

**УНИВЕРСИТЕТ ПО ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ -
ПЛОВДИВ**

**UNIVERSITY OF FOOD TECHNOLOGIES -
PLOVDIV**



**SCIENTIFIC WORKS
Volume LV, Issue 1
Plovdiv, October 24-25, 2008**

НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

**“ХРАНИТЕЛНА НАУКА, ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИИ 2008”**

**‘FOOD SCIENCE, ENGINEERING AND
TECHNOLOGIES 2008’**

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

Том LV, Свѝтъкъ 1

Пловдив, 24 - 25 октомври 2008



Энергетическая характеристика процесса первичного измельчения зерна

Д. Жигунов, Р. Давыдов

В статье проведен анализ процесса измельчения зерна на драных системах. Установлено, что наибольшие энергозатраты при крупнообразовании приходятся на I и II драные системы. Для снижения энергозатрат на процесс крупнообразования рекомендуется устанавливать режим на II драной системе в пределах 55-60 %.

D. Zhygunov, R. Davydov

The process of grain grinding on the break systems was investigated. It is set that most expense of energy are on the 1st and 2nd break systems. It is recommended to maintain the percentage of feed to break on the 2nd break system within the limits of 55-60 % for the reduce expense of energy at the break systems.

1. Введение

Основным процессом в технологии переработки зерна является процесс измельчения. Особую сложность этого процесса обуславливает неоднородная структура зерна, состоящего из анатомических частей с различными физико-химическими свойствами. От эффективности организации и ведения процесса измельчения существенно зависит количественно-качественная характеристика промежуточных продуктов измельчения, расход электроэнергии на помол, выход и качество готовой продукции.

Принцип получения сортовой муки при размоле зерна состоит в избирательности измельчения, что достигается за счет разделения процесса измельчения на несколько этапов. Первоначально стремятся получить максимальное количество промежуточных продуктов размолы в виде крупок и дунстов, которые после обогащения (удаления из них оболочечных частиц) направляют на этап тонкого измельчения для получения из них муки. Таким образом, эффективность всего технологического процесса размолы зерна зависит от эффективности построения и ведения первичного этапа измельчения (драного процесса).

Основная задача драного процесса – образовать максимальное количество крупок и дунстов и минимальное количество муки с наименьшим содержанием в ней частиц оболочек при минимальных затратах энергии. Чем больше извлекают таких крупок, тем больше выход муки высоких сортов лучшего качества.

Многочисленными исследованиями таких авторов, как В.Я. Гиршсон, С.Д. Хусид, П.Т. Эйдус, И.Т. Мерко, Е.И. Шутенко, А.Я. Каминский, П. Пельсенке, Г. Боллинг и др. установлено, что снижение энергоемкости процесса измельчения можно достичь за счет:

- сокращения протяженности технологического процесса размолы;
- совершенствования конструкции измельчающего оборудования и повышения

износостойкости рабочих органов измельчителей;

- снижения разрушающего напряжения измельчаемого продукта за счет оптимизации режимов влаготепловой обработки при подготовке зерна к переработке;

- оптимизации режимов измельчения на драных системах.

В связи с вышеизложенным, в последнее время в Украине наметилась тенденция сокращения количества систем в драном процессе с 6-7 до 3-4, а в размольном – с 11-12 до 8-9 систем для мукомольных заводов с развитой структурой технологического процесса, и до 4-5 размольных систем – для мельниц с сокращенным технологическим процессом. При этом при размоле зерна помимо основного технологического оборудования (вальцовых станков) широко используются различные виды технологического оборудования для дополнительного измельчения: штифтовые измельчители (энтолейторы), деташеры и др., что позволяет снизить удельные энергозатраты при размоле зерна и улучшить качество готовой продукции. При подготовке зерна к переработке широко используется влаготепловая обработка, режимы которой достаточно хорошо изучены и рекомендуются для зерна различного качества соответствующей нормативной документацией [2]. Таким образом, наибольший практический интерес для нас представлял вопрос изучения влияния построения структуры и обоснования рациональных режимов процесса крупобразования, обеспечивающих минимальные энергозатраты.

2. Эксперимент

Сложность технологического процесса переработки зерна пшеницы в сортовую муку обусловлена взаимным влиянием большого числа факторов, изменяющихся во времени, что обуславливает стохастический параметр процесса измельчения и затрудняет его математическое описание, несмотря на большое количество работ, посвященных процессу измельчения. Поэтому, как считают некоторые авторы [1], для совершенствования процесса измельчения приоритетным направлением является не теоретическое, а практическое обоснование процесса измельчения на основании активно поставленных экспериментов путем варьирования параметров технологического процесса и режимов его работы.

