

Для выбора рациональных управляющих воздействий на ФИП необходимы рассмотрение и оценка множества вариантов взаимодействий между элементами системы ($\Phi \Leftrightarrow И, И \Leftrightarrow П, \Phi \Leftrightarrow П$). Поэтому целесообразно использовать физические, математические и статистические модели, на которых производится генерирование альтернатив решения изучаемой проблемы, их анализ, оценка и поиск наилучших решений.

Таким образом, разработанные технические, технологические и экономические основы создания рациональной модели системы ФИП являются научной базой для выполнения научных исследований по поиску повышения

Список использованной литературы

1. Даки Н.В. Организация сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники фирмами-изготовителями// М.: Агропромиздат. – 1990. – Вып 5. – С. 63–69.
2. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. /В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов и др. – М.: Колос, 2003. – 253 с.
3. Технический сервис в сельском хозяйстве/ П.А. Андреев, А.Э. Северный, В.И. Черноиванов и др. – М.: Колос, 1993. – 48 с.
4. Черноиванов В. И. Состояние и перспективы технического сервиса в АПК Российской Федерации. – М.: ГОСНИТИ, 1993. – 67 с.
5. Попов Ю. М., Гаркуша В.А. Экономические основы фирменного обслуживания техники// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М.: 1990. – № 9. – С. 36–38.

Summary. After the carried out researches it was found that, the general process of managing the status of «*Company producer – customer of the Corporate technical service*» system (CTS) is the main process of the system; i.e. combination of private goal-oriented processes for providing the manageability over the company subsystems parameters, the machines manufacturer – the executive of corporate technical service – the customer of corporate technical service. Meanwhile in effort to get normal functioning the system the production processes of its subsystems must be manageable and provided with a certain resources.

In a purpose to select rational managing influences it is task-oriented to apply the physico, mathematical and statistical models to which generating the alternatives of solutions for problem studying, its analysis, evaluation and the best solutions searching are being implemented.

УДК 621.78: 631.363.7.033

Анискович Г.И., кандидат технических наук, доцент;

Мисько В.Г., старший преподаватель;

Шевчук М.А., ассистент

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Беларусь*

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКИ ПРИ УПРОЧНЕНИИ НОЖЕЙ ШНЕКА КОРМОСМЕСИТЕЛЯ-РАЗДАТЧИКА

Аннотация. В настоящей статье рассматривается применение технологии импульсного закалочного охлаждения потоком воды для упрочнения ножей шнека

кормосмесителя-раздатчика АМКОДОР В-МИКС. Приведены результаты исследований физико-механических свойств упрочненных ножей.

Abstract. This article discusses the application of pulsed quenching cooling technology using a water jet for hardening the knives of the screw feeder mixer АМКОДОР В-МИКС. The results of studies on the physical and mechanical properties of the hardened knives are presented.

Ключевые слова: ресурс, упрочнение, прочность, структура, термообработка, твердость, износостойкость, ударная вязкость.

Keywords. resource, hardening, strength, structure, heat treatment, hardness, wear resistance, impact toughness.

Одним из ключевых элементов в технологии механизированного кормления животных является кормосмеситель-раздатчик. Раздатчик предназначен для приготовления сбалансированных кормосмесей, включающих в себя сенаж, кукурузный силос, сено, солому, минеральные и витаминные добавки, а также для их последующего транспортирования и раздачи в кормушки или на кормовой стол [1,2].

Одним из наиболее распространенных агрегатов на территории Республики Беларусь, является кормосмеситель-раздатчик АМКОДОР В-МИКС производства ОАО «АМКОДОР-СЕМАШ» управляющая компания холдинга».

Машины данной серии выпускаются в различных модификациях – с одним или двумя вертикальными смесительными шнеками. В зависимости от модификации раздатчика, количество монтируемых ножей находится в пределах от 4 до 8 единиц на один агрегат. Внешний вид ножа шнека кормосмесителя-раздатчика АМКОДОР В-МИКС показан на рисунке 1.

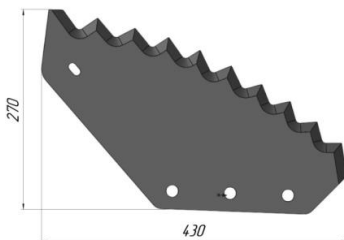


Рисунок 1 – Внешний вид и габаритные размеры ножа шнека кормосмесителя-раздатчика АМКОДОР В-МИКС

В процессе эксплуатации ножи шнека кормосмесителя-раздатчика подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов, обуславливающих их интенсивный износ. Основными причинами износа являются следующие:

1. Абразивное воздействие грубых кормов, при измельчении различных компонентов кормосмеси – сена, соломы, силоса и других материалов. Эти компоненты, особенно при наличии минеральных включений (например,

песка, земли, мелких камней), обладают выраженным абразивным действием, способствуя постепенному стачиванию режущей кромки ножей [2].

