

## ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ ВЫХОД КРУПОДУНСТОВЫХ ПРОДУКТОВ И МУКИ В ДРАНОМ ПРОЦЕССЕ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЕ ЭТАПА КРУПООБРАЗОВАНИЯ

**Моргун В.А.**, д-р техн. наук, проф., Жигунов Д.А., канд. техн. наук, доцент,  
Давыдов Р.С., ассистент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

*В статье рассмотрены различные варианты структуры процесса крупобразования: при интенсифицированном режиме первой драной системы, с предварительным шелушением, с двойным измельчением, с использованием преддраной системы. Проведен анализ влияния структуры этапа крупобразования, даны рекомендации относительно выхода промежуточных продуктов.*

*In the article different variants of grinding process structure on break systems are resulted: with intensification of break release on 1<sup>st</sup> break system, with debranning of grain prior to milling, with eight-roller grinding on the front passages of break system, with pre-break of grain prior to milling. Impact of break grinding process structure is investigated, recommendations for the yield of middlings products are given.*

Ключевые слова: крупобразование, режим системы, выход продуктов, крупная крупка, средняя крупка, интенсификация, шелушение, двойное измельчение, преддраная система.

Исследования ученых и специалистов, работа передовых мукомольных предприятий заложили основу построения современной многостадийной технологии переработки зерна в сортовую муку, которая характеризуется поэтапным построением, сложными взаимосвязями этапов и систем.

Для повышения эффективности производства и улучшения количественно-качественных показателей готовой продукции особое значение придается исследованию как отдельных этапов, так и в целом процесса помола. Одним из основных этапов сортового помола пшеницы является процесс крупобразования, от ведения которого зависит количество и качество промежуточных продуктов, обуславливающих выход и качество готовой продукции и энергозатраты на помол.

Большинство современных крупных мукомольных заводов Украины, построенных или реконструируемых в последние 20-30 лет, оснащены комплексным воспроизводимым оборудованием и имеют производительность 500 т/сут (две секции по 250 т/сут). По сравнению с традиционными помолами на отечественном оборудовании такая технология имеет существенные отличия.

На этапе подготовки зерна применяется влаготепловая обработка только методом холодного кондиционирования. Использование высокоэффективного технологического оборудования позволяет повысить степень очистки зерна и уменьшить количество отходов до 2,9 % (2,2 % кормовые и 0,7 % некормовые). В размольном отделении рифленые вальцы применяют только в дражном процессе, в размольном измельчении осуществляют на микрошероховатых вальцах с дополнительной обработкой продуктов первого качества на энтолейторах РЗ-БЭР и деташерах А1-БДГ. Такой подход и применение в отсевах сит для сортирования муки, начиная с сита № 55 (132 мкм), позволяет выпускать высококачественную готовую продукцию.

Этап первичного измельчения зерна (крупобразование) также отличается по структуре, технической характеристике и режимам систем измельчения от традиционных помолов. Он состоит из трех дражных и двух сортировочных систем. На дражных системах из продуктов измельчения самостоятельно выделяют крупную, среднюю крупки (на третьей дражной – только среднюю) и муку, а мелкие промежуточные продукты направляют на сортировочные системы. Третья дражная система разделена на крупную и мелкую для улучшения эффективности измельчения. Такое построение данного этапа позволяет отобрать до 80-82 % продуктов измельчения первого качества, что гарантирует выход муки высоких сортов до 75 %.

Анализ технической характеристики систем измельчения (табл.1), также показывает различия между помолами на комплектном и традиционном оборудовании. В Правилах 1958 г. на всех системах крупобразования было регламентировано взаиморасположение рифлей «острие по острию». Лишь на первой дражной системе при помоле пшеницы стекловидностью свыше 60 % допускалось устанавливать «спинка по спинке», а при помоле пшеницы средней стекловидности – «острие по спинке». В 1967 году на I дражной системе взаиморасположение рифлей «спинка по спинке» регламентировано при помоле зерна средней и высокой стекловидности, на всех остальных системах (а при помоле низкостекловидного зерна – и на I дражной системе), регламентировано взаиморасположение рифлей «острие по острию».

