

Автор ерр,
14 94

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ имени М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Инженер ЦЫПЛАКОВ Александр Сергеевич

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ,
ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩИХ
РАЗМОЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС
ПРИ СОРТОВОМ ПОМОЛЕ
ПШЕНИЦЫ

Специальность 05.18.02 — технология
зерновых, бобовых и крупяных товаров
и комбикормов

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Переучет 1987

МОСКВА — 1977

Работа выполнена во Всесоюзном заочном институте пищевой промышленности и Экспериментальном мукомольном заводе № 2 «Новая победа».

Научный руководитель —

доктор технических наук, профессор Л. Е. АГИЗКОВИЧ

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор В. М. ЦЕЦИНОВСКИЙ,

кандидат технических наук А. Я. КАМИНСКИЙ.

Ведущее предприятие — Главное управление мукомольно-крупяной промышленности Министерства заготовок РСФСР.

Автореферат разослан 11 августа 1977 г.

Защита диссертации состоится 29 сентября 1977 г.

в _____ часов на заседании специализированного совета Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

_____ заверенные печатью организаций, просим
ул. Свердлова, 112. ОТИПП им.
_____ совета.

секретарь
инного совета
И. К. ЧАЙКА

12

ОНАХТ 21.05.12

Исследование способо



v012950

Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг., утвержденными XXV съездом КПСС, предусмотрен рост производства продукции мукомольно-крупяной промышленности на 21—23%. Запланировано увеличение производства муки высоких сортов на 15% с одновременным улучшением качества муки общего выхода.

Дальнейшее повышение эффективности технологических процессов будет осуществляться за счет их интенсификации, более полного использования действующих производственных мощностей, снижения затрат труда, сырья и материалов.

Актуальность работы. Важным процессом в сортовом помеле пшеницы, определяющим его эффективность, является размольный процесс, в котором образуется более 60% муки от общего ее выхода, в том числе основная доля муки высоких сортов, потребляется более 50% энергии от общего ее расхода в размольном отделении мукомольного завода.

В последние три десятилетия повышалось, главным образом, за счет совершенствования подготовки зерна, отдельных технологических приемов его размола. В то же время не были проведены комплексные исследования размольного процесса, направленные на его интенсификацию. Размольный процесс продолжает оставаться наиболее протяженным, энергоемким, трудно стабилизируемым, требующим больших трудовых затрат, связанных с управлением и техническим обслуживанием.

Анализ результатов исследований различных способов измельчения позволяет сделать вывод о том, что ни один из них не может являться универсальным для всех этапов размольного процесса. Необходим дальнейший поиск технологических способов и технических средств измельчения, позволяющих создать комплекс разрушающих воздействий с учетом изменений в физико-химической характеристике измельчаемого продукта.

Зак. 508



Целью работы является дальнейшее совершенствование структуры размольного процесса сортового помола пшеницы с сокращением количества технологических систем, повышение степени использования эндосперма зерна при увеличении выхода высоких сортов и улучшении качества муки.

В исследованиях решались следующие задачи:

— изучение и обоснование технологически рациональных способов интенсификации отдельных этапов размольного процесса на основе использования двух типов измельчителей: вальцовых станков с рифлеными и шероховатыми валками и центробежных машин ударного действия;

— разработка принципиальной схемы интенсифицированного размольного процесса;

— сравнение эффективности размольного процесса при интенсифицированном и традиционном вариантах его построения.

Научная новизна. Выявлена закономерность количественно-качественных изменений, происходящих в размольном процессе при его интенсификации на базе комбинированного использования измельчителей различных типов. Определены технологическая эффективность процесса и уровень стабильности режимов измельчения с применением ударно-центробежных машин. Разработана новая структура размольного процесса, предусматривающая сокращение количества технологических систем и повышение степени использования эндосперма зерна.

Практическая ценность. Применение интенсифицированного размольного процесса на мукомольных заводах сортового помола пшеницы позволяет повысить эффективность производства муки за счет увеличения производительности размольного отделения на 8—10% на существующих производственных площадях, увеличения выхода муки высоких сортов на 2—3% без уменьшения общего выхода при одновременном улучшении качества всей вырабатываемой муки (снижении средневзвешенной зольности на 0,02—0,03%).

Апробация работы. Способы интенсификации размольного процесса при комбинированном использовании ударно-центробежных машин и вальцовых станков апробированы в производственных условиях на Московском экспериментальном мукомольном заводе «Новая победа». Двухступенчатое измельчение (вальцовый станок — ударно-центробежная машина) внедрено в каждую операцию размольного процесса указанного завода.

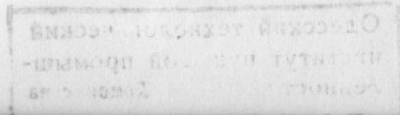
Объем работы. Диссертационная работа включает введение, пять глав, выводы, список литературы и приложения.

