

Автор ест.

Ц 93

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ОДЕССКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ МУКОМОЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭЛЕВАТОРНОГО ХОЗЯЙСТВА
имени И. В. СТАЛИНА

С41

Ц

Аспирант ЦЫБУЛЬСКИЙ Г. Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕ-
НИЯ ВЫСОКИХ ОКРУЖНЫХ СКОРОСТЕЙ
ВАЛЬЦОВ ПРИ ДРОБЛЕНИИ ЗЕРНА, РАЗМОЛЕ
И ВЫМОЛЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Научный руководитель, заведующий кафедрой «Технологическое
оборудование», доцент ПАНЧЕНКО А. В.

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ,
ПРЕДСТАВЛЕННОЙ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Переучет 19.8.74

ОДЕССА, 1953 год.

Автореф
493

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР
ОДЕССКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ МУКОМОЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭЛЕВАТОРНОГО ХОЗЯЙСТВА
имени И. В. СТАЛИНА

Аспирант ЦЫБУЛЬСКИЙ Г. Г.

С41
4

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕ-
НЕНИЯ ВЫСОКИХ ОКРУЖНЫХ СКОРОСТЕЙ
ВАЛЬЦОВ ПРИ ДРОБЛЕНИИ ЗЕРНА, РАЗМОЛЕ
И ВЫМОЛЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Научный руководитель, заведующий кафедрой «Технологическое
оборудование», доцент ПАНЧЕНКО А. В.

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ,
ПРЕДСТАВЛЕННОЙ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

22.05.12
Исследование эффекти



v018118

v018118

ОНАХТ
БІБЛІОТЕКА

ПЕРЕОБЛІК

ОДЕССА 1953 год
20 12 р.

Перечислет

Автор v018118
493 ЦЫБУЛЬСКИЙ Г. Г.
Иссл. эф. примен.
1953 6/4

См.

ВВЕДЕНИЕ

И. В. Сталин в своем новом гениальном труде «Экономические проблемы социализма в СССР» учит, что существенными чертами и требованиями основного экономического закона социализма являются «обеспечение максимального удовлетворения постоянно растущих материальных и культурных потребностей всего общества путем непрерывного роста и совершенствования социалистического производства на базе высшей техники».

9-го февраля 1946 года, т. е. менее чем через год после победоносного окончания Великой Отечественной войны, товарищ Сталин в своей речи перед избирателями Сталинского избирательного округа г. Москвы указал на необходимость «...Организовать новый мощный подъем народного хозяйства, который дал бы нам возможность поднять уровень нашей промышленности, например, втрое по сравнению с довоенным уровнем».

Исходя из указаний И. В. Сталина, исторический XIX съезд Коммунистической партии Советского Союза поставил перед советским народом великую задачу повысить в течение одного пятилетия 1951—1955 г.г. уровень промышленного производства на 70 процентов.

Подъем промышленного производства должен осуществляться как благодаря строительству и вводу в действие новых предприятий и агрегатов, так и за счет увеличения мощностей действующих предприятий путем реконструкции их, установки нового оборудования, механизации и интенсификации производства и улучшения технологических процессов.

Директивы XIX съезда партии требуют обеспечить высокие темпы роста производства предметов массового потребления, увеличить производство продукции легкой и пищевой промышленности не менее чем на 70 процентов.

И мукомольная промышленность на базе высшей техники должна непрерывно увеличивать количество и улучшать ка-

чество вырабатываемой муки и крупы, увеличивая, наряду с этим, степень продовольственного использования зерна.

В мукомольном производстве основным оборудованием, определяющим течение и эффективность технологического процесса, являются вальцовые станки. Вальцовые станки непрерывно совершенствуются.

Одним из наиболее эффективных путей интенсификации процесса размолота зерна является увеличение окружных скоростей вальцов.

Уже в период 1927—1932 г.г. советская мукомольная промышленность с успехом повысила окружную скорость вальцов в 1,5—2 раза—с 3,5 ÷ 4,0 м/сек до 6,0 ÷ 7,0 м/сек. Например, мельница г. Днепропетровска в 1926 году — 5,75 м/сек, г. Запорожья в 1929 году — 7,0 м/сек и сотни предприятий Главмуки в 1932 году.

