

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени И. В. СТАЛИНА

Инженер СИМОНОВИЧ М. Я.

**К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ
ПРОФИЛЯ РИФЛЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ
ДРАНОВОГО ПРОЦЕССА СОРТОВОГО
ПОМОЛА ПШЕНИЦЫ**

Перезерв 10 87

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научные руководители:

кандидат технических наук, доцент Панченко А. В.,
кандидат технических наук, доцент Руссо А. М.

г. Одесса—1955 г.

ВВЕДЕНИЕ

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исторических решениях XIX съезда КПСС намечены пути дальнейшего мощного подъема производительных сил страны, роста материального благосостояния и культурного уровня советского народа.

С целью успешного решения этих задач январский Пленум Центрального Комитета КПСС указал на необходимость неуклонного развития тяжелой промышленности — основы роста всех отраслей социалистической экономики.

Для выполнения поставленных партией задач по повышению материального благосостояния советского народа необходимо неуклонно проводить в промышленности на всех больших и малых участках режим экономии, повышать производительность и рентабельность предприятий.

При изыскании резервов повышения производительности предприятий мукомольной промышленности, снижения себестоимости выпускаемой ими продукции и улучшения ее качества серьезное внимание инженерно-технической мысли обращено на решение ряда важных вопросов эксплуатации вальцовых станков, являющихся основным оборудованием мукомольных мельниц.

Среди таких подлежащих разрешению вопросов, видное место занимают изыскания, связанные с выяснением влияния профиля рифлей нарезных валков вальцовых станков на технологические и энергетические показатели процессов измельчения зерна и промежуточных продуктов.

Анализ работы различных мельниц показывает, что энергия, затрачиваемая на измельчение зерна, составляет от 50 до 70% всей энергии, потребляемой мельницами на полный технологический процесс.

Принимая во внимание, что затраты энергии на измельчение зерна в значительной степени зависят от состояния рабочей поверхности валков, изучение влияния профиля рифлей на различные стороны процесса измельчения не выходило из поля зрения многих ученых и инженеров.

✓ 143376

Одесский Технологический

Институт

им. И. В. Сталина

Первые указания о выборе профиля рифлей имеются в трудах проф. П. А. Афанасьева (1883) и проф. К. А. Зворыкина (1894), отмечавшими целесообразность нарезки рифлей с углом заострения 90° .

На важность правильной нарезки валков, как на один из факторов, определяющих показатели работы вальцовых станков, впервые указал проф. П. А. Козьмин (1925).

В более поздних высказываниях ряда авторов: проф. Я. Н. Куприца (1929), инж. Р. О. Пенса (1929), к. т. н. А. В. Панченко (1934), к. т. н. П. П. Тарутина (1939), к. т. н. Л. И. Розенштейна (1943), к. т. н. А. Р. Демидова (1948), к. т. н. М. Я. Муриана (1949), к. т. н. С. Д. Хусида (1951) также отмечалось значение профиля рифлей, как одного из важных факторов, определяющих показатели процесса измельчения на вальцовых станках.

Однако, несмотря на то, что убеждение в значении профиля рифлей не подвергалось сомнению, вопросу экспериментального исследования влияния профиля рифлей на показатели работы вальцовых станков не уделялось должного внимания.

В тех же экспериментальных работах, в которых рассматривался вопрос о влиянии различных параметров на показатели работы вальцовых станков, авторы ограничивались констатацией того или иного состояния нарезки либо изображением желательной формы рифлей.

Недостаточное знание процессов, происходящих в зоне размалывания вальцового станка, не давало до настоящего времени возможности сделать на основании теоретических предпосылок выводы о выборе профиля рифлей для различных технологических процессов.

Следует полагать, что экспериментальное исследование влияния профиля рифлей на показатели процесса измельчения зерна на вальцовых станках способствует изучению процессов, происходящих в зоне размалывания и, таким образом, имеет существенное научно-техническое и практическое значение.

Как известно, драные системы при сортовом помоле являются важнейшим этапом технологического процесса измельчения зерна, который в основном определяет качество получаемой продукции.