В главе первой приводится краткий исторический обзор отдельных этапов развития размольного процесса при сортовом помоле пшеницы, связанных с изменением технических средств измельчения и основных механико-технологических параметров. Рассмотрены элементы теории измельчения. Отмечается, что процесс связан с непрерывным изменением условий измельчения как при увеличении дисперсности продукта, так и при изменении его физико-химических свойств; указывается на роль структурных дефектов (трещин) в измельчаемых частицах при нескольких циклах нагрузки.

Излагаются предпосылки к выбору способа измельчения промежуточных продуктов сортового помола пшеницы. Отмечается, что эндосперм зерна пшеницы в зависимости от условий измельчения может проявлять свойства как хрупкого, так и пластичного тела. Преобладание раскалывающих воздействий или высокоскоростного удара приводит преимущественно к хрупким деформациям. Это является положительным фактором, когда исходный продукт образован преимущественно из центральной зоны эндосперма. Раздавливающие воздействия позволяют создать условия для разрушения либо снижения прочности (образования микротрещин) частиц эндосперма при сохранении целостности частиц оболочек, однако, в связи с тем, что такой вид нагружения мало эффективен для образования новой поверхности его целесообразно дополнять ударными воздействиями для разрушения частиц эндосперма с нарушенной структурой, дезагрегирования частиц муки и вымола оболочек.

В главе второй дано описание экспериментальной базы и методики исследований. Мукомольный завод «Новая победа» производительностью 175 т/сут, служивший базой для проведения исследований, осуществляет трехсортный хлебопекарный помол пшеницы с выходом муки 78%. Помол включает: 5 крупочных, 22 ситовечных, 4 шлифовочные и 11 размольных систем, в том числе 2 сходовые и 1 вымольная. Удельная нагрузка на вальцовую линию 80—87 кг/(см. сут). Предприятие оснащено современным технологическим оборудованием. Внутрицеховой транспорт — пневматический, имеются элементы автоматического контроля и управления.

Для стендовых и полупроизводственных опытов использовалась экспериментальная установка (рис. 1). Комплексные исследования размольного процесса проведены по комбинированной схеме, предусматривающей возможность изменять



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

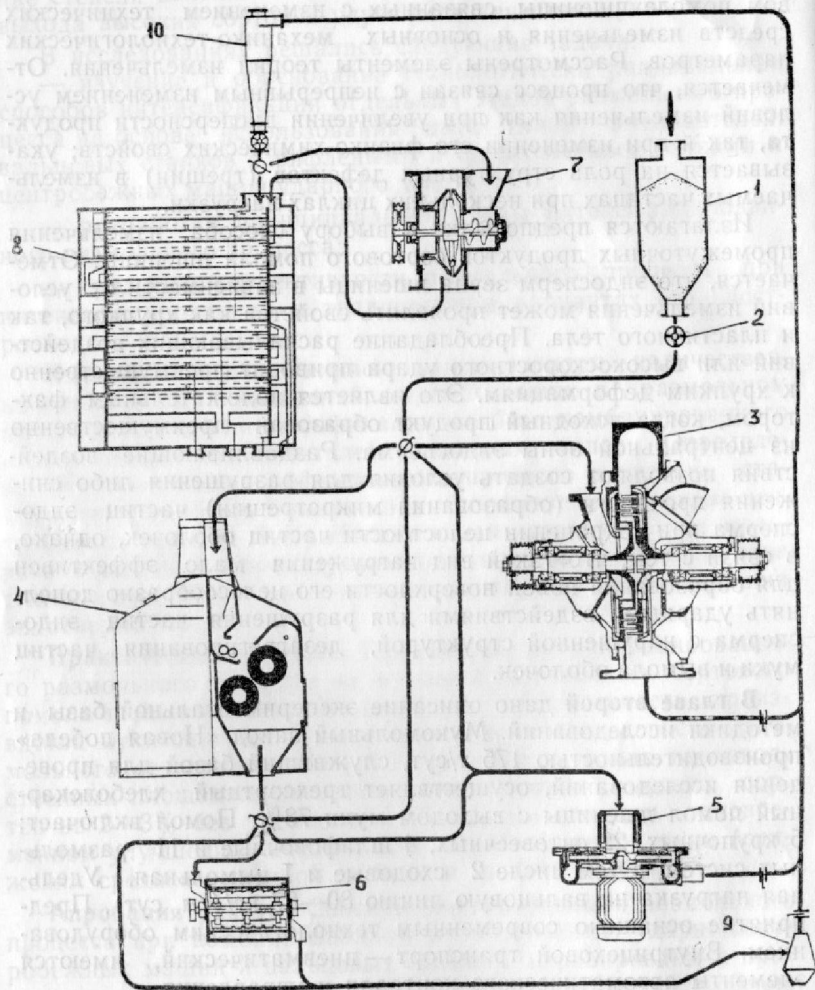


Рис. 1. Схема экспериментальной стандовой установки:
1—накопительный бункер; 2—дозатор; 3—дизинтегратор; 4—вальцовый станок; 5—лопастной измельчитель; 6—бичевой измельчитель; 7—дисковый измельчитель; 8—рассев; 9—пневмоприемник; 10—циклон — разгрузитель

интенсивность измельчения в каждой операции и процессе в целом. Кроме вальцовых станков с рифлеными и шероховатыми валками применяли ударно-центробежные измельчители: штифтовый, бичевой, лопастной и дисковый. Программа исследований предусматривала проведение активного эксперимента в стандовых условиях, а также пассивного и активного экспериментов для проверки в производственных условиях результатов стандовых исследований отдельных этапов размольного процесса и при комплексных его исследованиях.