Работы инженеров А. В. Панченко (1929—1932 г.г.), О. С. Воронцова (1933 г.), профессора П. А. Козьмина (1935 г.), инженера Е. П. Козьминой (1937 г.), создание в НИИПродмаше инженером М. Я. Мурианом (1950 г.) экспериментального вальцового станка с окружной скоростью быстровращающегося вальца, равной 16,8 м/сек, показали эффективность и, следовательно, перспективность перевода вальцов на повышенные скорости. В других отраслях советской промышленности, например, в металлообрабатывающей промышленности, при скоростной обработке металлов резанием, применение высоких скоростей уже дало вполне положительные результаты, широко освоенные множеством советских заводов.

Следовательно, увеличение скоростей вальцов в мукомольном производстве является актуальной, вполне назревшей проблемой.

Целью настоящей работы является дальнейшее изучение эффективности применения высоких окружных скоростей вальцов и условий внедрения их в мукомольное производство, требования к которому будут непрерывно возрастать по мере осуществления перехода от социализма к коммунизму.

Краткий обзор проведенных ранее исследований

Одним из важнейших факторов, количественно и качественно влияющих на процесс измельчения зерна и продуктов его вальцовым станком, является окружная скорость вальцов.

Инженер А. В. Панченко (1929—1932 г.г.) и профессор П. А. Козьмин (1935 г.) впервые обосновали возможность увеличения окружных скоростей вальцов.

Инженер А. В. Панченко впервые аналитически (1929 г.) и экспериментально (1930 г.) доказал возможность и целе-

сообразность применения высоких скоростей вальцов, в 2—3 раза превышающих применяющиеся на американских мельницах.

Профессор П. А. Козьмин (1935 г.) в своей работе, посвященной возможности повышения окружной скорости вальцов, приходит к выводу о необходимости сохранения постоянной разности окружных скоростей вальцов для получения одинаковых технологических показателей работы вальцового станка при повышении окружной скорости быстровращающегося вальца.

Инженер Е. П. Козьмина (1937 г.), продолжая работу проф. П. А. Козьмина, пришла к выводу о том, что при окружной скорости быстрого вальца $V_B = 12,0$ м/сек и отношении окружных скоростей $i = 1,5$, производительность станка увеличивается в 2 раза по сравнению с производительностью при $V_B = 6,0$ м/сек и $i = 2,5$, при одинаковом количестве и качестве промежуточных продуктов.

Работа инженера Г. И. Креймермана (1948 г.) показывает, что существенное влияние на технологические и энергетические показатели работы основных систем драного процесса оказывает окружная скорость быстрого вальца (V_B) и отношение окружных скоростей (i). В результате произведенной нами обработки экспериментальных данных найдено, что извлечение крупки, в зависимости от окружной скорости быстровращающегося вальца (V_B), можно выразить следующей формулой: $I_{20/54} = \frac{1}{B_1 - C_1 V_B} (\%)$, а в зависимости от отношения

окружных скоростей (i) можно выразить следующей формулой: $I_{20/54} = A_1 \cdot i^n (\%)$, где A_1 , B_1 , C_1 и n — коэффициенты и показатель степени зависящие от кинематических условий работы вальцевой пары и физических свойств зерна.

В промышленности капиталистических стран наблюдается застой техники. Вопросам увеличения скорости рабочих органов машин всех отраслей производства и, в частности, вальцов мукомольного производства не уделяется никакого внимания, и в технической литературе капиталистических стран нет работ, исследующих возможности повышения окружных скоростей вальцов.

Из перечисленных советских исследований этого вопроса можно сделать следующие выводы:

1. Увеличение окружных скоростей вальцов приводит к значительному увеличению производительности станков, что ведет к дальнейшему росту производительности труда.

2. При увеличении окружных скоростей вальцов удельный

расход энергии на тонну получаемой муки несколько уменьшается, что, совместно с увеличением производительности станков, приводит к снижению себестоимости продукции.

3. С увеличением окружной скорости быстровращающегося вальца, при уменьшении отношения скоростей вальцов, относительный выход и качество промежуточных продуктов почти не изменяются.

Задачи лабораторного исследования, методика и экспериментальная установка

В задачи исследования входило:

а) определить производительность вальцовых станков драных, размольных и вымольных систем, работающих при окружных скоростях вальцов, которые в 2—3 раза более применяемых в настоящее время в мукомольном производстве;

б) определить влияние высоких окружных скоростей вальцов на качество промежуточных и конечных продуктов указанных систем;

в) определить удельную энергоемкость процесса дробления и измельчения, межвальцовую мощность, циркулирующую через нагруженную вальцовую пару, и величину распорного межвальцового усилия в широком диапазоне изменения кинематических и нагрузочных условий работы вальцов.