С 1977 года на всех системах крупнообразования регламентировано взаиморасположение «спинка по спинке», что позволило повысить общее извлечение на первой драной системе до 25 % с сохранением качества промежуточных продуктов. Закупка швейцарской технологии сортовых помолов и распространение вальцовых станков А1-Б3Н привело к увеличению общего извлечения на первой драной системе до (25-35) % в соответствии с рекомендациями специалистов фирмы «Бюллер».

**Таблица 1 – Режимы систем и общий выход продуктов крупнообразования, регламентированные в Правилах организации и ведения технологического процесса, %**

Год издания Правил	Количество систем		Системы				Общий выход продуктов		
	первого качества	второго качества	первого качества			второго качества	первого качества	второго качества	всего
			I др.с.	II др.с.	III др.с.				
1958	3	1	8-15	45-55	40-50	30-40	67-72	9-10,5	77,5-81,0
1967	3	1	8-18	45-55	40-50	30-40	67-72	9-10,5	77,5-81,0
1977	3	1	10-25	45-55	40-50	—	77	н/д	н/д
1991	3	—	25-35	50-60	35-45	—	78-80	—	78-80
1998	3	—	25-35	50-60	35-45	—	78-80	—	78-80

Таким образом, развитие технологии мукомольных заводов в последние 50 лет идет в направлении интенсификации и оптимизации драного процесса с целью его сокращения при сохранении качества получаемых продуктов измельчения. Главным образом, это проявляется в увеличении общего извлечения на первой драной системе до максимального, технически возможного значения, ограниченного лишь уровнем изготовления технологического оборудования, применяемыми материалами и физическими возможностями зерна.

Проведенными нами исследованиями [1] установлено, что дальнейшее понижение режима работы первой драной системы до (35-40) % является целесообразным, т.к. позволяет увеличить выход крупной крупки на (2-3) %, уменьшить зольность продуктов крупнообразования на (0,05-0,06) %, сократить энергозатраты на предварительное измельчение на (0,25-0,30) кВт·ч/т и уменьшить оборачиваемость продуктов на драных системах в (1,05-1,1) раза. Апробация результатов на действующем предприятии подтвердила техническую возможность и технологическую эффективность интенсификации режимов первой драной системы, что не требует существенных изменений в технологической схеме размольного отделения.

Изменение режима первой драной системы приводит к изменению выхода промежуточных продуктов (табл.2): к увеличению выхода на I драной системе крупной крупки на (3-4) %, средней – на (2-3) %, и к сокращению выхода крупной и средней крупки на II драной системе – по (1-2) % каждой. Это, в свою очередь, приводит к перераспределению нагрузки на ситовые машины (B1, B2, B3, B4), обогащающие крупную и среднюю крупки первой и второй драных систем, что необходимо учитывать, и в случае перегрузки технологического оборудования необходимо изменить сита в рабочих отсевах I и II драных систем. Так, на I драной системе для крупной крупки возможно установить сита 1,0/067, для средней – 067/045.

**Таблица 2 – Ориентировочный выход круподуновых продуктов и муки в драном процессе с использованием интенсифицированных режимов, %**

Система	Крупки				Дунсты	Всего крупок и дунстов	Мука	Общее извлечение
	крупная	средняя	мелкая	всего				
I др.с	11-13	11-13	4-6	25-30	4-5	29-30	6-8	35-40
II др.с	8-10	10-12	4-5	20-24	4-5	25-29	4-5	28-33
III др.с	—	2-4	3-4	5-7	3-5	8-10	3-4	10-12
Всего	20-22	23-25	11-13	55-59	12-13	67-70	12-14	80-82

Применение интенсификации режимов работы систем крупнообразования хотя и позволяет повысить эффективность этого этапа, однако существенно изменить количественно-качественный состав промежуточных продуктов, а также энергозатраты на помол, используя «классическую» структуру, не представляется возможным. Поэтому следующей задачей наших исследований было изучить различные структуры этапа крупнообразования.

Следует отметить, что во второй половине XX века, как в нашей стране, так и за рубежом делались попытки усовершенствования этапа крупнообразования, как за счет интенсификации процесса сортирова-

ния продуктов измельчения путем применения пневмокласификаторов, бичевых машин, вибросепараторов, так и интенсификации процесса измельчения зерна с помощью предварительного шелушения зерна в подготовительном отделении, предварительного и двойного измельчения на этапе крупобразования.