В качестве входных регулируемых механико-технологических параметров приняты: нагрузка на измельчитель Q ; окружная скорость ротора V_p центробежных измельчителей; геометрия поверхности рабочих валков вальцовых станков (показатель шероховатости R_z).

В качестве переменных факторов учитывались: содержание золы $Z_{исх}$, крахмала, белка и клетчатки в исходном продукте; гранулометрический состав исходного продукта; состояние рабочей поверхности рабочих валков (продолжительность эксплуатации).

Оценка эффективности процесса проведена на основе следующих показателей: извлечение муки U_m ; зольность муки Z_m ; белизна муки B_m ; удельный расход энергии W ; гранулометрический состав измельченного продукта и муки (средневзвешенный размер частиц $d_{ср}$); зольность отдельных фракций измельченного продукта, отличающихся средним размером частиц; содержание крахмала, белка и клетчатки в муке, дунсте и сходе после каждой технологической системы.

Хлебопекарные достоинства муки оценивали по физическим свойствам теста на фаринографе и экстенсографе и пробным выпечкам хлеба.

Для каждой серии экспериментов поддерживались постоянными: состав смеси зерна и режим его кондиционирования.

Для аналитического выражения функциональных зависимостей $U_m = f(V_p)$; $U_m = f(Q)$; $W = f(Q)$ опытные данные подвергались математической обработке методом наименьших квадратов.

Химические и технологические анализы проводились стандартными методами.

В главе третьей приведены результаты исследований в стандовых и полупроизводственных условиях различных способов измельчения продуктов первого и второго качества и вымола оболочечных продуктов.

Для сравнительной оценки эффективности измельчения дунстов, выделяемых на каждой размольной системе, прове-

дена серия опытов с применением бичевого центробежного измельчителя при постоянной нагрузке $Q = 600$ кг/ч и окружных скоростях ротора машины $V_p = 35$ и 45 м/с. Максимальное значение $U_m = 20-26\%$ получено при измельчении дунстов, выделяемых в конце первой — начале второй операций процесса. Определены функциональные зависимости $U_m = f(V_p)$ и $Z_m = f(V_p)$ с областью определения функции $20-45$ м/с. Увеличение V_p с 20 до 45 м/с незначительно влияло на зольность муки, извлекаемой из дунста первого качества ($Z_{исх} = 0,50\%$), а при измельчении дунста второго качества ($Z_{исх} = 1,65\%$) приводило к повышению Z_m на $0,07\%$. Аналитическое выражение зависимости $U_m = f(V_p)$ имеет следующий вид:

$$U_m = b(1 - e^{-av_p}),$$

где a и b — опытные коэффициенты, значения которых, рассчитанные для условий опыта при измельчении дунста второго качества, равнялись соответственно: $0,06$ и $33,0$;

e — основание натуральных логарифмов.

Опыты по сравнению разных способов измельчения продуктов, поступающих на 1-ю и 2-ю размольные системы ($Z_{исх} = 0,54-0,67\%$), проведены с применением интенсивного ударного нагружения продукта в дезинтеграторе с $V_p = 160$ м/с. Показатель U_m изменялся в интервале $56-89\%$. Определена функциональная зависимость $U_m = f(Q)$ с областью определения функции $150-2400$ кг/ч:

$$U_m = -aQ^2 + b,$$

где Q — нагрузка на измельчитель, т/ч;

a и b — опытные коэффициенты, значения которых составили соответственно для:

1-й размольной системы — $4,82$ и $81,2$;

2-й размольной системы — $4,88$ и $89,6$.

Наименьшее значение зольности муки ($0,49-0,58\%$), извлекаемой после дезинтегратора, получено при показателе извлечения порядка 75% , а муки после вальцового станка ($0,47-0,56$) при извлечении $54-65\%$. Известно, что значение U_m порядка 60% для вальцового станка близко к максимальному, в большинстве же случаев оно не превышает $40-45\%$. По мере снижения U_m в вальцовом станке с $64-54\%$ до $42-30\%$ Z_m увеличивалась на $0,01-0,05\%$. Из этого следует, что применение ударно-центробежной машины с $V_p = 160$ м/с позволяет резко интенсифицировать измельчение

на 1-й и 2-й размольных системах без увеличения Z_m . Показатель белизны муки B_m уменьшался на $1-2$ усл. ед. ФПМ-1 при росте ее извлечения на $10-20\%$.