В качестве одного из основных показателей, характеризующих нагрузочные условия работы станка, нами принята весовая подача измельчаемого продукта на 1 м^2 пробегающей поверхности медленно вращающегося вальца ($q_{пмв}$).

Применительно к разработанной нами методике исследования, в качестве пределов изменения кинематических и нагрузочных условий нами были приняты следующие:

а) окружная скорость быстровращающегося вальца — $V_B = 4,0 \div 15,0$ м/сек;

б) отношение окружных скоростей вальцов $i = 1,1 \div 4,0$;

в) весовая подача для нарезных вальцов $q_{пмв} = 0,03 \div 0,42$ кг/м² и для шероховатых вальцов $q_{пмв} = 0,03 \div 0,07$ кг/м²;

г) межвальцовый зазор для нарезных вальцов $b = 0,07 \div 1,1$ мм и шероховатых вальцов $b = 0,08 \div 0,13$ миллиметров.

В качестве критериев для оценки технологических и энергетических результатов работы станка при переменных нагрузочных и кинематических условиях, а также при изменяемой величине межвальцового зазора, нами были приняты следующие показатели:

1) абсолютные — ΔI_i и относительные — ∇I_i коэффициенты извлечения через принятый номер сита;

- 2) данные, характеризующие гранулометрический состав исходных и конечных продуктов дробления;
- 3) зольность промежуточных продуктов размола;
- 4) удельный расход энергии на извлечение единицы веса промежуточных продуктов (крупок, дунстов и муки).

В соответствии с целями и задачами экспериментального исследования, лабораторная установка состояла из специально оборудованного контрольно-измерительными приборами вальцового станка с горизонтально расположенными вальцами $D = 225$ мм и $L = 77$ миллиметров.

Эта установка позволяла:

- 1) изменять, пользуясь сменными червячными редукторами, весовую подачу исходного продукта в рабочую зону вальцов в пределах

$$1 \div 75 \frac{\text{кг}}{\text{час} \times \text{см}};$$

- 2) изменять, пользуясь бесступенчатым вариатором и сменными зубчатыми редукторами, кинематические условия работы вальцов в указанных выше пределах;

- 3) изменять в широких пределах неуступчивый межвальцовый зазор.

Дробильно-размалывающий комплект вальцового станка включал вальцы с различной микрогеометрией поверхности, а именно: нарезные, абразивношлифованные и обработанные электроискровым способом.

Установка была снабжена следующими контрольно-измерительными приборами:

1. электроизмерительными приборами для определения подводимой мощности;
2. зубчатым динамометром для определения межвальцовой мощности;
3. электромеханическим тензометром омического сопротивления для определения величины распорного межвальцового усилия.

Для производства различных анализов мы располагали ситовым классификатором с модулем набора семи шелковых сит $M \approx \sqrt{2}$, воздушным классификатором, седиментометром, лабораторным копром для определения ударной прочности зерновок, микроскопами МИМ-6, МИС-11 и бинокулярном. Кроме того, в лаборатории ВНИИЗ'а на ротационном электродинамометре были определены продолжительность размола, крутящий момент разрушения и удельный расход энергии для размола.

В качестве подопытного материала для дробления и измельчения на лабораторном вальцовом станке мы избрали:

- 1) рядовую пшеницу II группы стекловидности;
- 2) яровую пшеницу Меланопус 69;
- 3) продукты размола рядовой пшеницы II и III группы стекловидности на мельнице № 18, а именно продукты, поступающие на II и V драные и размольные системы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКИХ ОКРУЖНЫХ СКОРОСТЕЙ ВАЛЬЦОВ

1. Зависимость технологических и энергетическо-силовых показателей работы вальцового станка от окружной скорости быстровращающегося вальца

А. Нарезные вальцы.

Исследование проведено при постоянстве межвальцового зазора (b), отношения окружных скоростей вальцов (i) и нагрузки на 1 м^2 пробегающей поверхности медленно вращающегося вальца ($q_{\text{лмв}}$), но при переменной окружной скорости быстровращающегося вальца ($V_{\text{б}}$), которая изменялась от 4 до $12 \div 15$ м/сек.

