

УДК 621.78

СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

*Р.Ш. Халимов, кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(8422) 55-95-97, hrasp29@yandex.ru*

*Н.П. Аюгин, кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(8422) 55-95-97, nikall85g@yandex.ru*

*П.Н. Аюгин, кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(8422) 55-95-73, nikall85g@yandex.ru*

*А.А. Можаяев, студент 4 курса инженерного факультета
тел. 8(8422) 55-95-97, hrasp29@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

Ключевые слова: упрочнение, измельчающие машины, упрочнение, надежность, долговечность.

Рассмотрен способ упрочнения деталей сельскохозяйственных машин электромеханической обработкой. Проведены сравнительные исследования образцов ножей, изготовленных по традиционной технологии и упрочненных электромеханической обработкой.

Введение. Обеспечение возросших потребностей населения в продуктах питания возможно за счет увеличения производства сельскохозяйственной продукции. В частности, в животноводстве необходимо увеличить производство мяса, молока, яиц и других видов продукции на основе повышения продуктивности скота и птицы, эффективного использования кормовой базы. Для этого необходимо использовать в кормопроизводстве новые более эффективные средства механизации измельчения и приготовления кормов.

Большую роль в совершенствовании средств механизации для производства кормов играет разработка и создание энергосберегающих высокоэффективных измельчающих машин [1,2], с модернизированными рабочими органами.

При изготовлении рабочих органов кормоприготовительных машин (измельчителей) следует учитывать особенности их работы, в частности, возникающие повышенные динамические нагрузки, быстрое изнаши-

вание рабочих органов. Повышение надежности разрабатываемых конструкций рабочих органов измельчителей является важной задачей, т.к. это позволит обеспечить стабильный фракционный состав измельченного корма, снизить затраты на эксплуатацию и ремонт измельчителей. Показатели надежности измельчителей напрямую связаны с повышением долговечности и работоспособности их рабочих органов.

Рабочие органы (ножи) существующих измельчителей интенсивно изнашиваются и разрушаются, что приводит к их частой замене или ремонту. Эффективным способом достижения высокого уровня надежности рабочих органов измельчителей является их упрочнение на стадии изготовления, которое во многих случаях более оправдано, чем восстановление или замена.

Одним из наиболее эффективных и ресурсосберегающих методов упрочнения является электромеханическая обработка (ЭМО) деталей машин [4, 5, 6]. Электромеханическое упрочнение (ЭМУ) не требует дорогостоящего оборудования, расхода большого количества электроэнергии, высокопроизводительно и малозатратно, позволяет получить заданную глубину упрочненного слоя, варьировать режимами обработки в широких пределах, повысить износостойкость, усталостную прочность и ударную вязкость. Вместе с тем для упрочнения ножей сложной формы (винтообразного профиля) кормоприготовительных машин [1, 2, 3] ЭМУ ранее не применялось.

Для эффективного упрочнения ножей измельчителя [2] предлагается многоинструментальная головка [7]. Многоинструментальная головка (рис.1) работает следующим образом: закрепленный на столе вертикально-фрезерного станка нож измельчителя, имеющего винтовую поверхность, перемещают с заданной скоростью (подачей S) относительно рабочих инструментов (роликов 4, 5). При этом на рабочие ролики 4, 5, подведенные с заданной силой P к обрабатываемой поверхности ножа, подключенные каждый из них через трансформатор к одной из фаз трехфазного источника тока, подается рабочее напряжение. В местах контакта роликов 4, 5 с заготовкой происходит мгновенный нагрев током до 2000 А ее поверхностного слоя и механическое воздействие роликами 4, 5 с последующим охлаждением подаваемой жидкостью и отводом тепла вглубь заготовки за счет ее массы.

Методика и результаты исследований. Для исследований в производственных условиях был спроектирован измельчитель барабанного типа с наклонными ножами [8]. Ножи изготавливались из рессорно-пружинной стали 65Г (ГОСТ 14959-79). Проведенные исследования показа-

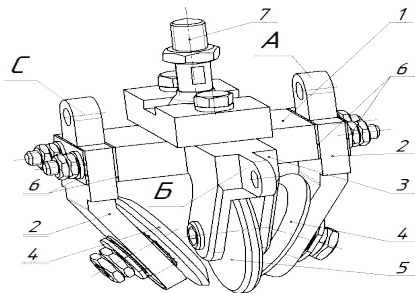


Рисунок 1 – Схема многоинструментальной головки:

1-корпус; 2, 3-инструментальные блоки; 4, 5-вращающиеся ролики; 6-изолирующие прокладки; 7-палец; А, Б, С-элементы для подключения токопроводящих кабелей