Поэтому в настоящем исследовании, проводившемся в 1951—54 г.г., мы поставили перед собой следующие задачи:

1. Определить влияние исходного профиля рифлей валков I, II, III драных систем мельниц сортового помола в широком диапазоне изменения углов острия и спинки рифлей на расход

энергии на измельчение, величину общего извлечения (H_{71} — отношение ^{по} расходам № 71 к весу исходного образца в %), величину межвалкового распорного усилия, а также на гранулометрический состав и качество получаемых на этих системах продуктов измельчения.

2. Выяснить влияние степени износа рифлей на перечисленные в пункте 1 показатели работы вальцового станка.

Постановке экспериментов предшествовала разработка методики измерения и нарезки профилей рифлей, а также изучение профилей рифлей, нарезаемых на ряде мельничных предприятий.

Исследование производилось в лабораторных и производственных условиях. Производственные исследования проводились с целью проверки и корректировки результатов, полученных в лабораторных условиях.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Лабораторные исследования проводились на специально приспособленном лабораторном вальцовом станке. К станку был присоединен электродвигатель постоянного тока, работающий по схеме, дающей возможность изменять скорость вращения якоря путем изменения напряжения в обмотке возбуждения питающего генератора. Якорь мотора с помощью гибкого вала был соединен с осью быстровращающегося валка.

С целью создания условий для объективного измерения подводимой к вальцовому станку мощности был применен метод электродинамического торможения. Тормозящий момент определялся посредством прямого измерения реакции статора двигателя на весах.

Для всех серий опытов было принято постоянное передаточное отношение и окружная скорость валков ($i=2,5$; $v_b=6,0 \div 6,2$ м/сек).

Распорное межвалковое усилие измерялось с помощью проволочных тензометрических датчиков и зеркального гальванометра типа М-21.

В процессе проведения экспериментов неуступчивый межвалковый зазор изменялся в пределах $0,2 \div 1,5$ мм.

Питающий механизм станка был снабжен отдельным электродвигателем переменного тока.

Для проведения исследования были использованы лабораторные валки ($l=80$ мм; $d=225$ мм), специально изготовленные по нашему заказу на Лутугинском чугунолитейном заводе.

Производственные исследования проводились на вальцовых станках I и II драных систем на мельничном комбинате № 2 в г. Одессе.

Перед проведением экспериментов на станках были установлены новые бронзовые вкладыши подшипников рабочих валков. Радиальный зазор между бронзовыми вкладышами и шейками валков не превышал 0,12 мм.

В связи с тем, что существующие методы определения профиля рифлей мельничных валков не обеспечивают необходимой точности измерения, в процессе работы было всесторонне исследовано и впервые для этой цели применено:

1. Определение профиля рифлей, основанное на получении гальванопластических прямых медных отпечатков с последующими их измерениями.

2. Определение профиля рифлей посредством использования накладного шупового профилографа конструкции Е. С. Берковича*, записывающего профиль в натуральную величину.

Запись профилей с прямых медных отпечатков производилась методом прерывистого ощупывания на специально собранном для этого механическом профилометре.

Измерение высоты рифлей в процессе их износа в производственных условиях выполнялось на специально собранном микроскопе с помощью окулярного микрометра.

Шероховатость поверхности рифлей по обратным и прямым отпечаткам определялась на оптико-механическом профилографе и двойном микроскопе МИС-11.

В качестве опытного материала для измельчения были использованы промежуточные продукты и зерно следующих сортов:

- а) рядовая пшеница IV типа (стекловидность 45%);
- б) яровая пшеница Арнаутка немерчанская (дурум);
- в) озимая пшеница Одесская-3 (стекловидность 74%);
- г) продукты измельчения рядовой пшеницы IV типа II группы стекловидности, поступающие на II и III драные системы (получены на 18 мельзаводе в гор. Одессе);

д) продукты измельчения сортовых пшениц—Одесская-3 и Арнаутка немерчанская.

Для изучения гранулометрического состава продуктов измельчения был применен лабораторный кривошипный просеиватель с набором 6 шелковых сит модуля— $M \approx \sqrt{2}$.

* Профилограф Е. С. Берковича с небольшими конструктивными изменениями был специально изготовлен нами для проведения настоящего исследования (Журн. «Мукомольно-элеваторная промышленность» № 2, 1954 г.).

Зольность крупно-дуновистых продуктов и муки, получаемых при измельчении зерна и промежуточных продуктов, определялась, примерно, при одинаковых значениях общего извлечения для каждой драной системы.

