

Рисунок 3 – Линии уровня выходных функций N_k , E_c и F от частоты вращения барабана n и коэффициента заполнения барабана φ при $t_p=165^\circ\text{C}$, $\tau=160$ мин

На основании проведенных исследований предложена новая конструкция аппарата для обжарки солода [3]. Отличительной особенностью конструкции обжарочного аппарата является то, что вал барабана выполнен в виде шнека, а направляющие – в виде винтовой линии с противоположным шнеку направлением витков, при этом площадь нормального сечения канавки шнека равна площади нормального сечения канавки направляющих.

Литература

1. Wolfgang Kunze (2011), *Technologie Brauer und Mälzer*, LB Berlin, Berlin
2. Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева (2000), *Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков*, Академия, Moscow.
3. Обжарочный барабан: патент 9008 Республики Беларусь, МПК7, А23 F5/04, С12 С1/18/ Афiцiйны бюл./ Нац. Центр iнтэл.уласн. – 2005, №4.

УДК 631.363.21

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ДВУХСТАДИЙНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНОФУРАЖА

Воробьев Н.А., канд. техн. наук, доцент, Дрозд С.А.

(Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск)

При измельчении фуражного зерна с целью производства комбикормов возникают ряд проблем, а именно: высокая энергоемкость процесса измельчения, неравномерность гранулометрического состава, низкая производительность измельчающего оборудования.

Решение данных проблем можно найти в симбиозе двух машин, которые совместят два этапа измельчения зерна, что позволит не только сократить энергоемкость процесса, но при этом повысит качество и однородность измельченного зерна.

Изучением процесса двухстадийного измельчения зерна занимались следующие ученые: Афанасьев В.А. [1], Елсеев В.А.[2], Дорофеев Н.С. [3], Сундеев А.А. [4],

Денисов В.А. [5], Балацкий О.Т. [6] Одегов В.А.[7], Шагдыров И.Б.[8], Поярков М.С. [9], Филипенко А.С. [10] и др.

Балацкий О.Т. [5] исследовал технологическую эффективность и уровень энергозатрат двухступенчатого измельчения зернового сырья с применением пяти вариантов схем, рисунок 1. При проведении исследования выдерживался постоянный средний размер частиц после измельчающей машины, для первой степени – 1,1-1,3 мм, для второй степени – 0,9-1,1 мм.

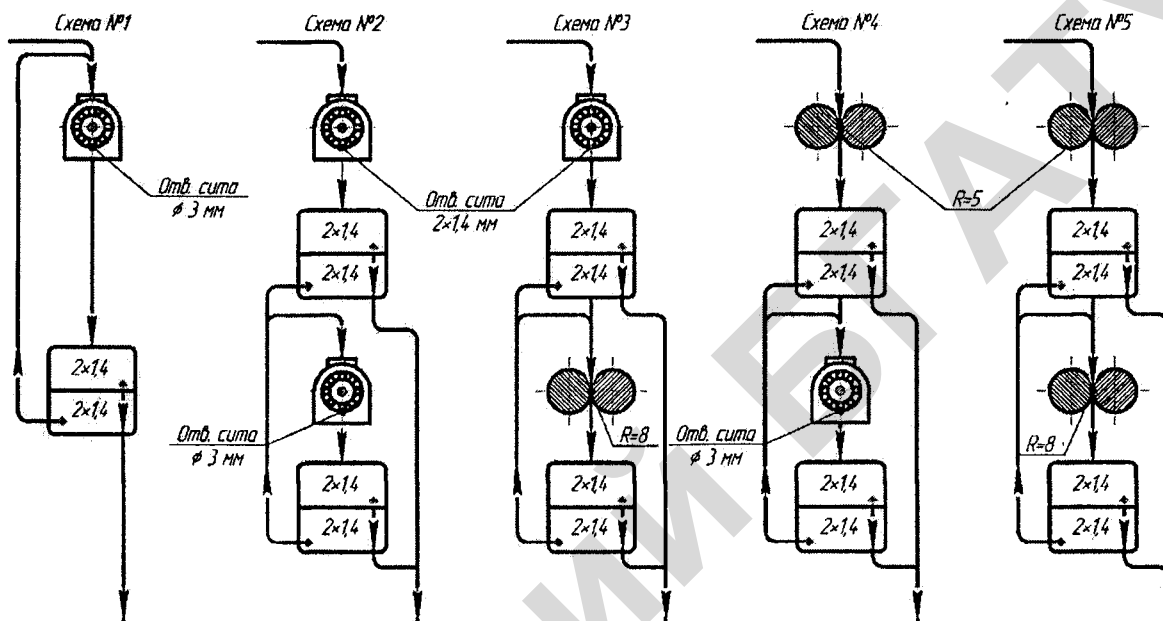


Рисунок 1 – Варианты технологических схем измельчения зернового сырья

Исследования показали, что самые низкие технологические показания имеет схема 1, что объясняется возвратом 16-19% крупной фракции на доизмельчение. Наибольшая энергоэффективность процесса измельчения обеспечивается при использовании схем 4 и 5. При исследовании гранулометрического состава измельченного зерна ячменя и кукурузы выявлено, что наибольшая равномерность измельчения присуща также схемам 4 и 5 [5].