При этом были получены следующие результаты, причем приводимые цифры относятся к некоторым конкретным условиям и приведены лишь для иллюстрации полученных общих положений:

- 1) Извлечение крупно-дунстовых продуктов при изменении $V_{\text{б}} = 4 \div 12$ м/сек на I драной системе остается без изменений $I_{\text{н/д}} = 16,9 \div 168\%$, а на II драной системе увеличивается в пределах $I_{\text{н/д}} = 29 \div 35,7\%$; извлечение муки при изменении $V_{\text{б}} = 4 \div 15$ м/сек на II размольной системе увеличивается в пределах $I_{\text{з/р}} = 18,9 \div 22,5\%$, на V размольной системе остается без изменений $I_{\text{з/р}} = 7,6 \div 8,0\%$, на V драной системе несколько увеличивается $I_{\text{з/р}} = 5,4 \div 6,2\%$.

- 2) Производительность, т. е. абсолютное количество получаемых в единицу времени крупно-дунстовых продуктов ($G_{\text{н/д}}$) и муки ($G_{\text{з/р}}$), на всех системах неуклонно увеличивается с ростом скорости быстровращающегося вальца; в большинстве случаев производительность вальцовых станков увеличивается пропорционально $V_{\text{б}}^n$, где $n > 1$.

- 3) Средний размер частиц каждой фракции крупно-дунстовых продуктов, полученных при дроблении зерна и промежуточного продукта на I и II драной системе, уменьшается с увеличением скорости в указанных пределах, примерно, на $9 \div 10\%$. Средний размер частиц муки (проход № 38/IX), по-

лученный при размоле крупно-дунстых продуктов, направляемых на II размольную систему, уменьшается: при изменении V_B с 4 до 12 м/сек средний размер частиц муки уменьшился с 68 μ до 52 μ , т. е. на 23 ÷ 25%.

Уменьшение среднего размера получаемых крупно-дунстых продуктов и муки свидетельствует о том, что при увеличении окружных скоростей валцов дробление и размол исходного продукта происходят более интенсивно. Уменьшение же среднего размера частиц муки вызывает, как известно, рост диастатической активности и водопоглотительной способности муки, а также увеличение припека, что в производственных условиях должно привести к повышению выхода хлеба.

4) Средняя взвешенная зольность крупно-дунстых продуктов и муки с повышением скорости валцов несколько увеличивается. Зольность крупно-дунстых продуктов увеличивается абсолютно на 0,10 ÷ 0,15 проц., а относительно на 11 проц., соответственно, зольность муки увеличивается абсолютно на 0,09 ÷ 0,12 проц., а относительно также на 11 проц.

Зольность крупно-дунстых продуктов увеличивается за счет свободных оболочек, которые легко удаляются восходящим воздушным потоком при следующих скоростях воздуха: для фракции крупной крупки — при $V_{an} = 1,77$ м/сек, средней крупки — при $V_{an} = 1,45$ м/сек и мелкой крупки — при $V_{an} = 1,22$ м/сек, соответствующих скоростям воздуха в промышленных ситовейках.

5) Для получения правильного представления об эффективности процесса дробления необходимо учитывать не только сопоставление средней взвешенной зольности исходного и конечного продукта, но и извлечение крупно-дунстых продуктов. В качестве критерия для общей оценки технологической эффективности процесса дробления нами принят показатель

$$E_d = G \cdot \frac{z_n}{z_k}, \text{ где: } G — \text{производительность вальцового станка,}$$

z_n, z_k — соответственно, средняя взвешенная зольность исходного и конечного продукта дробления.

С увеличением окружных скоростей валцов в пределах от 4 до 12 м/сек показатель технологической эффективности процесса дробления увеличивается в 2,5—3 раза.

6) Для получения правильного представления об эффективности процесса вымола оболочечных продуктов, необходимо учитывать не только сопоставление средней взвешенной зольности исходного и конечного сходного продукта (сход с сита № 38), но и извлечение муки. В качестве критерия для оценки технологической эффективности процесса вымола ана-

логично нами принят показатель $E_s = G \cdot \frac{z_k^{(cx)}}{z_n^{(cx)}}$, где G — производительность вальцового станка, $\frac{z_k^{(cx)}}{z_n^{(cx)}}$ — соответственно, начальная и конечная средняя взвешенная зольность схода с сита № 38.