Холодное кондиционирование зерна проводилось в соответствии с «Правилами организации и ведения технологического процесса на мельницах Главмуки» (1952).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФИЛЕЙ РИФЛЕЙ, НАРЕЗАЕМЫХ НА МЕЛЬНИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ, И РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАННОГО ПРОФИЛЯ РИФЛЕЙ

С целью изучения профилей рифлей, применяемых на предприятиях мукомольной промышленности, нами производилось исследование качества нарезки на мельницах в г.г. Одессе, Запорожье и Днепропетровске.

В результате серии приведенных измерений обращают на себя внимание:

а) значительные колебания величин углов острия и спинки рифлей ($\alpha = 23^\circ \div 50^\circ$; $\beta = 58^\circ \div 77^\circ$);

б) низкое значение коэффициента полноты рифлей k_n (0,52—0,71), где k_n — частное от деления площади нормального сечения рифли (S_p) на площадь нормального сечения рифли профиля, рекомендованного Главмукой.

Шероховатость поверхности нарезаемых рифлей соответствовала, в основном, 5 классу чистоты по ГОСТ 2789—51.

Анализируя проведенные измерения профилей рифлей, можно сделать вывод, что на всех мельницах, где проводились исследования, рифли нарезались различного профиля. К аналогичным выводам пришли А. В. Панченко (1934) и П. П. Тарутин (1939). Основной причиной такого положения является отсутствие производственного контроля качества нарезки.

Ввиду того, что для проведения настоящего исследования необходимо было нарезать рифли заданного профиля, было рассмотрено влияние на показатели качества нарезки (α , β , h_p , S_y , S_p , где h_p — высота рифли, S_y — площадь нормального сечения углубления между рифлями), ряда факторов, основные из которых следующие:

1) закругление у основания рифли;

2) износ резцов при нарезке.

Анализ влияния закругления у основания рифлей показал, что Величина радиуса закругления r у основания рифлей

в значительной степени предопределяет значения показателей качества нарезки — S_p, S_y, h_p, α .

Высота рифли с учетом величины радиуса закругления у основания рифли и наличия площадки на ее вершине определяется по формуле:

$$h_p = h_0 - r \left[\frac{\cos \left(\beta - \frac{\gamma}{2} \right)}{\sin \frac{\gamma}{2}} - 1 \right] - \frac{n}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}, \quad (1)$$

где:

$$h_0 = \frac{t \cos \alpha \cdot \cos \beta}{\sin (\alpha + \beta)} \quad (\text{высота рифли при } n=0, r=0), \quad (2)$$

n — ширина площадки в μ ,

t — шаг рифлей в μ ,

γ — угол заострения рифли.

Для профиля рифлей Главмуки ($\alpha = 20^\circ, \beta = 70^\circ, n = 100 \mu$) формула (1) примет вид:

$$h_p = h_0 - 0,28 r - 32, \quad (3)$$

Для получения нарезки с заданным углом α должно выполняться условие:

$$r \leq \frac{h_0}{\operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2} \cos \alpha} \quad (4)$$

В результате исследования износа резцов при нарезке рифлей, произведенного в производственных условиях мастерской Облмельтреста в г. Одессе, можно отметить следующее:

а) Для определения допустимой величины радиуса округления режущих кромок передней грани резца можно пользоваться формулой (4).

б) Важным критерием оценки допустимого износа резца является степень изменения ширины площадки на вершинах рифлей.

На основании изучения профилей рифлей, нарезаемых на мельничных предприятиях, и обобщения литературных данных были приняты для проведения настоящего исследования пределы варьирования углов острия рифлей (α) и спинки рифлей (β), дающие достаточно широкий диапазон изменения обоих углов:

$$\alpha = 20 \div 50^\circ, \beta = 60 \div 80^\circ.$$

Для получения рифлей заданного профиля нарезка лабора-

торных и производственных валков осуществлялась специально изготовленными резцами. Углы заточки резцов определялись при помощи оптического угломера. Величина радиуса закругления у основания рифлей r и ширина площадки на вершинах рифлей n нарезных валков изменялась в пределах: $r = 280 \div 460 \mu, n = 70 \div 150 \mu$. Плотность нарезки p лабораторных и производственных валков была принята для I, II и III драных систем соответственно 12, 14 и 16 рифлей на $1''$. Уклон рифлей был принят равным 6%.