ли, что при измельчении неочищенного от грунта (не мытых) корма ножи преждевременно выходили из строя по причине поломки или износа. По данным производственных испытаний, проведенных в СХПК «Волга» Цильнинского района Ульяновской области, длительная эксплуатация измельчителя с изношенными или сломанными ножами приводила к существенному увеличению энергоемкости измельчения (43%) и стоимости измельчения единицы корма. Предположительно, повышенный износ связан с действием абразивных частиц грунта и применением не подходящего материала для их изготовления. Сталь 65Г обладает повышенной отпускной хрупкостью и не рекомендуется для применения в конструкциях, работающих в условиях высоких ударных нагрузок.

В связи с этим авторы рассматривают в качестве альтернативы для изготовления ножей применение конструкционной углеродистой качественной стали 45 (ГОСТ 1050-88), подвергнутой электромеханическому упрочнению. Сталь 45 не подвержена отпускной хрупкости, обладает повышенной прочностью. С точки зрения экономической эффективности производства ножей, изготовление деталей из стали 45 с электромеханическим упрочнением гораздо дешевле по сравнению со сталью 65Г.

В работе проведены сравнительные исследования физико-механических свойств деталей из стали 65Г и деталей из стали 45, подвергнутых ЭМУ. Методика исследований включала определение твердости, абразивной износостойкости, прочности и ударной вязкости поверхно-

стей деталей из сталей 65Г и 45, определение глубины упрочненного слоя деталей из упрочненной стали 45.

Режим упрочнения образцов деталей выбран согласно исследованиям ученых ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»: величина силы тока $I=2000$ А, напряжение $U=4$ В, частота вращения упрочняющего ролика $n=4$ об/мин, подача 3 мм/мин.

Твердость измеряли согласно методике [9] по шкале Роквелла твердомером МЕТ-УД, определение глубины упрочненного слоя производили с помощью микротвердомера ПМТ-3.

Для определения абразивной износостойкости была разработана методика с использованием машины трения СМТ-1 [10]. Продолжительность – 2 суток. Повторность испытания – 3-кратная.

Согласно разработанной методики образец имитирующий нож измельчителя устанавливался на вал машины трения, при этом рабочая кромка ножа взаимодействовала с абразивной массой, состоящей из грунта и мелких камней в процентном отношении 9 0% к 10 % соответственно. Толщина ножа-3 мм, угол заточки – 30°. Частота вращения ножа – 820 об/мин. Через заданное время вращение ножа останавливали, образец извлекали, промывали бензином, сушили 15 минут в муфельной печи и взвешивали. Величину износа определяли по разности массы образца до и после испытаний взвешиванием на весах WA-31 с точностью измерения 0,001 г.

Предел прочности образцов из стали 45, упрочненной электрохимической обработкой, определяли в соответствии с ГОСТ 25.503-97. Для данного исследования применяли универсальную гидравлическую машину Р-50. Измерения проводили при постепенном увеличении нагрузки до появления трещин в образце, свидетельствующих о разрушении упрочненного слоя.

Для определения ударной вязкости образцов ножей, изготовленных из сталей 65Г и упрочненном ЭМО стали 45, исследования проводили на копре МК – 30А, опираясь на ГОСТ [11]. Проводили постепенное наращивание высоты маятника, добиваясь увеличения ударных нагрузок. Ударная нагрузка увеличивалась до разрушения образца, после чего определялась ударная вязкость.

По результатам определения физико-механических свойств, твердость поверхности детали из стали 65Г составила HRC 30, для детали из стали 45 после ЭМУ значение составила HRC 53. Глубина упрочненного слоя образцов из упрочненной ЭМО стали 45 составила 0,58 мм.

Полученные данные испытаний на абразивную износостойкость образцов (таблица 1) показали, что у образцов, подвергнутых электрохимическому упрочнению, износостойкость в 2,9 раз больше, чем у

Таблица 1 – Износостойкость образцов из сталей 65Г и стали 45, подвергнутой ЭМУ

Материал образца	Масса образца, г		Износ, Δm_{cp} , г	Относительная износостойкость
	До испытаний	После испытаний		
Сталь 45, подвергнутая ЭМУ	39,953	39,289	0,664	3,54
Сталь 65Г	38,984	37,115	1,869	1,22

Таблица 2 – Ударная вязкость образцов ножей

Материал	Ударная вязкость, Дж/см ²
Сталь 65Г	19
Сталь 45, подвергнутая ЭМУ	28

образцов из стали 65Г. Тем самым, используя ЭМУ ножей, можно существенно увеличить срок службы рабочих органов измельчителя кормов при эксплуатации в производственных условиях.