С увеличением окружных скоростей валцов показатель технологической эффективности вымола оболочек увеличивается в 4 ÷ 4,5 раза при увеличении V_B в пределах от 4 до 15 м/сек.

7) Удельный расход энергии увеличивается при дроблении зерна на I драной системе в пределах $W_{11/38} = 18,0 \div 26,6 \frac{\text{Втч}}{\text{кг}}$, продукта, поступающего на II драную систему —

$W_{21/38} = 3,4 \div 8,5 \frac{\text{Втч}}{\text{кг}}$, продукта, поступающего на II размольную систему — $W_{38/0} = 23,4 \div 32,4 \frac{\text{Втч}}{\text{кг}}$ и уменьшается при вымоле продукта, поступающего на V драную систему в пределах $W_{38/0} = 195 \div 86 \frac{\text{Втч}}{\text{кг}}$ и на V размольную систему — $W_{38/0} = 150 \div 67 \frac{\text{Втч}}{\text{кг}}$. Увеличение удельного расхода энергии

идет на образование новой поверхности, причем с увеличением окружной скорости валцов удельный расход энергии, приходящийся на образование 1 м² новой поверхности, несколько уменьшается.

8) Распорное межвальцовое усилие несколько увеличивается, но не более, чем на 10—25 проц. при увеличении V_B в 3—4 раза.

9) Мощность, циркулирующая в нагруженной вальцовой паре через косозубчатый тормоз и возвращаемая от медленно-вращающегося вальца к быстровращающемуся валцу, увеличивается. Например, при дроблении рядовой пшеницы на I драной системе с изменением V_B от 4 до 12 м/сек мощность увеличивается с 10,4 до 30,1 $\frac{\text{Вт}}{\text{см}}$.

Б. Шероховатые валцы.

Промежуточный продукт, поступающий на II размольную систему, подвергался размолу на валцах, шероховатость которых получена абразивным шлифованием ($H_{\text{макс.}} = 2,9 \mu$) и обработкой электроискровым способом ($H_{\text{макс.}} = 15,1 \mu$).

С увеличением шероховатости поверхности валцов, в указанных выше пределах, наблюдаются следующие изменения:

1) производительность валцов, вне зависимости от окружной скорости, увеличивается, примерно, в 1,35 раза:

например, при $V_B = 6 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ в пределах $G_{38/0} = 0,86 - 1,16 \frac{\text{кг}}{\text{час} \times \text{см}}$,

а при $V_B = 12 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ — $G_{38/0} = 1,78 - 2,42 \frac{\text{кг}}{\text{час} \times \text{см}}$;

2) зольность муки несколько растет — при $V_B = 6 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ в пределах $\bar{Z}_{38/0} = 0,64 - 0,67\%$, а при $V_B = 12 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ $\bar{Z}_{38/0} = 0,65 - 0,72\%$;

3) удельный расход энергии несколько уменьшается — при $V_B = 6 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ в пределах $W_{38/0} = 36,5 - 32,6 \frac{\text{Втч}}{\text{кг}}$, а при $V_B = 12 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ — $W_{38/0} = 48,5 - 42,4 \frac{\text{Втч}}{\text{кг}}$;

4) распорное усилие уменьшается — при $V_B = 6 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ в пределах $T = 8,7 - 5,7 \frac{\text{кг}}{\text{см}}$, а при $V_B = 12 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ — $T = 9,6 - 7,1 \frac{\text{кг}}{\text{см}}$.

Из сопоставления эффективности работы шероховатых валцов с нарезными следует, что производительность последних на 14 ÷ 17 проц. выше, но при этом и зольность извлекаемой муки на 6 ÷ 8 проц. выше; величина же распорного межвальцового усилия ниже в 2 ÷ 2,5 раза; удельный расход энергии уменьшается при этом на 50 ÷ 60 процентов.