Для этого в лаборатории кафедры технологии переработки зерна Одесской национальной академии пищевых технологий были проведены экспериментальные помолы на мельничной установке «Нагетта» при следующей технической характеристике систем измельчения: длина вальцов $L=150$ мм, диаметр вальцов $D=220$ мм; количество рифлей $R=6$ шт.; уклон рифлей $U=6\%$; профиль рифлей 30/65; взаиморасположение рифлей – спинка по спинке; окружная скорость быстровращающегося вальца $V_6=6$ м/с; отношение скоростей быстровращающегося и медленновращающегося вальцов $k=2,5$. Для исследований приняли рядовую озимую красную твердозерную пшеницу стекловидностью 50%, натурной массой зерна 780 г/л, влажностью $W=12,8\%$. Зерно перед помолом увлажняли до 15,5 % и отволаживали в течение 10 ч. Непосредственно перед помолом проводили увлажнение на 0,3-0,5 % с кратковременным отволаживанием в течение 0,25-0,3 ч для придания оболочкам зерна дополнительной пластичности.

Процесс крупобразования проводили на 3-х драных системах (рис.1). После измельчения продукты просеивали на лабораторном рассеве и методом ситового анализа определяли содержание различных фракций продуктов. Сход сита с отверстиями 1,0 мм представлял собой сходовый продукт, который после I и II

драных систем направляли на дальнейшее измельчение, а после III драной системы – объединяли с фракцией 1,0/0,600 и формировали отруби. Промежуточные продукты (крупную, среднюю и мелкую крупки, а также дунсты) получали с помощью сит с размерами отверстий 1,0/0,600; 0,600/0,438; 0,438/0,329; 0,329/0,160, соответственно. Проходом сит с размером отверстий 0,160 мм получали муку.

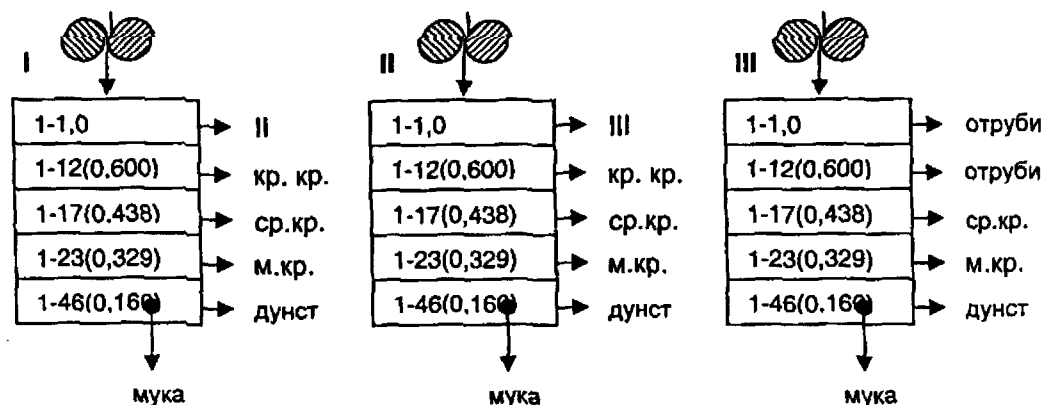


Рис.1 Структура процесса крупобразования зерна

Режимы работы систем оценивали общим извлечением – выходом промежуточных продуктов по отношению к количеству поступающего продукта на систему и по отношению к массе зерна, направленного на измельчение на I драную систему (I_1, I_{II}, I_{III} и $I_{10}, I_{100}, I_{1000}$). Режимы систем регулировали путем изменения межвальцового зазора, который составлял: для I – 0,45-1,25 мм, для II – 0,06-0,40 мм. Режимы систем составляли: I_1 – 10-45%; I_{II} – 25-75%. На третьей системе устанавливали постоянный зазор 0,1 мм, при этом режим III драной системы (I_{III}) изменялся от 15 до 45 % в зависимости от качества поступающего продукта, т.е. от режимов работы предыдущих систем. В процессе исследования определяли затраты электроэнергии при измельчении 1 кг зерна, на основании которых рассчитывали удельные энергозатраты в кВт*ч на одну тонну продуктов измельчения.