В табл. 1 представлены сравнительные показатели количества и качества муки, полученной при одно- и двухступенчатом измельчении продуктов, поступающих в каждую операцию размольного процесса, с использованием на первой ступени как рифленых, так и шероховатых валков.

Зольность муки при использовании шероховатых валков ($R_z = 20-100$ мкм) меньше, чем при использовании рифленых ($P = 11$) на величину от $0,01\%$ в первой операции процесса до $0,30\%$ в третьей операции. Соответственно лучше показатель белизны, при этом U_m значительно меньше.

Двухступенчатое измельчение позволило без снижения и даже при увеличении U_m существенно снизить (на $0,02-0,25\%$) Z_m во второй и третьей операциях процесса ($Z_{исх} = 1,15-3,36\%$) в сравнении с одноступенчатым измельчением на рифленых валках. Улучшение показателей качества муки становится более значительным по мере увеличения $Z_{исх}$.

При доизмельчении в ударно-центробежной машине продукта, прошедшего через рифленые валки, значение U_m увеличилось с $43-47$ до $51-62\%$, а Z_m — с $0,53-0,58$ до $0,54-0,62\%$. Зольность муки увеличилась, несмотря на снижение V_p с 80 до 20 м/с по мере увеличения $Z_{исх}$ с $0,69$ до $0,80\%$.

Определена зависимость дополнительного извлечения муки ΔU_m и $Z_{исх}$ от V_p в интервале значений $6-20$ м/с при доизмельчении продукта второго качества ($Z_{исх} = 0,96\%$). Первая ступень измельчения осуществлялась на рифленых валках при постоянном значении $U_m = 30\%$. С повышением V_p более 16 м/с ΔU_m увеличивалось до $11-12\%$ и Z_m возрастала на $0,02-0,04\%$.

Серия опытов с варьированием нагрузки на измельчители позволили выявить стабилизирующее влияние второй ступени измельчения на изменение показателя U_m , наиболее существенно проявляющееся во второй операции процесса. Увеличение Q от 250 до 1130 кг/ч [$100-450$ кг/(см. сут)] при измельчении продукта с $Z_{исх} = 1,44\%$ приводило к снижению U_m на галках ($R_z = 65$ мкм) с $23,0$ до $6,1\%$. Дополнительное извлечение муки в центробежной машине ($V_p = 80$ м/с) изменялось неравномерно в интервале $18,0-24,1\%$, так как зависело не только от Q , но и от U_m на первой ступени. Общее значение U_m на системе уменьшалось с $41,0$ до $27,8\%$. Зольность муки практически не изменялась (отклонение значений не превышало $0,01\%$) в интервале нагрузок

Извлечение U_M и качество Z_M, B_M муки, полученной при измельчении продуктов различного качества

Операция в раз-мольном процессе	$Z_{исх}, \%$	Рифленые валки $P=11; U=8\%; \text{сп/сл}; V_6=6 \text{ м/с}$		Шероховатые валки $K=1,5; V_6=6 \text{ м/с}$		Рифленые валки и центробежная машина, $P=11$		Шероховатые валки и центробежная машина					
		$U_M, \%$	$Z_M, \%$	$B_M, \text{ усл. ед.}$	$U_M, \%$	$Z_M, \%$	$B_M, \text{ усл. ед.}$	$U_M, \%$	$Z_M, \%$	$B_M, \text{ усл. ед.}$			
		$K=2,5$		$R_z=20^*$		$V_p=80^{**}$		$R_z=20; V_p=80$					
1-я	0,69	47,2	0,53	20	14,4	0,52	20	62,1	0,54	21	41,2	0,54	20
		$K=2,5$		$R_z=100$		$V_p=35$		$R_z=100; V_p=80$					
		43,3	0,55	23	39,8	0,53	21	51,7	0,58	24	50,1	0,55	21
2-я	0,80	$K=1,5$		$R_z=65$		$V_p=20$		$R_z=65; V_p=80$					
		45,3	0,58	31	34,1	0,55	25	50,8	0,62	30	43,1	0,57	28
		$K=1,5$		$R_z=65$		$V_p=80$		$R_z=65; V_p=80$					
3-я	1,15	43,0	0,87	45	33,0	0,80	40	—	—	—	47,8	0,85	42
		$K=1,5$		$R_z=35$		$V_p=20$		$R_z=35; V_p=20$					
		29,4	1,15	54	18,2	0,90	45	—	—	—	25,9	1,07	49
3-я	2,18	$K=1,5$		$R_z=100$		$V_p=20$		$R_z=100; V_p=20$					
		32,9	1,19	55	18,8	0,85	39	—	—	—	34,0	1,02	45
		$K=1,5$		$R_z=100$		$V_p=20$		$R_z=100; V_p=20$					
3-я	3,36	$K=1,5$		$R_z=100$		$V_p=20$		$R_z=100; V_p=20$					
		20,5	1,98	77	15,0	1,68	56	—	—	—	21,8	1,73	60
		$K=1,5$		$R_z=100$		$V_p=20$		$R_z=100; V_p=20$					

* — R_z в мкм;** — V_p в м/с.