Афанасьевым В.А. [1] проведены исследования двухступенчатого измельчения фуражного зерна и многокомпонентной зерновой смеси, а также исследование гранулометрического состава зерна при двухступенчатом измельчении.

Для исследования двухступенчатого однокомпонентного измельчения зернофуража Афанасьевым В.А. была выбрана технологическая схема включающая в себя молотковую дробилку – просеивающую машину – молотковую дробилку.

Афанасьевым В.А. сделан вывод, что при оптимальных режимах расход энергии при двухступенчатом измельчении зерна на 25-30 % ниже, а производительность узла измельчения на 30-40% выше, чем при одностадийном способе измельчения. Так же при двухступенчатом измельчении наблюдается более выраженный гранулометрический состав [1].

Елесеев В.А. первым предложил исследовать комбинированный способ измельчения зернофуража, в котором перед измельчением в молотковой дробилке зерно деформировалось рифлеными вальцами. Рифли нарушают структуру зерновки, надрезают пленку и создают места концентрации напряжений, по которым в последующем при ударе происходит напряжение [2].

В исследованиях Дорофеева Н.С. [3] рассматривается двухстадийный способ измельчения включающий в себя предварительное измельчение зерна на вальцовой плющилке, а затем окончательное доизмельчение на молотковой дробилке.

При исследовании первой стадии измельчения, вальцовой плющилки, Дорофеевым было выявлено, что оптимальное величина нарезки вальцов для двухстадийного способа

лежит в пределах шага $t=1,5-1,8$ мм, за счет этого можно повысить эффективность двухстадийного способа измельчения ячменя на 20-30% и овса на 40-50% [3].

Лабораторные исследования Дорофеева Н.С. по двухстадийному измельчению ячменя показали, что производительность молотковой дробилки в двухстадийном способе в 2 раза выше, чем при измельчении целого ячменя той же влажности на одном модуля размола зерна. При этом суммарная энергоемкость обоих стадий при двухстадийном измельчении в два раза ниже, чем при одностадийном.

Сундеев А.А. [4] рассматривал схему двухстадийного измельчения фуражного зерна, аналогичную Дорофееву Н.С., при этом уделялось внимание изучению второй стадии измельчения – молотковой дробилке, и исследовалась эффективность просева измельченного продукта между первой и второй стадиями измельчения.

Получено, что искусственное создание трещин в зерне за счет однократной деформации между плющильными валками перед измельчением, увеличивает производительность молотковой дробилки в 3-7 раз, а суммарный удельный расход энергии понижает в 1,3 – 2,3 раза [4].

Сундеевым выявлено, что при применении просеивания между стадиями измельчения увеличивается производительность молотковой дробилки в 2 – 4 раза и снижается расход энергии в 1,3 – 1,6 раза по сравнению с двухстадийным измельчением без просеивания.

Одегов В.А. [6] разработал и исследовал двухступенчатую плющилку зернофуража, плющение зерна в которой происходит поэтапно на первой и второй ступени с различным межвальцовым зазором.

Производительность исследуемой плющилки составляет $Q=1-1,4$ т/ч, удельные энергозатраты составили $q=2,4-3,1$ кВт·ч/т, при этом наблюдается улучшение гранулометрического состава и повышение степени измельчения по сравнению с одноступенчатым плющением.

По результатам исследований Одеговым В.А. [6] выявлены оптимальные параметры двухступенчатой плющилки зерна: диаметр валцов с гладкой рабочей поверхностью $D=275-300$ мм, окружная скорость $v=5,6-6,3$ м/с, межвальцовый зазор первой ступени плющения $h_1=1,6-1,8$ мм, межвальцовый зазор второй ступени $h_2=0,7$ мм.

Шагдыров И.Б. [7] при исследовании многоступенчатых измельчителей фуражного зерна сделал вывод, что необходимую равномерность гранулометрического состава измельченного зернофуража получить за один прием измельчения практически невозможно.

Поярковым М.С. при исследовании двухстадийного измельчения зерна [8] получил снижение удельных энергозатрат на 9-10% и улучшение качества готовой продукции на 10-12% по сравнению с одностадийным измельчением.

