

случае покрытия из ферритной стали, связана с процессами адгезионного взаимодействия между контактирующими поверхностями, приводящего к схватыванию и задиру x элементов пары трения. Газотермическое покрытие 40X13 имеет повышенную износостойкость по сравнению с покрытиями из аустенитной и ферритной стали, интенсивность линейного изнашивания составляет $I_n=0,413 \cdot 10^{-9}$. Относительно высокий уровень износостойкости покрытия обусловлен его повышенными прочностными характеристиками (оценка на основе дюрOMETрического анализа). Покрытие из мартенситной стали 95X18 характеризуется низкой твердостью, соответствующей твердости покрытия из аустенитной стали 06X19H9T. Последнее связано с высоким содержанием в покрытиях метастабильной аустенитной фазы. В то же время покрытие из стали 95X18 характеризуется относительно высокой износостойкостью, интенсивность линейного изнашивания покрытия составляет $I_n=0,14 \cdot 10^{-9}$. Высокая износостойкость покрытия из стали 95X18 достигается за счет деформационно-активированного $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения в поверхностном слое при трении. Содержание γ -фазы в поверхностном слое покрытия из стали 95X18 после граничного трения снижается с 68 до 46 об. %. При этом микротвердость поверхностного слоя покрытия после триботехнических испытаний при граничном трении и высоких удельных давлениях возрастает до 1000 HV 0,025. Таким образом, в процессе граничного трения на поверхности газотермического покрытия из стали 95X18 образуется слой с пониженным содержанием метастабильного аустенита, высокой микротвердостью и износостойкостью.

В результате проведенных исследований установлено, что в процессе газотермического напыления высокохромистой мартенситной стали 95X18 формируется метастабильная аустенитная структура покрытия. Показано, что газотермические покрытия из мартенситных сталей 40X13 и 95X18 в условиях граничного трения при высоком контактном давлении имеют высокую износостойкость, и их интенсивность линейного изнашивания составляет $0,413 \cdot 10^{-9}$ и $0,14 \cdot 10^{-9}$, соответственно. Высокая износостойкость газотермических покрытий из мартенситных сталей 40X13 и 95X18 обусловлена протеканием деформационно-активированного $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения в поверхностных слоях покрытий при трении, приводящего к существенному увеличению износостойкости и микротвердости их поверхностных слоев. Покрытия из мартенситных сталей могут быть рекомендованы для повышения износостойкости и долговечности рабочих органов машин для переработки сельскохозяйственного сырья.

Список использованной литературы

1. Витязь П.А., Ивашко В.С., Ильющенко А.Ф. и др. Теория и практика нанесения защитных покрытий. Минск: Беларус. навука, 1998. – 583 с.
2. Витязь, П.А. Замена гальванического хромирования на технологию гиперзвуковой металлизации при ремонте деталей узлов трения скольжения / П.А. Витязь, М.А. Белоцерковский, А.С. Прядко // Ремонт, восстановление, модернизация (РФ), 2010, №10, с.2–5.
3. Григорчик А.Н., Белый А.В. Структура и триботехнические характеристики модифицированного ионами азота газотермического покрытия из стали 40X13. // Актуальные вопросы машиноведения: сборник научных трудов. – Ч.2 – 2013. – Минск – ОИМ НАН Беларуси 2013. С. 479–481.

УДК 631.363.2

Воробьев Н.А., кандидат технических наук, доцент, **Дрозд С.А.**
Белорусский государственный аграрный технический университет, г.Минск

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНОФУРАЖА ДВУХСТАДИЙНЫМ СПОСОБОМ

Обеспечение сельскохозяйственных животных полноценными кормами, соответствующими зоотехническим требованиям, является важнейшим фактором высокоэффективного производства животноводческой продукции. В технологии приготовления кормов самым распространенным и важным процессом является измельчение, обусловленное требованиями физиологии кормления животных и птиц. В результате измельчения образуется множество частиц и значительно увеличивается общая поверхность корма, что способствует ускорению процессов пищеварения и повышению усвояемости питательных веществ. На технологическую операцию измельчения зерна при приготовлении комбикормов требуется 30–70 % энергии, затрачиваемой на весь процесс комбикормового производства, что обуславливает необходимость поиска новых энергоэффективных приемов осуществления этой операции [1].