Приведенные данные в работе [12], показывают, что нож измельчителя кукурузы должен обладать прочностью, позволяющей выдерживать нагрузки 1400 МПа. Рабочие кромки ножей при измельчении початков кукурузы, испытывают динамические нагрузки, имея прочность менее 1400 МПа, произойдет их деформация или поломка.

Исследования прочности упрочненных образцов сжатием до появления трещины показали, что она находится в допустимых пределах и составила 2060 МПа. Можно утверждать, что ЭМУ ножей позволит сохранить их целостность при воздействии больших динамических нагрузок.

Исследования ударной вязкости образцов деталей показали, что у упрочненных ножей из стали 45 она выше, чем у ножей из стали 65Г (таблица 2).

Результаты, представленные в таблице 2 показывают, что образцы из упрочненной ЭМО стали 45, имеют ударную вязкость на 9 Дж/см² больше, чем у образцов из стали 65Г.

В дальнейшем, планируется проведение проверки результатов лабораторных исследований в производственных условиях, при измельчении кукурузы.

Заключение. Рассмотрена возможность рационального применения в качестве материала изготовления ножей измельчителя кукурузы, стали 45, подвергнутой электромеханическому упрочнению, взамен ранее применявшейся стали 65Г. По результатам исследований определено, что при ЭМУ повышается износостойкость ножей в 2,9 раза, усталостная прочность – до 2060 МПа, ударная вязкость – до 28 Дж/см².

Библиографический список

1. Патент RU 2369082 Российская Федерация, МКП A01F 29/00 Измельчитель корнеклубнеплодов / Н.П. Аюгин, В.И. Курдюмов, М.Н. Лемаева; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». – 2007148370; заявл 24.12.2007; опубл. 10.10.2009, Бюл. №15.
2. Патент RU 73153 Российская Федерация, МКП A01F 29/00 Измельчитель корнеклубнеплодов / Н.П. Аюгин, В.И. Курдюмов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». – 2007143047/22; заявл 20.11.2007; опубл. 25.05.2008, Бюл. № 14.
3. Курдюмов В.И. Измельчитель корнеклубнеплодов // В.И. Курдюмов, П.Н. Аюгин, М.Н. Лемаева // Сельский механизатор. – 2014. - № 6. – С.30.
4. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей электромеханической обработкой. – Л.: Машиностроение, 1989. – 184 с.
5. Патент RU № 2385212. Способ упрочнения поверхности деталей / Жиганов В.И., Халимов Р.Ш., Смирнова Н.И.; Опубл. 27.03.2010 г.; Бюл. № 9.
6. Патент RU № 2514238. Способ электромеханического восстановления детали / Жиганов В.И., Халимов Р.Ш.; Опубл. 27.04.2014 г.; Бюл. № 35.
7. Патент РФ № 2383429. Многоинструментальная головка для электромеханической обработки плоских поверхностей, В. И. Жиганов, А. В. Морозов, К. Р. Кундротас, Р.Ш. Халимов. Опубл. 10.03.2010. Бюл. № 7.
8. Аюгин Н.П. Разработка энергосберегающего измельчителя корнеклубнеплодов / Н.П. Аюгин, Н.В. Павлушин, В.И. Курдюмов // Ползуновский альманах. - 2011. - № 4-2. - С. 9-13.
9. Халимов Р.Ш. Образование регулярного рельефа на поверхностях автотракторных деталей при их ремонте / Р.Ш. Халимов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы. – Пенза, 2013. – С. 123 - 126.

10. Халимов Р.Ш. Электромеханическая обработка с образованием регулярного рельефа поверхности деталей из серого чугуна / Р.Ш. Халимов // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2014. - №3. – С. 31-33.
11. ГОСТ 9454-78. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах. М.: Издательство стандартов, 1979. – 12 с.
12. Аюгин П.Н. Совершенствование технологического процесса обработки грубых кормов и обоснование конструкций измельчителя: Автореферат диссертации кандидата технических наук. – Рязань, 1989. – 17 с.

METHOD FOR RECOVERY OF PARTS AGRICULTURAL MACHINERY

Halimov K.Sh., Ayugin N.P., Ayugin P.N., Mozhaev A.A.

Keywords: hardening, grinding machines, hardening, reliability and durability.

A method of hardening of details of agricultural machinery electro-mechanical treatment. A comparative study of samples of knives, manufactured by traditional technology and strengthened electro-mechanical treatment.