250—500 кг/ч [100—200 кг/(см. сут)], но с увеличением нагрузки до 625—1130 кг/ч [250—450 кг/(см. сут)] возрастала на 0,02—0,05%.

Установлено значительное повышение уровня стабильности извлечения муки при двухступенчатом измельчении по мере износа поверхности валков (рис. 2). За период 1100 ч эксплуатации валков (в интервале 500—1600 ч) коэффициент стабильности (отношение конечного значения U_M к начальному) увеличился в 1,35—2,1 раза. По мере уменьшения U_M на первой ступени оно возрастает на второй ступени. Это позволяет соответственно увеличить период эксплуатации валков.

Результаты, полученные при исследовании гранулометрического состава муки, позволили выявить изменения, которые наблюдаются при ударном измельчении: повышение степени однородности (коэффициента выравнивания) частиц муки по размерам; значительное возрастание выхода фракции муки с размерами частиц в пределах 63—90 мкм. Зольность наиболее крупной фракции продукта, размер частиц которой значительно превышает размер частиц муки, во всех случаях возрастала. Заметно увеличивалась также зольность наиболее мелкой фракции муки, что является естественным при повышении выхода этой фракции за счет периферийных слоев эндосперма.

Обнаружена общая тенденция к увеличению удельной поверхности муки в 1,25—1,70 раза и ее водопоглощательной способности на 2,5—10,5% при высокоскоростном ударном нагружении продукта.

Анализ полученных результатов позволил установить оптимальные, с точки зрения качества и выхода муки на отдельных системах, способы измельчения: интенсивное высокоскоростное ударное нагружение — для продукта первого качества с зольностью, близкой к зольности эндосперма (1-я и 2-я размольные системы); комбинированное нагружение за счет усилий, вызывающих сжатие — сдвиг, и низкоскоростного удара — для продуктов с зольностью, значительно превышающей зольность эндосперма (3-я и последующие размольные системы).

На основе выводов, сделанных по результатам стендовых исследований, осуществлена комбинированная схема размольного процесса для комплексных его исследований.

В главе четвертой излагаются результаты комплексных исследований размольного процесса в производственных ус-

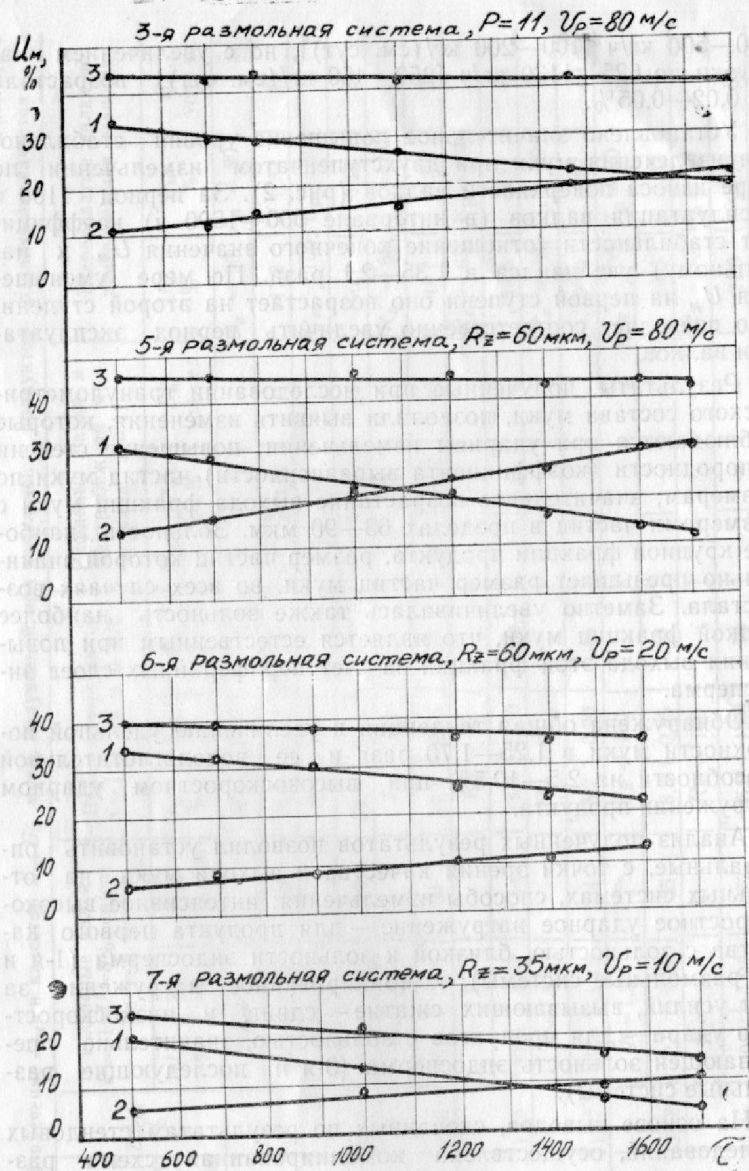


Рис. 2. Зависимость извлечения муки U_m от состояния рабочей поверхности — продолжительности работы валков t : 1—первая ступень (вальцовый станок); 2—вторая ступень (центробежная машина); 3—система в целом

ловиях при интенсифицированном и традиционном (контрольном) вариантах его построения.

