0,264 X_8(p) - 0,194 X_{10}(p) + 0,205 X_{11}(p);$$

$$Y_4(p) = 0,52 + 0,0015 X_1(p) + 0,0002 X_4(p) + 0,0003 X_5(p);$$

$$Y_5(p) = 0,66 + 0,0003 X_1(p) + 0,0006 X_3(p) - 0,0007 X_6(p);$$

$$Y_6(p) = 1,12 + 0,004 X_1(p) - 0,002 X_6(p) - 0,001 X_7(p) + 0,004 X_8(p).$$

Исследованиями установлено, что разработанная математическая модель (в условиях применения методики оперативной корректировки ее параметров) адекватно описывает реальный процесс и может быть использована как для прогнозирования выходных показателей, так и для решения задачи оптимизации режимов измельчения при сортовых помолах.

Применение методики корректировки и оптимизации режимов измельчения повышает точность математического описания объекта, так как уточнение параметров модели по текущим значениям технологических показателей обеспечивает уменьшение ошибки аппроксимации многомерного статистически определенного объекта.

Производственная проверка результатов исследования

В производственных условиях на мелькомбинате в г. Целинограде проведены испытания разработанной методики оперативной оптимизации режимов измельчения при сортовом помоле пшеницы.

Уравнения математической модели преобразовали в неравенства вида:

$$0,0176 X_2(p) + 0,0168 X_4(p) + 0,0192 X_5(p) \geq Y_1^0 - 7,2;$$

$$0,192 X_3(p) - 0,215 X_4(p) + 0,161 X_6(p) - 0,153 X_7(p) - 0,126 X_8(p) - 0,143 X_9(p) \geq Y_2^0 - 44,2;$$

$$0,333 X_7(p) - 0,264 X_8(p) - 0,194 X_{10}(p) - 0,205 X_{11}(p) \geq Y_3^0 - 14,3;$$

$$0,0015 X_1(p) + 0,0002 X_4(p) + 0,0003 X_5(p) \leq Y_4^0 - 0,52;$$

$$0,0003 X_1(p) + 0,0006 X_3(p) - 0,0007 X_6(p) \leq Y_5^0 - 0,66;$$

$$0,004 X_1(p) - 0,002 X_6(p) - 0,001 X_7(p) + 0,004 X_8(p) \leq Y_6^0 - 1,12.$$

Ограничения на режимы измельчения по отдельным системам помола и качество муки по сортам устанавливали согласно "Правилам организации и ведения технологического процесса на мельницах":

$$10\% \leq X_1(p) \leq 25\%, \quad 45\% \leq X_2(p) \leq 55\%, \quad 40\% \leq X_3(p) \leq 50\%,$$

$$45\% \leq X_4(p) \leq 25\%, \quad 45\% \leq X_5(p) \leq 55\%, \quad 45\% \leq X_6(p) \leq 55\%,$$

$$35\% \leq X_7(p) \leq 40\%, \quad 35\% \leq X_8(p) \leq 40\%, \quad 35\% \leq X_9(p) \leq 40\%,$$

$$20\% \leq X_{10}(p) \leq 25\%, \quad 20\% \leq X_{11}(p) \leq 25\%,$$

$$Y_4(p) \leq 0,55\%, \quad Y_5(p) \leq 0,75\%, \quad Y_6(p) \leq 1,25\%.$$

В таком виде информация подготавливалась на информационно-вычислительном центре (ИВЦ) и заносилась в соответствующие ячейки памяти ЭВМ.

Технологические параметры, входящие в состав математической модели технологии сортового помола, измерялись обслуживающим персоналом мельницы в производственной лаборатории и передавались в ИВЦ, где производилась обработка полученной информации по соответствующим программам. Полученные в результате расчета "советуемые" режимы измельчения по системам помола передавались (в виде таблицы режимов) технологу, который производил корректировку режимов по соответствующим системам помола. Через интервалы времени, равные 6 часам, процедура решения повторялась.

В таблице 4 приведены сравнительные статистические данные результатов работы мельницы на "советуемых" ЭВМ режимах

измельчения по отдельным системам помола и без вмешательства ЭВМ.

Таблица 4

Сравнительные статистические данные результатов производственных испытаний

Извлечение по системам помола, %	Без вмешательства ЭВМ			По "советуемым" ЭВМ режимам		
	\bar{x}	σ	v	\bar{x}	σ	v
I дражная система	23,5	4,2	17,9	18,7	1,8	9,7
II -"-	53,6	6,2	11,6	47,9	2,4	5,0
III -"-	49,8	4,8	9,6	43,6	3,2	7,3
I-я размольная система	48,3	5,6	11,6	50,2	1,9	3,8
2-я -"-	53,4	4,9	9,2	52,6	2,1	4,0
3-я -"-	40,5	5,7	14,1	53,2	2,6	4,9
4-я -"-	40,2	3,6	9,0	36,6	1,4	3,8
5-я -"-	32,1	2,7	8,4	37,5	1,5	4,0
6-я -"-	36,8	5,4	14,7	38,7	2,3	5,7
7-я -"-	20,5	4,0	19,5	19,7	1,5	7,6
8-я размольная система	18,3	5,2	28,4	16,4	2,6	15,6

Приведенные данные показывают, что вариация режимов измельчения на исследуемых системах при использовании рекомендаций, полученных от ЭВМ, уменьшилась в среднем в 2 раза. Так, при помоле без вмешательства ЭВМ среднеквадратичное отклонение величины измельчения по системам изменялось от 2,7% до 6,2%, а по рекомендациям ЭВМ - от 1,4% до 3,2%. Существенно снизилась вариация технологических показателей. Установлено, что вариация величин измельчения при ведении процесса помола по рекомендациям ЭВМ уменьшилась с 28,4% до 15,8%.