Каждая из серий опытов на I, II и III драных системах проводилась, примерно, при постоянных нагрузочных условиях (исключая исследования, приведенные на стр. 11).

I др. — $q_d = 31,5 \div 33,3 \text{ кг/см} \cdot \text{час}$;

II др. — $q_d = 19,2 \div 20,4 \text{ кг/см} \cdot \text{час}$;

III др. — $q_d = 16 \text{ кг/см} \cdot \text{час}$, где q_d — подача продукта в кг на 1 см длины рабочей зоны валковой пары в час).

Межвалковый зазор b для каждой драной системы изменялся в широких пределах через каждые 0,05 мм (I др. — $b = 0,7 \div 1,5 \text{ мм}$; II др. — $b = 0,4 \div 0,8 \text{ мм}$; III др. — $b = 0,2 \div 0,6 \text{ мм}$).

Расположение рифлей было принято «острие по острию».

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛЯ РИФЛЕЙ И СТЕПЕНИ ИХ ИЗНОСА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ВАЛЬЦОВЫХ СТАНКОВ ОСНОВНЫХ ДРАНЫХ СИСТЕМ

1. Влияние профиля рифлей на показатели процесса измельчения зерна

а) При построении графиков изменения гранулометрического состава продуктов измельчения, рассматриваемых трех сортов пшениц, наблюдалась линейная зависимость выхода крупяк ($I_{71/210}$), дунстов ($I_{210/28}$) и муки ($I_{28/0}$) от общего извлечения (I_{71}).

$$I_{71/210} = k_1 I_{71}, \quad (5)$$

$$I_{210/28} = k_2 I_{71}, \quad (6)$$

$$I_{28/0} = k_3 I_{71}. \quad (7)$$

Характерной особенностью измельчения зерна валками, имеющими различный профиль рифлей, является постоянство величин коэффициентов пропорциональности k_1, k_2, k_3 , представленных в табл. 1.

Таблица 1.

Коэффициенты	Рядовая IV типа	Одесская - 3	Арнаутка немерчанская
k_1	0,61	0,61	0,79
k_2	0,28	0,31	0,21
k_3	0,11	0,08	—

Отсутствие влияния изменения профиля рифлей в рассматриваемых пределах на гранулометрический состав продуктов измельчения указывает, что эндосперм как мучнистый (рядовая пшеница IV типа), так и стекловидный (Арнаутка немерчанская) при принятой влажности зерна и методе холодного кондиционирования обладает свойствами хрупкого тела.

б) Исследования показали, что зольность крупно-дунстовых продуктов, получаемых при использовании валков с профилями рифлей: $\alpha=35^\circ$, $\beta=60^\circ$; $\alpha=35^\circ$, $\beta=80^\circ$; $\alpha=35^\circ$, $\beta=70^\circ$ близки друг другу. Тенденция к уменьшению зольности крупок наблюдалась при дроблении зерна валками с профилем рифлей $\alpha=50^\circ$, $\beta=70^\circ$. При увеличении угла α от 20° до 50° абсолютное уменьшение зольности для крупок 71/110, 110/150, 150/210 составляло 0,02—0,06 %.

Следует отметить, что указанное изменение зольности незначительно и не может сколько-нибудь существенно отразиться на общих результатах помола.

в) Рассмотрение результатов экспериментов убеждает, что увеличение удельного расхода энергии (W) при увеличении угла α является характерным для процесса дробления рассматриваемых трех сортов пшениц. Изменение удельного расхода энергии в зависимости от величины угла α может быть приближенно описано выражением

$$W = a + b\alpha, \quad (8)$$

где W — расход энергии в $вт\cdot ч$ на получение 1 кг промежуточных продуктов и муки.

Для рассматриваемых трех сортов пшениц (при $H_{71}=20\%$) $a=8,5 \div 10,6$; $b=0,054 \div 0,087$.

Увеличение удельного расхода энергии при изменении угла α от 20° до 50° составляло $14 \div 17\%$ (при $H_{71}=10 \div 20\%$).

Следует полагать, что уменьшение угла острия рифлей приводит к уменьшению расхода энергии, идущей на разрушение оболочек и дробление эндосперма, благодаря тому, что продукт в большей степени измельчается за счет деформации сдвига, чем сжатия.