Выход муки 48—50%, полученный в размольном процессе, построенном по традиционному варианту на 11 технологических системах, достигался в интенсифицированном варианте на 7 системах при снижении средневзвешенной зольности муки на 0,05—0,08%. Значительно большее извлечение муки в первой операции интенсифицированного процесса и, главным образом, на 2-й размольной системе позволило увеличить выход муки высшего сорта на 2,33—3,57%. Выход высших сортов муки возрос на 2,35—5,77% при одновременном увеличении общего выхода муки в процессе на 0,28—2,71%. Средневзвешенная зольность общего выхода муки 77,9—79,3%, полученной при интенсифицированном размольном процессе, меньше зольности муки при контрольных помолах на 0,02—0,03%.

Установлено, что интенсификация размольного процесса позволяет уменьшить длину вальцовой линии и просеивающую поверхность на 20%, на 30—35% сократить оборот продуктов.

Проанализированы изменения в химическом составе продуктов (муки, дунста, схода), полученных в размольном процессе.

Незначительная разница (до 0,5%) в содержании крахмала в муке при сравниваемых вариантах процесса получена на 1—3-й размольных системах, а с 5-й размольной по 2-ю сходную системы содержание крахмала при интенсифицированном варианте меньше на 2,7—8,7%. Это объясняется тем, что на данной стадии процесса завершаются первые две его операции и начинается третья — вымол оболочек. Снижение выхода дунстов за счет увеличения извлечения муки вызывает повышение содержания в них клетчатки, зольность их также выше в каждой операции. Содержание белка в муке, образованной при интенсифицированном варианте, заметно больше, а в сходовых продуктах — меньше.

Изменения химического состава продуктов при интенсификации размольного процесса обусловлены относительно высоким выходом муки, главным образом в первой операции, и более полным использованием эндосперма за счет повышения извлечения его периферийных слоев. Характер выявленных изменений свидетельствует о том, что примененные способы интенсификации соответствуют принципу избирательного измельчения.

По относительному количеству извлекаемых из исходных

продуктов крахмала и белка определен коэффициент технологической эффективности систем η процесса, характеризующий степень использования эндосперма. Наиболее высокие значения η (0,87—0,90) получены в первой операции процесса при использовании центробежных машин. Коэффициент η снижается во второй операции процесса по мере уменьшения содержания крахмала в исходном продукте, минимальное значение он имеет в третьей операции при традиционном варианте построения процесса на вымольной системе — 0,19. Сравнительной оценкой хлебопекарных свойств муки общего выхода установлено, что при интенсификации размольного процесса:

— величины энергии и растяжимости теста увеличились соответственно в 1,2—3,3 и 1,1—2,9 раза, наибольшая разница в значениях показателей получена для муки второго сорта;

— снизилась степень разжижения теста из муки второго сорта, в каждом случае значение этого показателя характеризовало муку как «сильную»;

— объемный выход хлеба несколько увеличился (высшего сорта — с 476 до 489 мл, первого сорта — с 521 до 525 мл, второго сорта — с 372 до 378 мл) при одинаковых показателях его формоустойчивости.

Энергоемкость размольного процесса с использованием машин ударного действия характеризовалась удельным расходом электроэнергии на измельчение продуктов различного качества и расходу энергии на процесс в целом при двух вариантах его построения. Определена зависимость удельного расхода энергии на извлечение 1 т муки W_m от нагрузки Q в интервале 450—2400 кг/ч — для 1-й размольной системы, 230—1240 кг/ч для 3-й размольной системы и 90—1150 кг/ч для 5-й размольной системы (рис. 3).

Аналитическое выражение зависимости $W_m = f(Q)$ при измельчении продукта 1-й размольной системы в штифтовой машине имеет следующий вид:

$$W_m = c + \frac{a}{(Q + b)^2},$$

где W_m — удельный расход энергии, кВт·ч/т;

Q — нагрузка на измельчитель, т/ч;

a, b, c — опытные коэффициенты, значения которых соответственно составили: 40,0; 0,4; 24,8.

Определена зависимость $W_m = f(V_p)$ с областью опреде-

ления функции от 7 до 20 м/с с постоянной нагрузкой 521 кг/ч при измельчении продукта второго качества (см. рис. 2).