Несмотря на некоторые преимущества применения нарезных валцов, работающих при повышенных окружных скоростях, все же следует отдать предпочтение валцам, обработанным электроискровым способом. Последний позволяет наносить на валцы размерную шероховатость, примерно, одинаковую в продольном и поперечном направлении. При этом, с учетом структурно-механических свойств измельчаемого продукта, изменением режима электроискровой обработки валцов, возможно наносить такую шероховатость, при которой достигается наиболее высокая технологическая эффективность работы станка. Наши наблюдения в производственных условиях за работой валцов, обработанных электроискровым способом, дают основание считать, что износостойкость их значительно выше, а практическое постоянство в течение более длительного времени микрогеометрии поверхности валцов обуславливает большую устойчивость процесса измельчения крупчатых продуктов при условии предотвращения непроизводительного износа рабочей поверхности валцов.

II. Наивыгоднейшие кинематические условия работы валцов

На эффективность процесса дробления зерна, размола и вымола промежуточных продуктов влияют кинематические условия работы валцов, определяемые не только окружной скоростью быстровращающегося вальца — V_B , но и отношением окружных скоростей валцов — i .

Исходя из результатов проведенного нами экспериментального исследования, наивыгоднейшими величинами V_B и i , обуславливающими наилучшие технологические и энергетические показатели работы станков, можно считать следующие:

	V_B м/сек	i
для I и II драной системы	9,0	2,5 ÷ 2,67
для V драной системы	12,0	1,5 ÷ 1,7
для II размольной системы:		
а) нарезные валцы	6,0	1,3 ÷ 1,5
б) шероховатые валцы	9,0	1,3 ÷ 1,5
для V размольной системы	12,0	1,4 ÷ 1,5

Исследование комплексного влияния кинематических условий работы валцов нами произведено в лабораторных условиях и при различной степени износа рифлей. Величину износа рифлей мы оценивали коэффициентом наполнения профиля,

т. е. $K_n = \frac{S_n}{S_0}$, где:

S_0 — площадь рифли, полученной после обработки поверхности валцов на шлифовально-рифельном станке, S_n — площадь притупленной рифли.

Износ рифлей ухудшает технологические и энергетические показатели работы валцов. Например, при дроблении продукта, поступающего на II драную систему, при изменении K_n от 1,0 до 0,79, производительность станка

при $V_B = 6 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ — уменьшается с 5,29 до $4,12 \frac{\text{кг}}{\text{час} \times \text{см}}$, рас-

порное межвальцовое усилие увеличивается с 2,5 до $4,3 \frac{\text{кг}}{\text{см}}$

и удельный расход энергии увеличивается с 3,8 до $5,8 \frac{\text{Втч}}{\text{кг}}$.

Исходя из результатов проведенного нами экспериментального исследования, можно считать, что, особенно при притуплении рифлей, лучшие технико-экономические результаты работы станка могут быть достигнуты при изменении кинематических условий работы станка. Как известно, в существующих конструкциях полуавтоматического и автоматического вальцового станка, а также в конструкциях вальцовых станков, раз-

работанных в настоящее время во ВНИИЗ'е и НИИПродмаше, в качестве практически единственного параметра регулирования режима работы станка предусматривается изменение межвальцового зазора.

Основываясь на данных нашего исследования, представляется целесообразным в проектируемых конструкциях вальцовых станков предусматривать возможность изменения не только межвальцового зазора, но и кинематических условий работы вальцов, а именно, возможность регулирования V_B и i .

III. Зависимость величины межвальцового распорного усилия от условий работы вальцов

К. т. н. А. Р. Демидов установил эмпирическую зависимость величины распорного межвальцового усилия от извлечения при дроблении пшеницы на I драной системе. Величина распорного усилия является важнейшим исходным условием при расчете опор вальцов, а также для определения предварительной осадки упорной пружины установочного механизма станка и, следовательно, обеспечения устойчивости межвальцового зазора в эксплуатационных условиях. Величина этого усилия зависит от нагрузочных и кинематических условий, от физических свойств исходного продукта дробления, макро- и микрогеометрии рабочей поверхности вальцов, величины межвальцового зазора и других факторов.