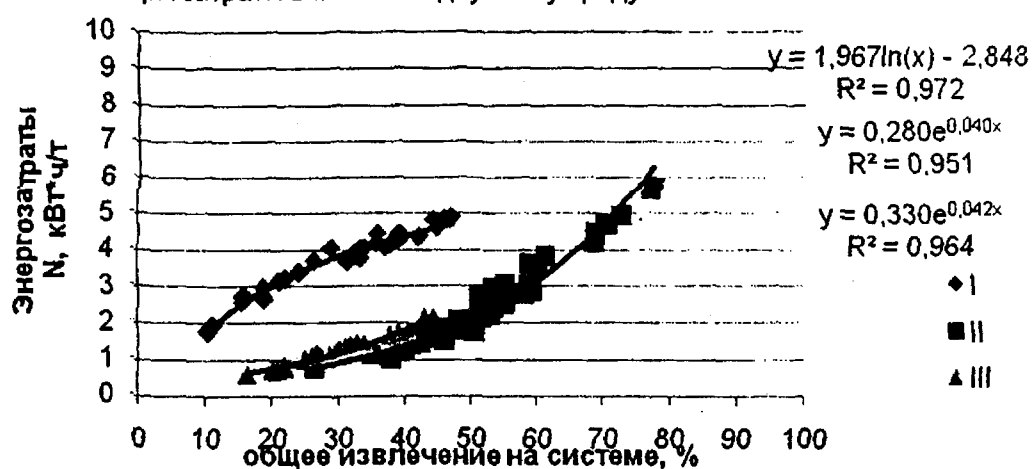


Рис.2 Изменение удельных энергозатрат для I, II, III драных систем

Анализ изменения удельных энергозатрат для I, II, III драных систем N_I , N_{II} , N_{III} (рис. 2) показывает, что с увеличением общего извлечения на каждой драной системе расход электроэнергии возрастает. Однако характер увеличения энергозатрат при уменьшении зазора (увеличении извлечения) на драных системах неодинаков. Наибольший расход энергии на I драной системе и составляет 1,8-4,9 кВт*ч на 1 т перерабатываемого зерна. Как видно из графика, первоначально, при увеличении извлечения на I драной системе до 15-20 % энергозатраты резко возрастают до 2,4-2,9 кВт*ч/т, в дальнейшем рост энергозатрат при увеличении общего извлечения несколько замедляется: энергозатраты при общем извлечении 40-45 % составляют лишь 3,8-4,1 кВт*ч/т. Таким образом, при увеличении общего извлечения с 10 до 50 % за каждые 10 % общего извлечения энергозатраты возрастают, соответственно, на 1,36; 0,80; 0,57; 0,44 кВт*ч/т.

Напротив, на II и III драных системах, первоначально рост энергозатрат не столь интенсивный. При увеличении общего извлечения на II драной системе с 25-30% до 50-55 % энергозатраты увеличиваются с 0,8-0,9 до 2,1-2,5 кВт*ч/т. При дальнейшем увеличении общего извлечения до 75-80 % энергозатраты резко возрастают до 5,6-6,9 кВт*ч/т. Рост энергозатрат для этой системы за каждые 10 % увеличения общего извлечения с 20 до 80 % составляет: 0,31; 0,46; 0,68; 1,02; 1,52; 2,26 кВт*ч/т.

На III драной системе при увеличении общего извлечения с 15 % до 30 % энергозатраты увеличиваются с 0,6 до 1,2 кВт*ч/т; при увеличении общего извлечения до 45 % энергозатраты составляют 2,2 кВт*ч/т. Рост энергозатрат на данной системе за каждые 10 % увеличения общего извлечения с 15 % составляет 0,32; 0,49; 0,75 кВт*ч/т.

Роль каждой системы в получении промежуточных продуктов неодинакова. При усредненном общем выходе промежуточных продуктов и муки 78 % около половины всех круподуновых продуктов и муки приходится на II драную систему: 30,0 % крупок и дунстов и 7,9 % муки. На I драной системе образуется 23,3 % крупок и дунстов, а также 6,3 % муки. Количество крупок и дунстов на III драной системе наименьшее 6,4 %. Среднее количество муки на данной системе составило 4,1 %. Основная часть крупной крупки получена на I драной системе – 11,1 %, на II драной системе крупной крупки получено несколько меньше – 9,3 %. Выход средней крупки составляет 5,0; 8,9; 1,6 %; мелкой крупки – 3,8; 6,9; 2,4 %; дунстов – 3,4; 4,9; 2,4 %. Таким образом, среднее извлечение промежуточных продуктов и муки по отношению к массе переработанного зерна составило 29,6; 37,9; 10,5 %, соответственно, что согласуется с режимами, рекомендуемыми [2].