г) Изменение угла спинки рифлей в пределах $70 \div 80^\circ$ не

оказывает существенного влияния на энергетические показатели. При уменьшении угла β от 70° до 60° удельный расход энергии увеличивается, примерно, от 4 до 6 % (при $H_{71}=10 \div 20\%$).

Отмеченное увеличение удельного расхода энергии, видимо, является следствием заклинивания отдельных зерновок между рифлями в процессе дробления зерна, обусловленного увеличением высоты рифлей при уменьшении угла β от 70° до 60° , примерно, на 40 %.

д) При выборе рационального значения углов α и β следует иметь в виду, что увеличение угла β от 70° до 80° ведет к значительному уменьшению высоты рифлей (до 50 %), а следовательно, к снижению срока их службы. С другой стороны, использование глубоких рифлей (при $\beta=60^\circ$) способствует некоторому увеличению удельного расхода энергии.

Следует также учесть, что для сохранения износоустойчивости рифлей, при $\beta=60^\circ$ необходимо принять угол острия рифли $\alpha \geq 30^\circ$.

Увеличение угла α от 20° до 30° приводит к увеличению удельного расхода энергии, примерно, на 6—7 % (при $H_{71}=20\%$).

Таким образом для I драной системы следует считать целесообразным использование профиля рифлей, рекомендованного Главмукой ($\alpha=20^\circ$; $\beta=70^\circ$).

2. Влияние профиля рифлей на показатели процесса измельчения на II и III драных системах

а) Из графиков зависимостей (5), (6), (7), построенных для продуктов измельчения, полученных на II и III драных системах следует, что изменение профиля рифлей ($\alpha=20 \div 50^\circ$; $\beta=60 \div 80^\circ$) не оказывает существенного влияния на гранулометрический состав продуктов измельчения, получаемых на II и III драных системах.

Это положение иллюстрируется таблицей 2, где приводятся значения коэффициентов k_1 , k_2 , k_3 , сохраняющих постоянную величину при измельчении промежуточных продуктов валками с различными профилями рифлей.

Таблица 2.

Коэффициенты	Рядовая II др.	Одесская-3 II др.	Арнаутка немерчанская II др.	Рядовая III др. $H_{90} \leq 50\%$
k_1	0,76	0,79	0,84	0,82
k_2	0,17	0,15	0,13	0,14
k_3	0,07	0,06	0,03	0,04

б) Из результатов опытов следует, что изменение угла острия рифлей от 20° до 50° не оказывает существенного влияния на энергетические показатели процесса измельчения.

в) Влияние изменения профиля рифлей на зольность круподунстых продуктов, полученных на II и III драных системах, не было обнаружено.

г) Данные, характеризующие влияние изменения угла спинки на величину удельного расхода энергии и межвалкового зазора, представлены в таблице 3 (для сравнения удельного расхода энергии при $\beta = 60^\circ$ и $\beta = 70^\circ$ принят коэффициент k_1'),

Таблица 3.

Наименование пшеницы	Система	$\frac{W_{II}}{W_{III}}$ др. система	$\alpha = 35^\circ; \beta = 60^\circ$		$\alpha = 35^\circ; \beta = 70^\circ$		$\alpha = 35^\circ; \beta = 80^\circ$		$k_1' = \frac{W_2 - W_1}{W_2} \cdot 100\%$
			b	$\frac{W_1}{8m \cdot \eta}$	b	$\frac{W_2}{8m \cdot \eta}$	b	$\frac{W_3}{8m \cdot \eta}$	
			мм	кг	мм	кг	мм	кг	
Рядовая IV типа . .	II	45	0,42	5,66	0,52	6,08	0,61	6,60	6,9
Одесская-3	II	45	0,40	5,78	0,53	6,35	0,62	6,90	9,0
Арнаутка немерчанская . . .	II	45	0,41	5,84	0,45	6,58	0,52	7,23	11,2
Рядовая IV типа . .	III	50	0,40	3,10	0,46	3,53	0,51	3,74	12,2

Из приведенной таблицы следует, что уменьшение величины угла β от 70° до 60° приводит к уменьшению удельного расхода энергии от 7 до 12%.

Во всех опытах на I, II и III драных системах уменьшение высоты рифлей сопровождалось увеличением общего извлечения при данном межвалковом зазоре. Это явление объясняется уменьшением внутреннего объема зоны размалывания при уменьшении высоты рифлей.