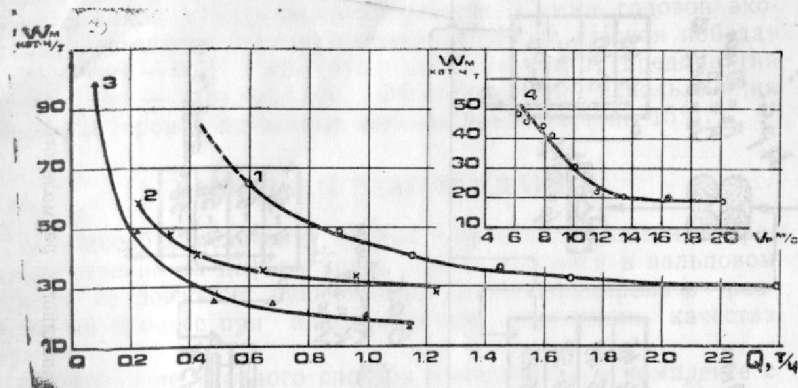


Рис. 3. Зависимость удельного расхода энергии W_m от нагрузки и скорости ротора V_p :

1—измельчение продукта 2-й размольной системы в дезинтеграторе ($V_p=160$ м/с); 2—доизмельчение продукта после вальцового станка 3-й размольной системы, в лопастной машине ($V_p=80$ м/с); 3—доизмельчение продукта после вальцового станка 5-й размольной системы в лопастной машине ($V_p=80$ м/с); 4—доизмельчение продукта 4-й размольной системы в бичевой машине ($Q=521$ кг/ч)

Энергоемкость измельчения на вальцовых станках с шероховатыми валками в комплексе с ударно-центробежными машинами несколько выше, чем при использовании только вальцовых станков с рифлеными валками. Однако с уменьшением количества технологических систем с 11 до 7 и сокращением оборота продукта, а также с использованием центробежных измельчителей, служащих своего рода пневмопобудителями, на 40% сокращается количество пневмоматериалопроводов. Это позволяет значительно снизить расход энергии на пневмотранспортирование продуктов. Значение общего удельного расхода энергии на измельчение и пневмотранспортирование (17,2 кВт·ч/т) меньше, чем при традиционном построении процесса (18,4 кВт·ч/т) на 7%.

На основе результатов поэтапных и комплексных исследований размольного процесса предложена его принципиальная схема, где в качестве измельчителей применены вальцовые станки с рифлеными и шероховатыми валками и центробежные машины ударного действия (рис. 4). Предлагаемая структура процесса предусматривает оптимальную степень интенсификации каждой его операции.

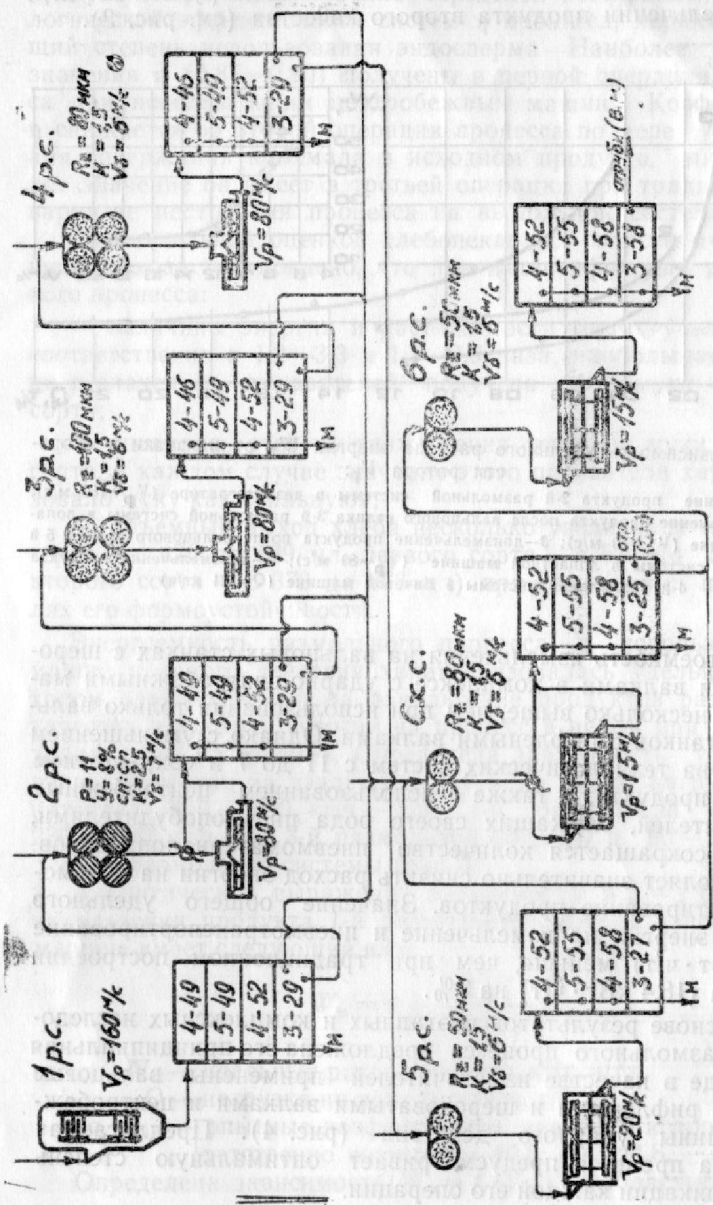


Рис. 4. Предлагаемая принципиальная схема интенсифицированного размольного процесса