2. Удары и вибрационные нагрузки, возникающие как при взаимодействии с плотными фракциями корма, так и с посторонними предметами, случайно попадающими в смесительную камеру (обломки древесины, металлические предметы и пр.). Ударные нагрузки вызывают усталостные микротрещины и сколы на кромке ножа, что ускоряет его разрушение.

3. Циклические тепловые нагрузки. Из-за трения о перерабатываемые материалы в зоне режущей кромки может происходить локальный нагрев, за которым следует резкое охлаждение за счёт контакта с влажными компонентами корма. Эти температурные циклы способствуют термической усталости металла и образованию трещин.

4. Коррозионное воздействие влажной и агрессивной среды. При длительном контакте с металлической поверхностью ножей кормов, особенно силоса и сенажа, имеющих высокую влажность и кислотность, происходит химическая коррозия, усиливающая механический износ [3].

5. Недостаточная твёрдость и прочность материала ножей. В случае изготовления ножей из стали с низкими механическими свойствами (твёрдостью, прочностью) или некачественной термообработкой, срок службы деталей резко сокращается. Мягкий и недостаточно прочный металл быстрее изнашивается, деформируется, вследствие чего ножи требуют частой замены на новые или восстановленные [3].

Серийно выпускаемые ножи шнека кормосмесителя-раздатчика производства ОАО «АМКОДОР-СЕМАШ» управляющая компания холдинга» изготавливаются из высокопрочной боросодержащей стали марки 30MnB5, соответствующей требованиям стандарта EN 10083-3 – «Стали для закаливания и отпуска. Часть 3. Технические условия поставки бористых сталей». Однако на использование стали данной марки для изготовления ножей оказывают влияние санкционные ограничения и нестабильность международных логистических цепочек, приводящих к задержке или прекращению поставок, а также сравнительно высокая ее стоимость.

В связи с этим особую актуальность приобретает возможность изготовления ножей из отечественных недорогих марок сталей с обеспечением требуемой долговечности за счет применения инновационных упрочняющих технологий.

Одним из перспективных способов упрочнения, положительно зарекомендовавшим себя на предприятиях Республики Беларусь, является технология импульсного закалочного охлаждения потоком жидкости. Технологическая схема процесса упрочнения представлена в работах [4-6]. Отличительной особенностью технологии является фиксация предварительно нагретой детали в закалочном устройстве технологического модуля и последующее ее охлаждение потоком воды под давлением. Внешний вид закалочного устройства ножей шнека кормосмесителя-раздатчика показан на рисунке 2а.

Конструкция закалочного устройства обеспечивает равномерное охлаждение предварительно зафиксированной заготовки со скоростью, значительно превышающую скорость закалки для соответствующей марки стали (рисунок 2б).

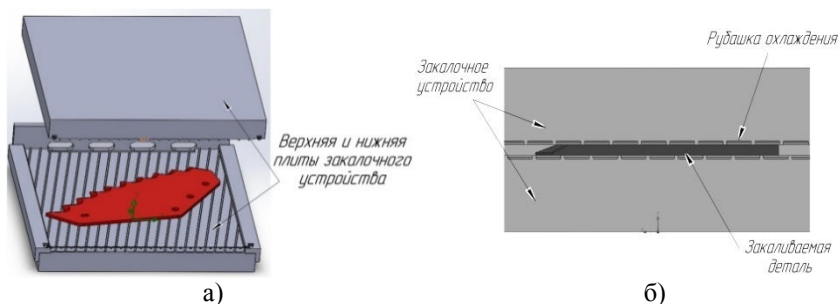


Рисунок 2 – Расположение заготовки при загрузке в закалочное устройство (а) и закалочном охлаждении (б)

Исследования проводились с использованием заготовок экспериментальных ножей, изготовленных из стали марки 45 ГОСТ 1050-2013.

Нагрев детали осуществлялся в камерной печи объемного нагрева СНО 8.10.4/11 до температуры 820-840 °С и последующей выдержкой 15–20 мин до завершения процесса аустенитизации. Контроль температуры осуществлялся при помощи термопары, предусмотренной конструкцией печи. Промежуточный контроль температуры проводился с помощью пирометра DIT-500 Sonel. Температура нагрева и время выдержки детали в печи были обусловлены материалом и геометрическими размерами ножа.

По истечении времени выдержки в печи, нож помещался в закалочное устройство, где интенсивно омывался потоком воды (рисунок 3). Время охлаждения детали в закалочном устройстве составляло 6с. Температура ножа после охлаждения составляла не более 30–35 °С.