Исследователем выявлено, что наименьшие удельные энергозатраты процесса достигаются при линейной скорости на концах молотков 58-62 м/с и при оптимальном расстоянии между декой и молотками, которое должно соответствовать 5 мм для первой ступени и 10 мм для второй ступени [8].

Филипенко А.С. [9] исследовал процесс двухступенчатого измельчения зерна с отбором готовой продукции после первой ступени измельчения, и сделал вывод, что данный метод позволяет снизить энергозатраты на 51,5-58,1% по сравнению с одностадийным измельчением при обеспечении улучшения равномерности гранулометрического состава.

Исследования ученых в области двухстадийного измельчения зернофуража сводятся к выводу, что данный способ измельчения энергетически эффективнее, по сравнению с одностадийным, при его использовании увеличивается степень измельчения и улучшается гранулометрический состав продукта.

Существуют различные схемы двухстадийного измельчения зернофуража, наибольший положительный эффект оказывает сочетание вальцового измельчителя на первой стадии и молотковой дробилки на второй стадии измельчения с промежуточным сепарированием продукции.

Анализ работ по двухстадийному измельчению зерна показал, что достаточно хорошо исследовано влияние диаметра валцов, окружной скорости валцов, шага нарезки рифлей,

линейной скорости на концах молотков на производительность и энергоемкость, однако при этом мало изучено влияние передаточного отношения между вальцами, межвальцового зазора и диаметра отверстий в решете на параметры процесса измельчения.

При этом также отсутствуют обобщенные зависимости производительности, энергоемкости, модуля помола, фракционного состава измельчения от факторов влияющих на процесс измельчения.

Литература

1. Руководство по технологии комбикормовой продукции с основами кормления животных / Афанасьев В.А. [и др.] - Воронеж: ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт», 2007.-389 с.
2. Елисеев, В.А. Исследование процесса измельчения зерна ударом: дис. ...канд. тех. наук / В.А. Елисеев. – Воронеж, 1962. – 135с.
3. Дорофеев, Н.С. Исследование процесса двухстадийного измельчения зерна: дис. ... канд. тех. наук / Н.С. Дорофеев. – Воронеж, 1966. – 208с.
4. Сундеев, А.А. Исследование технологического процесса измельчения зерна кормов: дис....канд. тех. наук / А.А. Сундеев. – Воронеж, 1968. – 156с.
5. Балацкий, О.Т. Исследование процесса измельчения зернового и гранулированного сырья при производстве комбикормов для молодняка животных: дис. ... канд. тех. наук / О.Т. Балацкий. – Киев, 1979. – 171с.
6. Одегов, В.А. Обоснование параметров и режимов работы плющилки влажного зерна / В.А. Одегов // Дисс. ... кон. тех. наук: 05.20.01 / Зон. Науч.- исслед. ин-т с/х Сев-Восточ. им Н.В. Рудского. – Киров, 2005. – 187с.
7. Шагдыров, И.Б. Технология и параметры многоступенчатых измельчителей фуражного зерна с внутренней сепарацией / И.Б. Шагдыров // Дисс. ... д. тех. наук: 05.20.01 / ФГБОУ ВПО «бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова». – Новосибирск, 2013.
8. Поярков, М.С. Совершенствование рабочего процесса молотковых дробилок с жалюзийными сепараторами при одно- и двухступенчатом измельчении зерна: дис. ... канд. тех. наук: 05.20.01 / М.С. Поярков. – Киров, 2001. – 253с.
9. Филинков, А.С. Повышение эффективности одно- и двухступенчатых дробилок зерна за счет совершенствования конструктивно-технологических схем: дис. ... канд. тех. наук / А.С. Филинков – Киров, 2002. – 226с.

УДК 664.723

СНИЖЕНИЕ РАСХОДОВ ТОПЛИВА ПРИ СУШКЕ ЗЕРНА И СЕМЯН

Цубанов А.Г., канд. техн. наук, доцент, Цубанов И.А.

(Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск)

В сельском хозяйстве Республики Беларусь работают около 3,2 тысяч зерноочистительно-сушильных комплексов (ЗСК) и около 1,3 тысяч отдельно установленных зерносушилок (ЗС). Около 50% зерносушилок, предусмотренных в составе ЗСК или отдельно установленных, эксплуатируются более 8 лет. Многие из них имеют срок эксплуатации более 15 лет и требуют замены и реконструкции.

Программой Правительства РБ на 2011–2015 годы запланировано строительство 796 новых ЗСК, а также модернизация и ремонт 741 действующих ЗС.

Сушка зерна и семян относится к энергоемким технологическим процессам. Из общего количества энергоресурсов, затраченных на производство зерна, прямые энергозатраты на очистку и сушку достигают 35%. Доля энергозатрат в себестоимости сушки зерна составляет 75-80%. Непроизводительные потери тепловой энергии при сушке могут достигать 50% и более.