Уменьшение удельного расхода энергии при уменьшении угла β имеет место вследствие повышения эффективности процесса дробления и выскабливания эндосперма, при более глубоких рифлях. Следует полагать, что увеличение угла β , а следовательно и уменьшение внутреннего объема зоны размалывания (табл. 4) в процессе измельчения способствует увеличению деформации сжатия и уменьшению деформации сдвига.

Таблица 4.

$p = 14$	$r = 350 \text{ }\mu$	$n = 100 \text{ }\mu$	
Площадь сечения углубления между рифлями S_y в мм^2			
$\alpha = 20^\circ; \beta = 70^\circ$	$\alpha = 35^\circ; \beta = 70^\circ$	$\alpha = 35^\circ; \beta = 60^\circ$	$\alpha = 35^\circ; \beta = 80^\circ$
0,395	0,365	0,550	0,200

Результаты экспериментов показали, что уменьшение удельного расхода энергии при увеличении объема углубления между рифлями в рассматриваемых пределах является характерным для процесса измельчения промежуточных продуктов, поступающих на II и III драные системы.

Этим объясняется отсутствие или же весьма малое влияние на энергетические показатели измельчения изменения угла α (в данном случае объем углублений между рифлями изменяется в небольшой степени, табл. 4).

Изучение влияния изменения профиля рифлей в рассмотренных пределах на показатели работы вальцовых станков II и III драных систем показывает, что наиболее целесообразным является профиль, в котором угол спинки рифли равен 60°. Для сохранения износоустойчивости этого профиля принимаем угол острия рифли $\alpha = 30^\circ$.

Площадь сечения углубления S_y и площадь сечения рифли S_r профиля $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$ при плотности нарезок 14 ÷ 16 рифлей на 1" на 30% ÷ 40% больше, чем у профиля рифлей, рекомендованного Главмукой.

3. Влияние нагрузочных условий на показатели процесса измельчения зерна и промежуточных продуктов при изменении профиля рифлей

Исследование проводилось при переменных нагрузочных условиях на I драной системе (500 ÷ 1200 кг/см-сутки) и на II драной системе (230 ÷ 860 кг/см-сутки).

Изучение полученных результатов показывает, что характер влияния изменения угла α на I драной системе и угла β на II драной системе сохраняется при изменении нагрузочных условий в рассматриваемых пределах.

4. Влияние степени износа рифлей на технологические и энергетические показатели

Исследования влияния степени износа рифлей на показатели работы вальцовых станков проводились на I и II драных системах.

Высота рифлей изменялась в пределах $h_B = 538 \div 142$ м; $h_M = 549 \div 250$ м, где h_B и h_M — высота рифлей быстровращающегося и медленно вращающегося валков.

Для характеристики износа парноработающих валков принят коэффициент K_u , который определяется из выражения:

$$K_u = \frac{h_B - h'_B}{h_M - h'_M} \quad (9)$$

где h_B, h_M — высота рифлей до износа,
 h'_B, h'_M — высота рифлей после износа.

При проведении экспериментов с искусственным износом валков мы исходили из гипотезы, что отношение веса изнашиваемого металла на валках прямо пропорционально отношению их окружных скоростей, при этом $K_u = 1,58$.

(Исследования, проведенные в производственных условиях, дали результаты, близкие к принятому значению K_u).

Анализ результатов, проведенных экспериментов, разрешает сделать следующие выводы:

1. Износ рифлей нарезных валков сопровождается значительным увеличением удельного расхода энергии W и удельного распорного межвалкового усилия T , как при дроблении зерна, так и при измельчении промежуточных продуктов. Это положение наглядно иллюстрируется данными таблицы 5.

Таблица 5.