Одним из эффективных способов снижения энергоемкости процесса измельчения является двухстадийное измельчение, позволяющее не только уменьшить энергоемкость процесса, но и повысить качество и однородность измельченного зерна.

На первой стадии двухстадийного измельчения осуществляется предварительное воздействие на зерно, что способствует нарушению целостности зерна и образованию в нем микротрещин, тем самым снижается его прочность. На второй стадии зерно измельчается до надлежащего качества, соответствующего зоотехническим требованиям. Данный способ позволяет использовать наиболее энергоэффективные режимы работы оборудования на обеих стадиях измельчения, тем самым снизить его энергоемкость.

Показателями эффективности измельчения являются гранулометрический состав измельченного продукта, производительность и энергоёмкость оборудования. Для проведения исследования была разработана методика экспериментальных исследований, которая включала предварительное измельчение зерна на первой стадии измельчения и окончательное доизмельчение на второй стадии. В качестве измельчителя на первой стадии применяется вальцовая дробилка, на второй стадии – молотковая дробилка с вертикальной осью вращения молоткового ротора [2].

Для животных различных видов и возрастных групп оптимальный размер измельченных частиц различается: для сельскохозяйственной птицы он составляет до 2...3 мм [3]; для крупного рогатого скота – не выше 3 мм[4]; для поросят–сосунов – 0,2...0,8 мм[5]; для поросят – отъёмшей – 0,9...1,1 мм[6]; для свиней беконного откорма – 1,2...1,6 [7].

Также необходимо отметить негативное влияние на здоровье животных наличие в корме пылевидной фракции, которая попадает в легкие животных при сухом кормлении. Также недопустимо наличие при измельчении частиц более 3 мм и целого зерна [6].

На основании обширных исследований, проведенных по одностадийному измельчению зернофуража, а также на основе известных данных [7] были проведены исследования последовательного влияния межвальцового зазора первой стадии измельчения (вальцового измельчителя), а затем диаметра отверстий в решетке второй стадии измельчения (молотковой дробилки) на гранулометрический состав при двухстадийном измельчении. Исследования проводились на зерне ячменя с влажностью 14,0%.

Для оценки гранулометрического состава измельченного зерна введем пять условных степеней измельчения: пылевидное измельчение (менее 0,1 мм); тонкое измельчение (0,1...1,0 мм); среднее измельчение (1,0...2,0 мм); грубое измельчение (2,0...3,0 мм); не эффективное измельчения (более 3,0 мм).

Оценка гранулометрического состава при двухстадийном измельчении зерна и сравнение его с одностадийном вальцовом и одностадийном молотковым представлена на рисунках 1–3. Диаграммное представление показывает процентное соотношение пяти условных степеней измельчения при различных режимах.

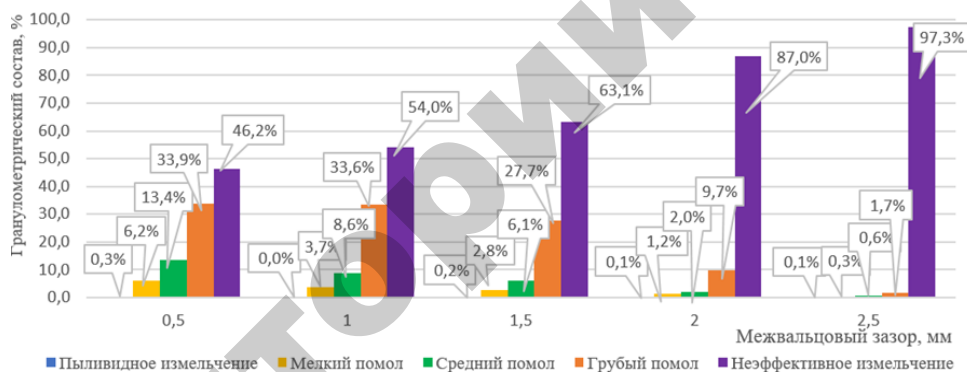


Рисунок 1 – Гранулометрический состав измельченного зерна при одностадийном вальцовом измельчении с различным межвальцовым зазором