В таблице 5 приведены значения выходов муки высоких сортов (высший + первый), которые получены при использовании

ЭВМ в режиме "советчика" технолога и без вмешательства ЭВМ.

Таблица 5

Результаты работы мельницы при использовании различных методов выбора режимов измельчения

Без вмешательства ЭВМ		По "рекомендуемым" ЭВМ режимам	
Выход муки высоких сортов, %			
высший сорт	первый сорт	высший сорт	первый сорт
7,2	44,1	9,9	44,3
8,1	43,5	9,2	44,1
8,8	43,8	9,5	44,9
9,3	43,6	9,4	44,2
8,8	43,2	9,0	43,9
9,5	44,0	9,6	44,5
7,3	43,0	8,7	44,5
7,6	42,7	8,8	44,7
7,8	44,7	9,2	44,5
7,1	43,0	8,5	44,2
8,6	42,7	9,6	44,2
8,3	44,2	9,4	44,5
8,5	43,2	9,7	44,1
$\bar{y}_1 = 8,22\%$	$\bar{y}_2 = 43,50\%$	$\bar{y}_1 = 9,3\%$	$\bar{y}_2 = 44,35\%$

Анализ приведенных данных позволил установить, что использование ЭВМ в режиме "советчика" и ведение переработки зерна на рекомендуемых режимах измельчения приводит к уменьшению вариации выходных параметров и повышению выхода муки высоких сортов на 2,5%. *Q.V.013854*

Одесский технологический институт пищевой промышленности им. В. Давидовича
БИБЛИОТЕКА

ВЫВОДЫ

1. Исследована эффективность применения методики определения рациональных режимов измельчения на основных крупобра- зующих и размольных системах с использованием ЭМ в режиме "советчика" технолога, в сравнении с существующим способом, что позволило оценить качество процесса переработки зерна в целом.

2. Показано, что влажность зерна, поступающего в перера- ботку, вызывает в процессе помола существенные колебания во фракциях продуктов на основных крупобразующих системах. Так, значения коэффициента вариации сходных фракций на II и III дра- нных системах изменяется в интервале от 21,3 до 43,9% и от 31,4 до 43,0% соответственно.

3. Исследованиями установлено, что эти колебания влияют на стабильность режимов измельчения на размольных системах и выходных показателях процесса переработки зерна. Значения ко- эффициента вариации режимов измельчения на размольных систе- мах изменяется от 7,4 до 24,9%, а выхода муки по сортам - от 2,0 до 8,0%.

4. Установлены зависимости между режимами измельчения на основных крупобразующих и размольных системах с выходом муки по сортам и ее качеством, представляющие математическую модель процесса сортового помола.

5. Выявлено, что коэффициенты модели изменяются по ин- тервалам наблюдения. Эти изменения носят случайный характер и обусловлены:

- непостоянством физико-химических свойств зерна помольных партий, что подтверждает необходимость и важность проведения процесса воднотепловой обработки зерна перед помолом;

- изменением рабочих характеристик технологического обо- рудования в процессе эксплуатации (износ рифлей на вальцах, изменение севкости сит и др.), что подтверждает необходимость периодической корректировки параметров математической модели процесса.

6. Предложена методика корректировки параметров модели процесса сортового помола по интервалам наблюдений. Установ- лена необходимая и достаточная для практических целей частота коррекции режимов измельчения на отдельных системах помола.

7. Разработана методика оптимизации режимов измельчения при сортовых помолах пшеницы. Методика предполагает использо- вание ЭМ в режиме "советчика" технолога.

8. Производственная проверка разработанной методики в условиях мукомольного завода на Целиноградском комбинате хле- бопродуктов подтвердила ее работоспособность и эффективность. Применения рекомендуемых ЭМ режимов измельчения при перера- ботке зерна пшеницы позволило увеличить выход муки высоких сортов на 2,50%, в том числе муки высшего сорта на 1,08%. Экономический эффект от внедрения результатов исследования на данном заводе составляет 194,7 тыс.рублей в год.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Для практического использования на мукомольных заводах рекомендуется рабочий проект методики оптимизации режимов из- мельчения при сортовых помолах пшеницы с использованием ЭМ.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Попов Н.И., Науменко И.Д., Штительман Б.А. Установка для контроля параметров технологического процесса на мельни- це. - М.: Труды ВНИИЗ, 1976, вып.84, с. 110-116.

2. Науменко И.Д. Алгоритм оперативного контроля технологического процесса размольного отделения мельницы. - М.: Тезисы докладов на конференции молодых ученых и специалистов ВНИИЗ, 1973, с. 34.

3. Козлов Е.Г., Рожков Е.С., Науменко И.Д. Математическая модель прогнозирования экономической эффективности научно-исследовательских работ. - М.: НТБ НИИ, 1973, с. 41-43.

4. Науменко И.Д. Оперативный контроль и оптимизация режимов технологического процесса в размольном отделении мельницы сортового помола. - М.: Тезисы докладов на конференции молодых ученых и специалистов ВНИИЗ, 1974, с. 34.

5. Науменко И.Д. Алгоритм оперативной корректировки параметров математической модели процесса на мельнице. - М.: Труды ВНИИЗ, 1977, вып. 84, с. 109-119.

И. Науменко