В результате аналитического исследования нами получена следующая зависимость распорного межвальцового усилия от основных условий работы вальцового станка:

$$T = \frac{p \cdot q_a}{0.25 \gamma (a+b) (1 + \frac{1}{i}) V_B} \sqrt{R(a-b)} \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}} \right).$$

При $q_a = 3600 V_m q_{пмв}$

$$T = \frac{14400 p \cdot q_{пмв}}{\gamma (a+b) (i+1)} \sqrt{R(a-b)} \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}} \right),$$

где:

p — напряжение, необходимое для разрушения частицы зерна, выраженное в килограммах на 1 м^2 площади;
 q_a — весовая подача продукта в кг в час на один метр длины вальца;
 $q_{пмв}$ — весовая подача на квадратный метр пробегающей поверхности медленно вращающегося вальца;
 γ — удельный вес продукта в $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;
 a — средний размер частицы продукта в мм;

b — величина межвальцового зазора в мм;
 i — отношение окружных скоростей вальцов;
 V_B — окружная скорость быстровращающегося вальца в $\frac{\text{м}}{\text{час}}$;
 R — радиус вальца в метрах.

Из сопоставления результатов, получаемых экспериментально и расчетом по предлагаемой формуле, следует, что расхождения между ними заключаются в пределах $5 \div 7\%$.

Существенное влияние на величину распорного усилия оказывает изменение характера микрогеометрии рабочей поверхности вальцов (притупление рифлей и др.). Пользуясь, например, разработанным во ВНИИЗ'е статиметром для измерения распорного усилия, можно судить об износе вальцов и о правильности примененных V_B , i , b для получения наилучших технологических и энергетических показателей работы вальцового станка.

Заключение, общие выводы и предложения

Директивы XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 годы требуют искать, находить и использовать скрытые резервы, тающиеся в недрах производства.

В современных конструкциях вальцовых станков окружная скорость быстровращающегося вальца является постоянной и принята около $V_B = 6,0 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$, отношение окружных скоростей вальцов (i), в зависимости от назначения станка, принимается в пределах $i = 1,5 \div 2,5$.

В данном исследовании подвергнута экспериментальному изучению технологическая целесообразность перевода вальцовых станков на дифференцированную (в зависимости от системы помола) окружную скорость вальцов.

В результате исследований, проведенных нами в лабораторных условиях, можно сделать нижеследующие выводы:

1. При повышении окружной скорости быстровращающегося вальца с 6,0 до 12,0 м/сек на I, II драных и II размольной системах производительность станка повышается, по крайней мере, в 2,0—2,4 раза, а на V драной и V размольной системах при увеличении скорости до 15,0 м/сек не менее, чем в 2,4—2,7 раза.

Рост производительности вальцового станка в пределах применявшихся нами скоростей, выражается эмпирической зависимостью вида $G = A_2 \cdot V_B - B_2 \left(\frac{\text{кг}}{\text{час} \times \text{см}} \right)$ или в более ши-

роких пределах $G = A_0 \cdot V_B^n$, где: A_0 и B_2 — коэффициенты, зависящие от физических свойств дробимого продукта, величины межвальцового зазора (b), отношения окружных скоростей (i) и нагрузочных условий работы станка ($q_{плв}$).

2. На I и II драных системах при увеличении скорости быстровращающегося вальца с 6,0 до 12,0 м/сек относительный выход крупно-дунстовых продуктов несколько повышается (с 45,9 проц. до 52,5 проц.), на II размольной системе относительный выход муки также несколько повышается (с 18,9 до 22,5 проц.) и на вымольных системах при повышении скорости с 6,0 до 15,0 м/сек также несколько повышается (12,0 проц. и 14,2 проц.).

3. При увеличении V_B с 6,0 до 12,0 м/сек средний размер частиц, составляющих смесь крупно-дунстовых продуктов, примерно, на 9—10 проц. меньше, что создает необходимые предпосылки для интенсификации процесса просеивания в отсевах.

Полученные при высоких окружных скоростях валцов на первых драных системах крупно-дунстовые продукты, несмотря на более высокую зольность (I драная система при $V_B = 6,0$ м/сек, $\bar{Z} = 1,35$ проц., а $V_B = 12,0$ м/сек, $\bar{Z} = 1,43$ проц., II драная система, соответственно 1,34 проц. и 1,43 проц.) за счет свободных оболочек, не связанных с частицами эндосперма зерна, возможно обогащать при скоростях и расходах воздуха, применяемых в ситовейках.

Сравнительные исследования эффективности измельчения крупно-дунстовых продуктов абразивношлифованными валцами и обработанными электроискровым способом, позволяют считать более целесообразным применение последних в условиях работы при повышенных окружных скоростях.