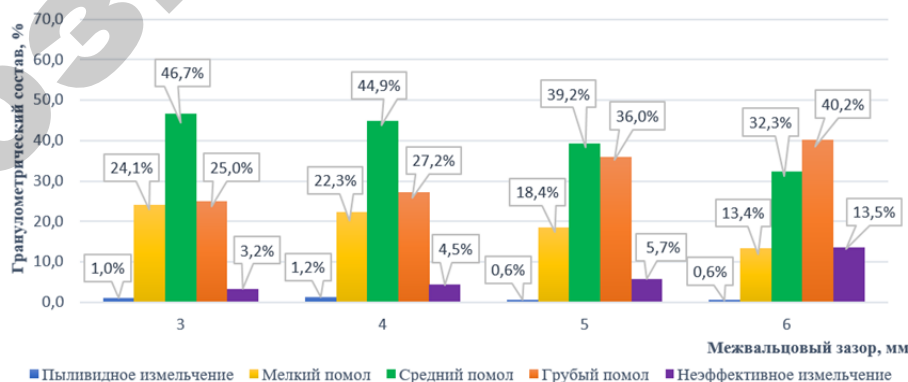


Рисунок 2 – Гранулометрический состав измельченного зерна при одностадийном измельчении с различным диаметром отверстий в решетке

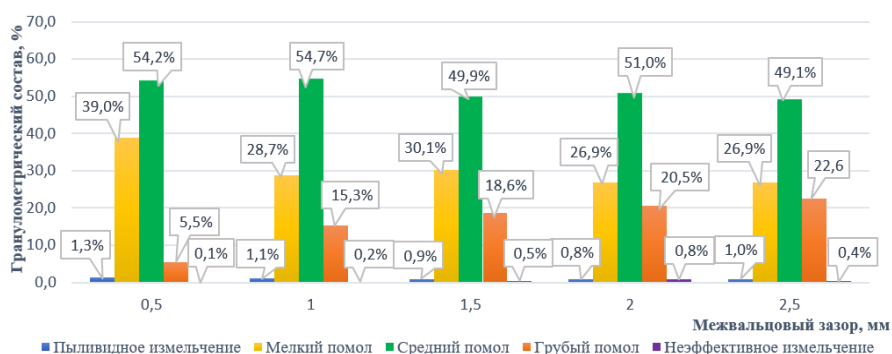


Рисунок 3 – Гранулометрический состав измельченного зерна при двухстадийном измельчении с различным межвальцовым зазором первой ступени и диаметром отверстий в решетке равной 3 мм

Анализ гранулометрического состава измельченного зерна при одностадийном вальцовом измельчении (рисунок 1) показал наличие большого процента неэффективного помола, в котором встречаются целые зерна, при этом, с увеличением межвальцового зазора количество целых зерен значительно увеличивается. При минимальном межвальцовом зазоре вальцовый измельчитель обеспечивает лишь грубое измельчение, которое подходит для откорма крупнорогатого скота и птицы.

Анализ гранулометрического состава измельченного зерна при одностадийном молотковом измельчении показал (рисунок 2), что при увеличении диаметра отверстий в решетке снижается равномерность гранулометрического состава. Так при диаметре отверстий в решетке 3,0 мм, наибольший процент занимает средний помол 46,7%, мелкий и грубый помол 24,1% и 25,0% соответственно, пылевидное измельчение – 1%, неэффективное измельчение 3,2%. С увеличением диаметра отверстий в решетке повышается процент грубого помола и неэффективного измельчения, так при диаметре отверстий 6 мм он составляет 40,2% и 13,5% соответственно.