На рис.3 показано изменение удельных энергозатрат для I, II, III драных систем, приходящихся на 1 % полученного общего извлечения по отношению к массе переработанного зерна. Как видно из графика, при увеличении извлечения на I и III драных системах на каждый процент промежуточных продуктов и муки расход электроэнергии уменьшается, а на II драной системе – увеличивается. В то же время, энергозатраты на получение 1 % промежуточных продуктов и муки на II драной системе наименьшие, а на I драной – наибольшие. Это позволяет сделать вывод, что для заданного выхода промежуточных продуктов и муки с трех драных систем максимальное количество продуктов необходимо стремиться извлекать на II драной системе; остальное количество промежуточных продуктов лучше извлекать на III драной системе. Однако при таком подходе необходимо учитывать, что на III драной системе получают преимущественно мелкие промежуточные продукты, обогащение которых на ситовечных машинах менее эффективно.

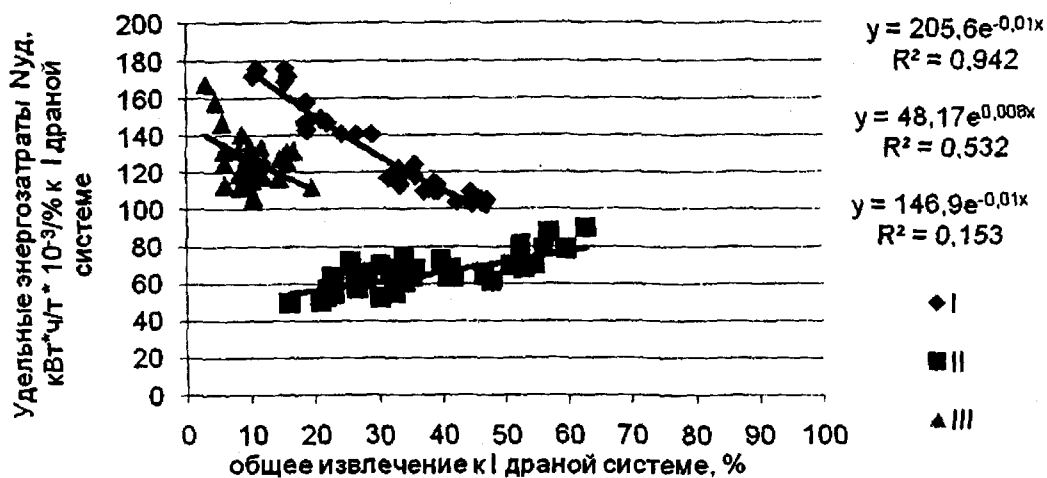


Рис.3 Изменение удельных энергозатрат для I, II, III драных систем, приходящихся на 1 % извлечения по отношению к массе переработанного зерна

Выводы

- 1) Установлено, что наибольшие энергозатраты при процессе крупобразования приходятся на I и II драные системы. При увеличении общего извлечения на I драной системе до 15-20 % рост энергозатрат гораздо интенсивнее, чем при увеличении общего извлечения с 15-20 до 40-45 %.
- 2) На II и III драных системах резкое увеличение энергозатрат наблюдается при увеличении общего извлечения свыше 55-60 % на II драной и свыше 35-37 % на III драной системах.
- 3) Приведенные удельные энергозатраты к 1 % получаемых промежуточных продуктов и муки наибольшие на I драной, а наименьшие – на II драной системе.
- 4) Для снижения энергозатрат на процесс крупобразования рекомендуется устанавливать режим на II драной системе в пределах 55-60 %. Режимы остальных систем необходимо устанавливать исходя из вида помола, заданного общего выхода муки и качества получаемых продуктов.

Литература

- 1) Демидов А.Р., Чирков С.Е. Способы измельчения и методы оценки их эффективности. // Серия «Элеваторная, мукомольно-крупяная и комбикормовая промышленность». – М.: ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1969. – 52с.
- 2) Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. – К.: Випол, 1998. – 145с.

Дмитрий Жигунов, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии переработки зерна Одесской национальной академии пищевых технологий, +038-048-7124177, tpz@mail.od.ua

Роман Давыдов, аспирант кафедры технологии переработки зерна Одесской национальной академии пищевых технологий, +038-048-7124177, tpz@mail.od.ua