Однако, неблагоприятная экономическая ситуация в Украине в 90-х годах не способствовала внедрению этих методов на отечественных мукомольных предприятиях, так как не были сформулированы методические рекомендации по структуре и ведению технологического процесса сортового помола, не обоснованы режимы систем измельчения, не изучено качество готовой продукции при использовании новых методов подготовки и переработки зерна.

Одним из таких новых способов построения процесса размола зерна является применение так называемого «двойного измельчения», т.е. последовательного измельчения зернопродуктов на вальцах без промежуточного просеивания [2,3]. Такое измельчение реализуется на восьмивальцовых станках, которые впервые были разработаны и запатентованы швейцарскими и немецкими учеными в 90-х годах. Чаще всего такие станки используют на первых двух драных и первых размольных системах, хотя существуют проекты мукомольных заводов с использованием восьмивальцовых станков практически на всех системах. Двойное измельчение без промежуточного просеивания имеет ряд преимуществ, к которым можно отнести, в первую очередь, экономии производственной площади, что позволяет увеличивать производительность существующих предприятий и снижать строительные расходы при проектировании новых.

Основным недостатком данного способа является увеличение выхода мелких фракций промежуточных продуктов за счет переизмельчения крупной и средней крупки и рост средневзвешенной зольности промежуточных продуктов с трех драных систем на (0,04-0,05) % [4]. При этом режим работы I драной системы на выход промежуточных продуктов влияния практически не оказывает, поэтому для улучшения качества промежуточных продуктов необходимо уменьшать уровень общего извлечения с двух драных систем с (65-70) % (Правила [5]) до (55-60) % (табл.3).

**Таблица 3 – Ориентировочный выход круподуновых продуктов и муки в драном процессе с использованием двойного измельчения, %**

Система	Крупки				Дунсты	Всего крупок и дунстов	Мука	Общее извлечение
	крупная	средняя	мелкая	всего				
I+II др.с	15-17	17-19	8-10	41-45	6-8	48-53	7-9	55-60
III др.с	—	6-8	5-7	12-14	4-6	18-22	5-7	22-25
Усього	15-17	23-25	14-16	52-56	11-13	65-70	13-15	80-82

Другим способом построения процесса крупобразования, да и всего помола в целом, является применение на этапе подготовки зерна «легкого» шелушения – до (2-3) % и шелушения при жестких режимах (свыше 3%). Данным процессом начали интересоваться еще в 40-е года, как в нашей стране, так и за рубежом. В отечественной практике этот прием нашел распространение при помолах зерна ржи, т.к. зерно ржи более вязкое и плохо поддается измельчению, а шелушение позволяет нарушить его прочность и увеличить интенсивность измельчения. Легкое шелушение осуществляют как на обочных машинах с абразивной обечайкой, так и в специальных шелушильных машинах: А1-ЗШН, «Каскад», VCW5A и др. Современные шелушильные машины можно использовать и для «жесткого» шелушения, что, однако, связано с коренной перестройкой схемы технологического процесса как подготовки, так и размола зерна. [6].

К положительным сторонам шелушения можно отнести снижение зольности зерна, более эффективную очистку поверхности от пыли и грязи, снижение микробиологической обсемененности, а также содержания тяжелых металлов, что особенно актуально для сегодняшней экологической ситуации. К недостаткам шелушения необходимо отнести малую производительность оборудования, а также существенный прирост энергозатрат на подготовку зерна к помолу.

На основании наших исследований установлено [4], что при измельчении шелушенного зерна (табл.4) существенно увеличивается выход крупной крупки – на (5-6) %, выход средней крупки – на (1-2) %, за счет сокращения выхода мелкой крупки – на (3-4) % и дунстов – на (3-4) %. Выход муки идентичный помолу зерна с классической структурой этапа крупобразования (табл.4).