Анализ гранулометрического состава измельченного зерна при двухстадийном измельчении (межвальцовый зазор первой стадии 0,5 мм, диаметр отверстий в решетке второй стадии 3,0мм.) показал (рисунок 3), что применение двухстадийного способа измельчения повышает процентное содержание мелкого помола до 39,0%, что в 1,62% раза выше, чем при одностадийном молотковом измельчении (рисунок 6), также наблюдается увеличение среднего помола до 54,2% что в 1,16 раза выше, чем при одностадийном молотковом измельчении. При этом наблюдается сокращение процентного содержания грубого измельчения до 5,5% (в 4,5 раза меньше по сравнению с одностадийным измельчением) и практически отсутствуют частицы с размером больше 3 мм. При этом несмотря на значительное повышение степени измельчения количество пылевидного измельчения увеличивается всего на 0,3% с 1,0% до 1,3%.

Из анализа можно сделать вывод, что с применением двухстадийного измельчения увеличивается качество конечного продукта. При этом с увеличением зазора между вальцами снижается степень измельчения, но при этом сохраняется тенденция к улучшению гранулометрического состава и происходит снижение процентного содержания неэффективного измельчения по сравнению с одностадийным молотковым.

Также была произведена оценка энергоёмкости и модуля помола при двухстадийном измельчении. При двухстадийном измельчении суммарная энергоёмкость вальцового измельчителя и молотковой дробилки меньше, чем энергоёмкость молотковой дробилки при одностадийном измельчении, что подтверждается зависимостями энергоёмкости от модуля помола (рисунок 4) при двухстадийном измельчении в сравнении с одностадийным вальцовым и одностадийным молотковым измельчением.

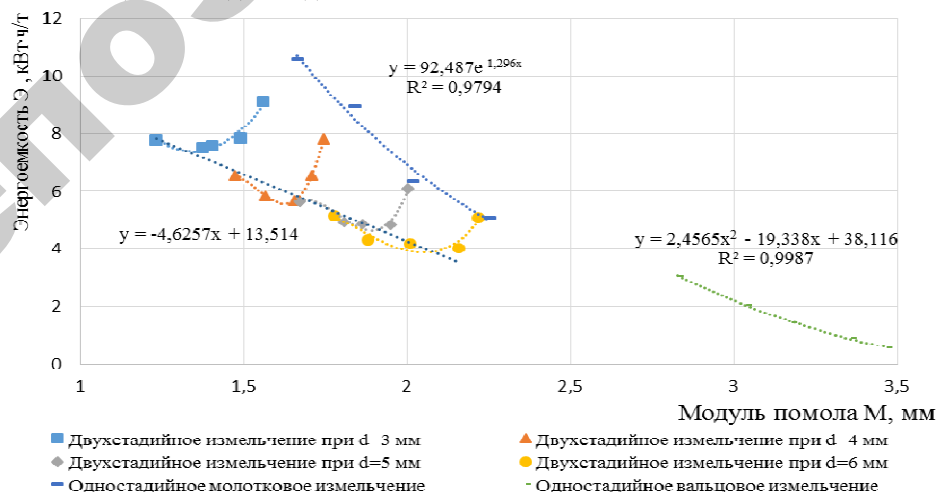


Рисунок 4 – Зависимости энергоёмкости от модуля помола

Так, двухстадийное измельчение позволяет получить модуль помола в диапазоне 1,2 – 2,2 мм, одностадийное молотковое измельчение соответственно – 1,6 – 2,3 мм, одностадийное вальцовое позволяет получить в диапазоне 2,8 – 3,5 мм.