Наименование продукта	Система	$H_{25\%}$ в %	До износа		Износ 25% h_B		Износ 50% h_B		Износ 75% h_B	
			W вт·ч/кг	T кг/см	W вт·ч/кг	T кг/см	W вт·ч/кг	T кг/см	W вт·ч/кг	T кг/см
Рядовая IV типа .	I	20	10,5 100%	5,6 100%	12,7 121%	7,0 125%	15,2 145%	8,6 153%	18,7 178%	10,4 186%
Арнаутка немерчанская	I	20	11,5 100%	6,8 100%	14,3 124%	8,4 123%	17,5 152%	9,5 140%	19,5 170%	11,0 162%
Рядовая IV типа .	II	45	5,4 100%	5,9 100%	7,2 133%	7,3 124%	9,4 174%	9,5 160%	12,4 230%	11,9 202%

Пользуясь рекомендуемыми Промзернопроектом нормами потребной мощности для вальцовых станков драных систем при сортовом помоле и полученными в ходе опытов зависимостями $W = f(h_B, S_y)$ заключаем:

а) При дроблении пшениц II группы стекловидности пре-

дельный износ для профиля рифлей, рекомендованного Главмукой, составляет, примерно, 25% h_B .

б) При дроблении пшениц Арнаутки немерчанской предельный износ для профиля рифлей, рекомендованного Главмукой, определяется 10% h_B .

2. При дроблении зерна и промежуточных продуктов, поступающих на драные системы, изношенными рифлями, уменьшается выход крупок и увеличивается выход дунстов и муки. Изменение гранулометрического состава, характеризующее коэффициентами k_1, k_2 и k_3 , представлено в таблице 6.

Таблица 6.

Коэффициенты	Рядовая IV типа I др.				Рядовая IV типа II др.			
	До износа	Степень износа в % h_B			До износа	Степень износа в % h_B		
		25%	50%	75%		25%	50%	75%
k_1	0,648	0,595	0,587	0,559	0,692	0,681	0,649	0,624
k_2	0,263	0,284	0,289	0,303	0,205	0,210	0,234	0,254
k_3	0,089	0,122	0,125	0,138	0,103	0,109	0,117	0,123

Как явствует из приведенных в этой таблице данных, при износе рифлей до 25% h_B в процессе дробления пшеницы IV типа имеет место уменьшение выхода крупок до 5%. При дальнейшем износе рифлей процесс изменения гранулометрического состава протекает менее интенсивно.

При дроблении промежуточного продукта по мере увеличения износа рифлей имеет место постепенное уменьшение выхода крупок.

Уменьшение влияния степени износа рифлей на гранулометрический состав продуктов измельчения на I драной системе, видимо, объясняется окончанием процесса разрушения эндосперма до разрушения оболочек на предыдущей стадии притупления рифлей.

ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Проверка результатов лабораторных исследований производилась на мельничном комбинате № 2 Одесского треста «Главмука» с 6 августа 1953 г. по 3 февраля 1954 г.

В задачу этих работ входило:

а) Выяснить, в какой степени профиль рифлей $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$ при измельчении промежуточных продуктов износоустойчивее профиля рифлей, рекомендованного Главмукой.

б) Подтвердить полученные в лабораторных условиях данные об отсутствии влияния принятого нами изменения профиля рифлей на гранулометрический состав и зольность, получаемых крупно-дунстовых продуктов.

в) Исследовать износ рифлей при измельчении зерна и промежуточных продуктов.

г) Установить, пользуясь данными лабораторных исследований, примерное изменение удельного расхода энергии в процессе износа рифлей профиля $\alpha=30^\circ$, $\beta=60^\circ$ и $\alpha=20^\circ$, $\beta=70^\circ$.

В ходе проверки результатов лабораторных исследований в производственных условиях установлено:

1. Принятый профиль $\alpha=30^\circ$, $\beta=60^\circ$ увеличивает срок службы рифлей. После четырехмесячной эксплуатационной проверки на вальцовом станке II драной системы площадь сечения рифлей этого профиля оказалась на 60% больше, а площадь сечения углублений на 75% больше, чем у профиля рифлей, рекомендованных Главмукой*.

2. При использовании принятого нами профиля рифлей на II драной системе, удельный расход энергии в период четырехмесячной эксплуатации снижается приблизительно от 7 до 25%.

3. Влияние изменения профиля рифлей ($\alpha=20^\circ \div 30^\circ$, $\beta=60^\circ \div 70^\circ$) на гранулометрический состав и зольность крупно-дунстовых продуктов, получаемых на II драной системе, не было обнаружено.

4. Износ быстровращающихся валков I и II драных систем составляет приблизительно 0,02 г на тонну измельченного продукта или зерна, износ медленно вращающихся — 0,01 г.