**Таблица 4 – Ориентировочный выход круподунстовых продуктов и муки в драном процессе с использованием предварительного шелушения зерна, %**

Система	Крупки				Дунсты	Всего крупок и дунстов	Мука	Общее извлечение
	крупная	средняя	мелкая	всего				
I др.с	14-16	11-13	4-6	28-32	3-4	31-35	4-6	35-40
II др.с	12-14	11-13	3-4	23-27	3-4	30-33	3-4	30-35
III др.с	—	2-4	3-4	5-7	3-5	8-10	3-4	10-12
Усього	26-28	23-25	11-13	55-59	12-13	67-70	12-14	80-82

В отечественной практике также известен способ построения сортового помола с использованием предварительного разрушения (измельчения) зерна на плющильной (преддраной) системе [7]. Он также как и предварительное шелушение нашел свое применение в первую очередь при помолах ржи, хотя и использовался на некоторых мукомольных заводах при сокращенных помолах. Его применение обосновано тем, что, как показано у Ястребова П.П. [7], так и подтверждено в результате наших исследований [8], наибольшие энергозатраты при измельчении пшеницы на I драной системе идут на преодоление пластических деформаций. При небольших значениях общего извлечения (10-15) % удельные энергозатраты составляют около (2-2,5) кВт·ч/т, в то время как при увеличении общего извлечения в (3-4) раза до (40-45) % энергозатраты возрастают только в (2-2,5) раза.

Применение предварительного измельчения позволяет снизить удельную нагрузку на вальцы первой драной системы, что повышает их срок службы и эксплуатации; стабилизировать нагрузку на последующие системы, снизить зольность промежуточных продуктов на (0,03-0,04) %, что позволяет улучшить качество получаемой готовой продукции, особенно это актуально для схем технологического процесса с сокращенным помолом.

В качестве преддраной системы на производстве могут использоваться либо специальные плющильные машины, либо восьмивальцовые станки, у которых верхняя пара работает в режиме (1-3) % общего извлечения при соотношении скоростей вальцов 1-1,25 [9].

Ориентировочный выход круподунстовых продуктов и муки в драном процессе с использованием преддраной системы не приводится, так как существенных изменений по сравнению с классической структурой не происходит.

Предложенные вышеприведенные рекомендации можно использовать при проектировании количественных балансов помолов, что даст возможность рассчитать удельные нагрузки и количество оборудования при реконструкции существующих предприятий, а также при строительстве новых с использованием различных вариантов построения этапа крупобразования.

#### Литература

1. Моргун, В.О. Залежність якості муки від режимів роботи систем крупотворення [Текст] / В.О. Моргун, Є.І. Шутенко, Р.С. Давидов // *Зернові продукти і комбікорми*. – 2009. – №1. – С.25-26.
2. Маралов, А. Эффективность новой технологии [Текст] / А. Маралов // *Хранение и переработка зерна*. – 2001. – №10. – С.26-28.
3. Панкратов Г. Измельчение зерна в восьмивальцовых станках [Текст] / Г. Панкратов // *Хранение и переработка зерна*. – 2000. – №10 – С.16-17.
4. Моргун, В.А. Сравнительный анализ некоторых структур процесса крупобразования [Текст] / В.А. Моргун, Д.А. Жигунов, Р.С. Давыдов // *Хранение и переработка зерна*. – 2010. – №12. – С.29-33.
5. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах [Текст] : затверджено і введено наказом №83 від 20 березня 1998 р. / Київський інститут хлібопродуктів та Державна акціонерна компанія "Хліб України"; розробники: Г.Д. Крошко, В.І. Левченко, Л.П. Нікітчук, В.А. Стрій (науковий керівник), Л.Д. Щабельська. – К.: Віпол, 1998. – 145с.
6. Верещинский, А.П. Шелушение пшеницы в технологии сортовых помолов [Текст] / А.П. Верещинский // *Хранение и переработка зерна*. – 2008. – №9. – С.52-55.
7. Ястребов, П.П. Использование и нормирование электроэнергии в процессах переработки и хранения хлебных культур [Текст]. / П.П. Ястребов. – М.: Колос, 1973. – 311с.
8. Жигунов, Д.А. Энергетическая характеристика процесса первичного измельчения зерна [Текст] / Д.А. Жигунов, Р.С. Давыдов // *Food science, engineering and technologies*. – 2008. – 24-25 October, Plovdiv. – P.107-111.
9. Dexter, J.E. The effects of prebreak conditions on the milling performance of some Canadian wheats / J.E. Dexter, D.G.Martin // *Journal of Cereal Science*. – 1986. – v.4. – №4. – P.157-169.