При модуле помола 1,66 мм с использованием одностадийного молоткового измельчителя энергоёмкость составляет 10,58 кВт·ч/т, применяя решета с диаметром отверстий 3 мм; при получении аналогичного модуля помола двухстадийным измельчением суммарная энергоёмкость обеих стадий составляет 5,64 кВт·ч/т, при этом применены на второй ступени измельчения решета с диаметром отверстий 4,0 мм.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что для получения одинакового модуля помола при измельчении молотковой дробилкой необходимо в 1,88 раза больше энергоресурсов, чем при измельчении двухстадийным способом.

Проведенные экспериментальные исследования свидетельствуют о снижении энергоёмкости, повышении качества и однородности измельченного зерна при использовании двухстадийного измельчения по сравнению с одностадийным молотковым измельчением.

Список использованной литературы

1. Janiak, G. Metodyka okreslania cech wytrzymaosciowych ziarna dla potrzeb procesow przetworstwa / G. Janiak, J. Laskowski // Biul. Nauk. Przem. Pasz. XXXV. – 1996. N 1. – S. 45–58.
2. Методика обоснования параметров двухстадийного измельчителя зерна / В.Н. Дашков, Н.А. Воробьев, С.А. Дрозд // Вестник БГСХА. – 2014. – № 2. – С. 190–193.
5. ГОСТ – 18221–72. Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Технические условия. Переиздание с изменениями. – М.: Изд-во стандартов, 1991. 13 с.
6. ГОСТ – 9268–90. Комбикорм-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1991. 10 с.
7. ГОСТ – 13299–71. Комбикорма-концентраты для поросят-сосунов. – М.: Изд-во стандартов, 1976. 6 с.;
8. ГОСТ – 9267–68. Комбикорма-концентраты. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1993. 6 с.
9. ГОСТ – 21055–96. Комбикорма полнорационные для беконного откорма свиней. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1997. - 9 с.
10. Экспериментальные исследования двухстадийного измельчения фуражного зерна / Воробьев Н.А., Дрозд С.А., Пунько А.И., Иванов М.В. // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» (РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»). – Минск 2014. – Выпуск 48. Том 2. – С. 84–93

УДК 006.3.8

Цитович Б.В., кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством, г. Минск

Капица М.С., кандидат химических наук, доцент

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

ПРОБЛЕМА ПРЕПОДАВАНИЯ НОРМ ТОЧНОСТИ ПОСЛЕ ВВОДА В ДЕЙСТВИЕ СТАНДАРТА ГОСТ 25346 – 2013

Утверждение в 2013 году и введение в действие в 2015 году межгосударственного стандарта ГОСТ 25346 – 2013 (ISO 286–1:2010) «Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки» ещё не всколыхнуло преподавательскую общественность, хотя пора бить тревогу. Казалось бы, терминологический стандарт в системе допусков и посадок не может привести к революционным изменениям в их преподавании, изучении и применении, но в данном случае наряду с терпимыми благоглупостями в новый нормативный документ заложены как минимум две мины страшного подрывного действия. Под «терпимыми благоглупостями» мы имеем в виду такие термины с определениями к ним, которые придётся пояснять, при необходимости «с точностью до наоборот». Ситуация неприятная, но преподаватели справлялись с таким достаточно часто.

Стандарт начинается с основополагающего определения «Размерный элемент – геометрическая форма, определяемая линейным или угловым размером». Далее следуют примечания, из которых приведём только первое. Примечание 1 – Размерными элементами могут быть цилиндр, сфера, две параллельные противоположащие плоскости.

Геометрическая форма «цилиндр, сфера, две параллельные противоположащие плоскости» (последнее понятие включает два однотипных элемента) не определяется размером. Следует отметить, что две параллельные противоположащие плоскости – не «размерный элемент», поскольку под характерным размером «элемента» подразумевается расстояние между этими плоскостями, о котором ничего не сказано. Размерными элементами могут быть призма с двумя параллельными противоположащими плоскостями или призматическое отверстие, которые характеризуются номинальным размером между плоскостями. Раньше это называли гладким цилиндрическим элементом или приравняваемым к нему элементом, следовательно, понятие распространялось