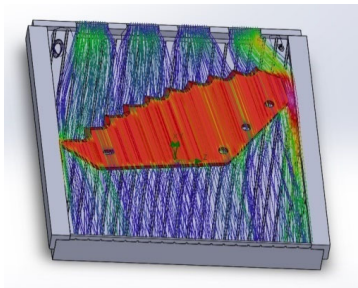


Рисунок 3 – Схема движения воды в закалочном устройстве

После закалки ножи подвергались низкому отпуску при температуре 200 °С. Нагрев осуществлялся в печи СНО-4.8.3/11 с терморегуляцией. Загрузка деталей в печь осуществлялась после выхода на рабочую температуру. Время выдержки деталей в печи составляло 60 мин. После извлечения ножи остывали на воздухе.

На образцах, вырезанных из упрочненных экспериментальных ножей, исследовались структура, твердость, ударная вязкость, относительная износостойкость.

Исследованиями установлено, что значения твердости поверхности упрочненных деталей находятся в пределах 49–52 HRC.

Испытание на абразивную износостойкость проводилось в соответствии с ГОСТ 23.208-79 «Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытания материалов на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы». Эталонным принят образец из стали 45 в отожженном состоянии с твердостью 190–200 HV. По результатам проверки коэффициент относительной абразивной износостойкости составил 3,0–3,2.

Испытания на ударную вязкость проводились при нормальной (+20 °С) температуре и в соответствии с требованиями ГОСТ 9454-78 на образцы без надреза. Результаты испытаний образцов на ударную вязкость упрочненных импульсной закалкой образцов составили в среднем 1,7 МДж/м².

Микроструктура в упрочненных зонах на глубину до 2,5 мм представляет собой троостомартенсит с микротвердостью 5500–5600 МПа (50–52 HRC) (рисунк 4).

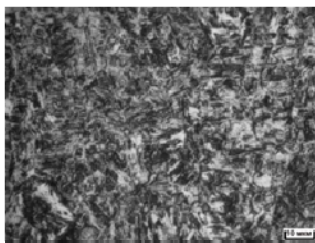


Рисунок 4 – Микроструктура образца (x800) из стали 45 (имп. закалка, отпуск 200 °С)

Результаты экспериментальных исследований показали, что ножи, изготовленные из стали 45 после термообработки импульсной закалкой и низкого отпуска обладают требуемыми физико-механическими свойствами и могут использоваться на кормосмесителях-раздатчиках АМКОДОР В-МИКС как альтернатива ножам, изготовленным из более дорогой борсодержащей стали марки 30MnB5.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований показывают, что изготовленные из стали 45 и упрочненные импульсным закалочным охлаждением жидкостью ножи шнека кормосмесителя-

раздатчика обладают требуемыми физико-механическими свойствами, необходимыми для работы в условиях интенсивного абразивного изнашивания, циклических тепловых и ударно-вибрационных нагрузок и могут использоваться как альтернатива ножам, изготовленным из более дорогой борсодержащей стали 30MnB5.

Список использованной литературы

1. Соловьев С. А. Стратегия развития системы технического сервиса машин в животноводстве // *Техника и технологии в животноводстве*. 2015. №2 (18).
2. Белянчиков Н. Н. Механизация животноводства и кормоприготовления / Н. Н. Белянчиков, А. И. Смирнов. – Москва: Агропромиздат, 2015. – 432 с.
3. Кадин, И. Н. Разработка технологии упрочнения ножей кормосмесителя с применением метода электроискровой обработки / И. Н. Кадин, А. В. Бондарев // *Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции*, Минск, 24–25 ноября 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2022. – С. 616–618.
4. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И. Н. Шило [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск : БГАТУ, 2010. 320 с. : ил.
5. Анискович Г. И. Особенности конструкции закалочных устройств для импульсной закалки / Г. И. Анискович, М. А. Шевчук, С. С. Свиридов // *Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве*. – Минск: БГАТУ, 2019, N Ч. 2. – С. 85–874.
6. Бетенья Г. Ф., Анискович Г. И. Модификация структуры и механических свойств стали пониженной прокаливаемости при импульсном закалочном охлаждении жидкостью. / *MOTOROL* – Lublin-Pzeszow, 2013, vol.15, №7 – С. 80–86.

Summary. The results of experimental studies show that the knives of the feed mixer screw feeder, made from steel 45 and strengthened by pulsed quenching cooling with liquid, possess the required physical and mechanical properties necessary for operation under conditions of intense abrasive wear, cyclic thermal loads, and impact-vibration stresses. These knives can be used as an alternative to knives made from more expensive boron-containing steel 30MnB5.

УДК 631.1

Терехов А.А., аспирант

*ФГБОУ ВО «Тамбовский Государственный Технический Университет»,
г. Тамбов, Российская Федерация*

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОРМОСМЕСЕЙ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация: Кормление крупного рогатого скота (КРС) в условиях крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ) требует тщательного подхода к