В главе пятой приведен расчет основных показателей технико-экономической эффективности предлагаемого варианта интенсификации размольного процесса. Сумма годовой экономии составляет: для мукомольного завода «Новая победа» (175 т/сут) — 30,1 тыс. руб., для типового предприятия (240 т/сут) — 59,6 тыс. руб. Эффективность использования основных производственных фондов возрастает на 15%.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Способ измельчения крупок и дунстов, основанный преимущественно на деформациях сжатия и сдвига в вальцовом станке, не позволяет существенно интенсифицировать размольный процесс при одновременном улучшении качества муки.
2. Применение ударного способа измельчения в комплексе с традиционным способом измельчения в вальцовых станках дает возможность интенсифицировать, стабилизировать и повысить эффективность размольного процесса.
3. Измельчение крупок и дунстов, образованных преимущественно из центральных слоев эндосперма ($Z_{исх} < 0,60\%$) целесообразно осуществлять ударным способом в центробежной машине при скорости ротора порядка 150 м/с, что позволяет стабилизировать извлечение муки на уровне 60—80%.
4. Для избирательного измельчения продуктов первого и второго качества, содержащих значительное количество частиц оболочек, целесообразно применять двухступенчатую их обработку в вальцовом станке и ударно-центробежной машине.
5. Использование рифленых валков совместно с ударно-центробежной машиной (V_p порядка 80 м/с) позволяет стабилизировать извлечение муки из продукта первого качества на уровне 40—65%, но допустимо для систем, где $Z_{исх}$ не превышает 0,70%. При большем значении $Z_{исх}$ технологически целесообразнее применение шероховатых валков. Показатель шероховатости R_z валков и скорость ротора V_p центробежной машины должны снижаться по мере увеличения $Z_{исх}$ с $R_z = 100 \text{ мкм}$ и $V_p = 80 \text{ м/с}$ в первой операции процесса до 50 мкм и 20—10 см/с во второй и третьей операциях. На технологических системах первой операции процесса при указанных параметрах извлекается 35—50%, а системах второй и третьей операций 20—35% муки с меньшей зольностью, чем при одноступенчатом измельчении на рифленых валках.

VO12 950

ет повышению дисперсности, гомогенности, водопоглотительной способности муки и улучшению ее хлебопекарных достоинств, более полному использованию эндосперма зерна в результате повышенного извлечения его периферийных слоев.

6. Предложенная на основе результатов исследования структура размольного процесса, предусматривающая комплексное использование вальцовых и ударно-центробежных измельчителей, позволяет на 30—35% сократить оборот продуктов и количество технологических систем в процессе, уменьшить протяженность вальцовой линии на 20% при значительном повышении уровня стабильности извлечения муки.

7. Интенсификация размольного процесса трехсортного помола пшеницы в соответствии с разработанными рекомендациями дает возможность: увеличить на 2—3% выход муки высоких сортов при 78% общем выходе со снижением ее средневзвешенной зольности на 0,02—0,03%, повысить на 8—10% производительность размольного отделения мукомольных заводов за счет использования освобождающейся в размольном процессе вальцовой линии, увеличить в 1,3—2,0 раза продолжительность эксплуатации валков вальцовых станков до восстановления их рабочей поверхности.

8. Годовая экономия от внедрения предлагаемого интенсифицированного размольного процесса на мукомольном заводе производительностью 240 т/сут составит 60 тыс. руб.

Работы, опубликованные по теме диссертации:

1. Пути совершенствования структуры размольного процесса при хлебопекарном сортовом помоле пшеницы. Тезисы докладов научной конференции ВЗИПП, 1973.

2. Измельчение крупок и дунстов в машинах ударно-истирающего действия при сортовом помоле пшеницы (в соавторстве). М., ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1973.

3. Комплексное использование измельчителей для интенсификации размольного процесса при трехсортном помоле пшеницы. Тезисы докладов научной конференции ВЗИПП, 1974.

4. Применение центробежных измельчителей при трехсортном помоле пшеницы. Журн. «Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность», М., 1974, № 12.

5. Влияние способов измельчения на хлебопекарные свойства пшеничной муки (в соавторстве). М., ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1975.

6. Комплексный способ интенсификации размольного процесса при сортовом помоле пшеницы [в соавторстве]. Журн. «Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность», М., 1977, № 1.

По диссертационной работе сделаны сообщения на:

1. Научных конференциях Всесоюзного заочного института пищевой промышленности. Москва, март 1973 г., январь 1974 г., март 1975 г., март 1976 г.

2. Всесоюзном семинаре: «Опыт внедрения вальцовых валков высокой износостойкости на мельничных предприятиях», Воронеж, апрель 1973 г.

3. Научно-технической конференции Алтайского краевого производственного управления хлебопродуктов: «Совершенствование технологии выработки сортовой муки», Алейск, декабрь 1975 г.