Равномерность весового износа рифлей во времени указывает на то, что касание валков на протяжении всего периода исследования не имело места.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Обобщение результатов проведенных экспериментальных исследований, в области влияния профиля рифлей на показатели драного процесса сортового помола пшеницы, разрешают сделать следующие выводы:

1. Изменение профиля рифлей в рассмотренных пределах ($\alpha=20^\circ \div 50^\circ$; $\beta=60^\circ \div 80^\circ$), при принятой плотности нарезки, в процессе дробления зерна не оказывает существенного

влияния на гранулометрический состав получаемых продуктов измельчения.

2. При увеличении угла острия рифлей α от 20° до 50° затраты энергии на процесс дробления зерна увеличиваются, примерно, на $14 \div 16\%$ (при $I_{71}=10 \div 20\%$).

3. Изменение профиля рифлей в рассмотренных пределах ($\alpha=20^\circ \div 50^\circ$; $\beta=60^\circ \div 80^\circ$) при принятой плотности нарезки не оказывает существенного влияния на гранулометрический состав продуктов измельчения, получаемых на II и III драных системах.

4. Изменение профиля рифлей в рассмотренных пределах не оказывает существенного влияния на зольность крупно-дунстовых продуктов, получаемых на I, II и III драных системах.

5. Изменение угла острия рифлей ($\alpha=20^\circ \div 50^\circ$) при измельчении промежуточных продуктов, поступающих на II и III драные системы, не оказывает существенного влияния на энергетические показатели процесса измельчения.

6. При увеличении угла спинки рифлей от 60° до 80° затраты энергии на процесс измельчения промежуточных продуктов, поступающих на II и III драные системы увеличиваются в пределах $16 \div 24\%$ на II драной системе (при $I_{71}=45\%$) и до 17% на III драной системе (при $I_{90}=50\%$).

7. Характер влияния изменения профиля рифлей на энергетические показатели процесса измельчения зерна и промежуточных продуктов различен.

В связи с этим применение одного и того же профиля рифлей для всех драных систем следует признать нецелесообразным.

8. Учитывая отсутствие сколько-нибудь существенного влияния изменения профиля рифлей (в рассмотренных пределах) на технологические показатели, профиль рифлей нарезных валков драных систем следует выбирать, исходя из соображений его влияния на энергетические показатели измельчения и износоустойчивости.

9. Выбранный на основании данных экспериментов профиль рифлей $\alpha=30^\circ$, $\beta=60^\circ$ способствует увеличению срока службы рифлей и уменьшению затрат энергии на процесс измельчения. Результаты проведенных исследований в производственных и лабораторных условиях на II драной системе дают основание считать, что при использовании профиля рифлей $\alpha=30^\circ$, $\beta=60^\circ$ затраты энергии на процесс измельчения могут быть снижены, примерно, на $7 \div 25\%$.

Можно полагать, что уменьшение удельного расхода энергии при использовании указанного профиля рифлей харак-

* С 1 марта 1954 г. на мельничном комбинате № 2 при нарезке валков II, III, IV драных систем был принят профиль рифлей $\alpha=30^\circ$, $\beta=60^\circ$.

терно для процесса измельчения промежуточных продуктов на драных системах.

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

1. Для снижения затрат энергии на процесс измельчения промежуточных продуктов, поступающих на основные драные системы, и увеличения срока службы рифлей нарезных валков следует считать целесообразным нарезать рифли на всех основных драных системах, кроме первой, профиля $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$.

На первой драной системе целесообразно сохранить профиль рифлей Главмуки ($\alpha = 20^\circ$, $\beta = 70^\circ$).

2. В целях осуществления оперативного контроля удельного расхода энергии, а также качества продуктов измельчения, получаемых на отдельных вальцовых станках, надлежит установить контроль за нарезкой и износом рифлей. Контроль профилей рифлей может быть осуществлен с помощью профилографа Берковича, записывающего профиль в натуральную величину.

3. Для вальцовых станков драных систем в зависимости от типа помола и принятых норм расхода энергии должны быть установлены допустимые пределы износа рифлей.

Установление контроля качества нарезки и степени ее износа и использование глубоких рифлей явится существенным фактором в деле снижения расхода энергии и улучшения качества продукции на мельничных предприятиях.

143376

Одесский Технологический

Институт

им И. В. Сталина

БИБЛИОТЕКА