5. Применение высоких окружных скоростей валцов обуславливает улучшение вымола сходовых продуктов, что проявляется в увеличении зольности сходовых продуктов, увеличении количества извлеченной муки при некотором, правда, увеличении зольности ее. Улучшение вымола может привести к уменьшению потребности в вымалывающих машинах. Необходимое снижение зольности муки, получаемой в незначительных количествах на вымольных системах, может быть достигнуто за счет применения в отсевах сит с меньшими размерами отверстий.

6. Применение высоких окружных скоростей валцов на I и II драной системе приводит к увеличению удельного расхода энергии, что связано с интенсивным приращением новой поверхности, причем относительный рост новой поверхности больше относительного роста удельного расхода энергии.

Изменение удельного расхода энергии в пределах $V_B = 4 \div 12 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ выражается эмпирической зависимостью вида

$$W = A_3 \cdot V_B^2 + B_3 \cdot V_B + D_3 \left[\frac{\text{втч}}{\text{кг (крупы)}} \right], \text{ в которой, например, для I драной системы } A_3 = 0,23; B_3 = 2,65; D_3 = 25,0.$$

На системах вымола, наоборот, имеет место снижение удельного расхода энергии. Уменьшение удельного расхода энергии в пределах $V_B = 4 \div 15 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ выражается эмпирической зависимостью вида

$$W = \frac{1}{C_2 + D_1 \cdot V_B} \left[\frac{\text{втч}}{\text{кг (муки)}} \right], \text{ в которой } C_2 \approx 0,003, \text{ а } D_1 = 0,0007.$$

На II размольной системе удельный расход энергии увеличивается, но на единицу вновь образованной поверхности остается без изменений.

7. С повышением окружной скорости валцов незначительно растут распорные усилия. Эти изменения выражаются эмпирической зависимостью вида: $T = C_3 V_B + D_2 \left(\frac{\text{кг}}{\text{см}} \right)$, в которой, например, для I драной системы $C_3 = 0,1$, а $D_2 = 5,1$.

8. Для достижения оптимальных технологических результатов работы валцов при применении высоких окружных скоростей быстровращающегося вальца необходимо, в зависимости от величины V_B установить соответствующее оптимальное значение i , причем соотношение между V_B и i , при всех других одинаковых условиях, определяется физическими свойствами продукта и микрогеометрией поверхности валцов. Ориентировочно это соотношение может быть найдено из эмпирической зависимости вида $i^a \cdot V_B = C$.

Так, например:

а) для режимов I и II драной системы, в пределах изменения i от 1,3 до 4,0 и V_B от 4,0 до 15,0 м/сек, — $a = 1,11$, $C = 18,1$;

б) для вымольных систем (V драная и V размольная) в пределах изменения i от 1,5 до 3,0 и V_B от 4 до 15,0 м/сек — $a = 1,9$, $C = 26,3$.

В связи с этим, целесообразной является конструкция вальцового станка, в котором имелась бы возможность регулировать режим его работы не только путем изменения межвальцового зазора, но и путем изменения кинематических условий работы валцов. Последнее особенно необходимо для

поддержания заданной производительности вальцового станка по мере притупления нарезки вальцов.

9. При применении вальцовых стайков, допускающих возможность оперативно изменять величину V_B и i , в качестве основного нагрузочного показателя должен быть применен показатель $q_{плв}$, учитывающий весовую подачу на единицу длины — q_l — и кинематические условия работы вальцов.

Исходя из приведенных выводов, мы считаем возможным предложить для применения в промышленности нижеследующее:

1. Так как производительность вымольных систем в большинстве случаев является узким местом в размольном отделении мельницы, то целесообразным является первоочередный перевод вальцовых станков этих систем на высокие окружные скорости вальцов.

2. В целях развития размольного процесса на мельницах с небольшим количеством вальцовых станков целесообразным является перевод последних на работу при высоких окружных скоростях вальцов.

3. При конструировании новых и модернизации действующих вальцовых станков с применением в них высоких окружных скоростей вальцов необходимо:

а) снабдить станки вариатором, дающим возможность оперативно изменять параметры V_B и i ;

б) в целях уменьшения шума от косозубчатого тормоза применить зубчато-цепной тормоз, а в дальнейшем вариационный гидравлический;

в) перевести в первую очередь быстровращающиеся вальцы на подшипники качения, в целях предотвращения непроизводительного износа вальцов;

г) практически применять на мельницах динамическую балансировку вальцов и приводных шкивов.

