

Следует отметить, что в случае возникновения отказа у производителя появляется возможность сопоставить и провести анализ причин либо последствий его появления на основании эксплуатационных данных, получаемых в режиме реального времени. Это позволит избежать повторного возникновения отказов, сокращения их последствий, а также минимизировать потери эксплуатирующей организации.

Список использованной литературы

1. Ольшевский, С.Н. Научное обоснование и разработка методов, технологии и средств диагностирования тракторных двигателей в эксплуатационных условиях. Дис. ... докт. тех. наук: 05.20.03. Новосибирск, 2017.
2. Щерба, А.В. Тенденции развития сервиса тракторной техники «Беларус» / А.В. Щерба, Л.В. Барташевич, А.Л. Барташевич // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. "Белагро-2018", Минск, 7-8 июня 2018 г. – Минск : БГАТУ, 2018. – С. 53-59.
3. Чичилов, И.И. Совершенствование методики и средств диагностирования дизельных двигателей. Дис. ... канд. тех. наук: 05.20.03. Зерноград, 2016.
4. Автоматизированная система управления техническим обслуживанием и ремонтом на основе программного обеспечения TRIM. TRIM-Planned Maintenance System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://remservisnt.ru/assets/files/trim-pms.pdf>. – Дата доступа: 29.04.2026.
5. TADVISER. Государство. Бизнес. Технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:TRIM-PMS_%28Planned_Maintenance_System%29. – Дата доступа: 29.04.2026.

Summary. An analysis of remote monitoring and service management tools for several tractor equipment manufacturers was conducted. The specifics of data processing and service support for BELARUS equipment using the "Automated Service Management System" were identified. Proposals for expanding the system's functionality are presented.

УДК 631.3.02:621.78

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

Шевчук М.А., ассистент

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

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКИ ПРИ УПРОЧНЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы применения импульсной закалки в сочетании со способами локального нанесения износостойких материалов при упрочнении деталей сельскохозяйственных машин, работающих в

условиях интенсивного абразивного изнашивания с ударными нагрузками. Приведены примеры практического использования данного подхода при упрочнении ножей кормоуборочных комбайнов, копачей свеклоуборочных машин, дисков сошников сеялок и ножей глубокорыхлителей.

Abstract. The article discusses the prospects of using pulse hardening in combination with methods of local application of wear-resistant materials for strengthening parts of agricultural machines operating under conditions of intense abrasive wear with impact loads. Examples of the practical use of this approach are given for strengthening the knives of forage harvesters, diggers of beet harvesters, discs of seeder coulters, and subsoiler blades.

Ключевые слова. Комбинированное упрочнение, импульсная закалка, наплавка, износ, ударная вязкость, твердость, ресурс.

Keywords. Combined hardening, pulse hardening, surfacing, wear, impact toughness, hardness, service life.

Технология импульсной закалки представляет собой метод термической обработки, при котором нагретая до температуры закалки деталь подвергается интенсивному воздействию потока охлаждающей среды, обеспечивающего сверхвысокую скорость теплоотвода [1].

Реализация таких условий охлаждения приводит к формированию в упрочнённой детали ультрамелкозернистой, а в определенных условиях нанокристаллической структуры. Получение такого структурного строения обеспечивает деталям высокую прочность и твёрдость, а также требуемый уровень ударной вязкости [1, 2].

Технология получила широкое применение на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения и агросервисов республики при упрочнении дисков и башмаков роторных косилок, дисков дискаторов, сошников сеялок, долот и лемехов плугов [3,4].

Перспективным направлением развития технологии импульсной закалки является ее применение в сочетании со способами локального нанесения износостойких материалов для упрочнения деталей рабочих органов машин, работающих в тяжелых условиях абразивного изнашивания. К режущей части таких деталей предъявляется принципиально важное требование – сохранение острой рабочей кромки в течение всего срока службы, что достигается за счёт реализации эффекта самозатачивания [5,6]. Сущность данного эффекта заключается в неравномерном износе материала: менее упрочнённые участки изнашиваются интенсивнее, тогда как зоны с повышенной твердостью сохраняют свою форму, обеспечивая постоянное восстановление остроты режущей кромки.

При комбинированном упрочнении на основе импульсной закалки локальное нанесение износостойких материалов предполагается осуществлять способами лазерной и электродуговой наплавки, электроискрового легирования, наплавки намораживанием. Применением

импульсной закали деталиам за счет формирования диссипативной мартенситной структуры придается повышенная прочность и твердость, способствующих восприятию динамических и ударных нагрузок без разрушения. Локальное нанесение износостойких материалов в зоне режущей кромки формирует участки с повышенной износостойкостью, что способствует поддержанию эффекта самозатачивания.

Технология комбинированного упрочнения была апробирована при изготовлении опытных образцов ножей измельчающего аппарата кормоуборочных комбайнов, копачей свеклоуборочных машин, дисков сошников, лап глубокорыхлителей.

При комбинированном упрочнении ножей измельчающего аппарата кормоуборочных комбайнов (рис. 1), изготовленных из стали 60ПП, первоначально осуществлялась их импульсная закалка с последующим низким отпуском. После чего выполнялась лазерная наплавка режущей кромки порошковой смесью ПС-12НВК. Толщина наплавленного слоя составляла 0,8–1,0 мм. После импульсной закали обеспечивалась Твердость основного металла упрочненного ножа составляла 55 – 60 HRC, при твердости наплавленного слоя 62 – 66 HRC.

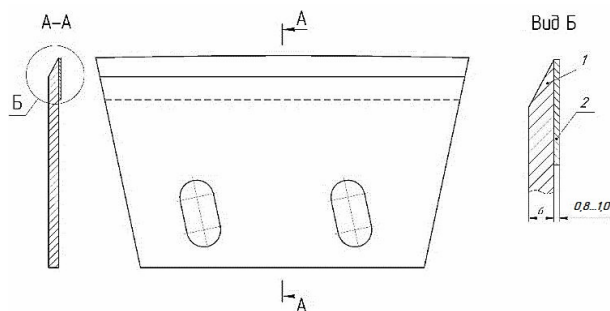


Рисунок 1 – Упрочненный нож измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна:
1 – нож; 2 – износостойкий слой

Копачи свеклоуборочных комбайнов (рисунок 2) изготавливались из стали 30ХГСА. Их упрочнение осуществлялось последовательным выполнением операций электродуговой наплавки и импульсной закали.

Нижняя торцевая и лезвийная поверхность копача наплавлялись электродом Т-590. Толщина наплавляемого износостойкого слоя составляла – $2,5 \pm 0,5$ мм. В последующем производилась импульсная закалка копачей в закалочном устройстве с охлаждением потоком жидкости и низкий отпуск. Твердость поверхности копача после закали и отпуска находилась в пределах 50 – 52 HRC. Твердость наплавленного слоя – 56 – 60 HRC.

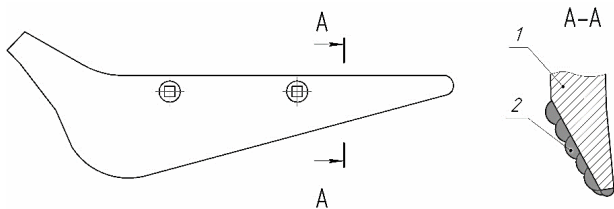


Рисунок 2 – Упрочненный комбинированным способом
опач свеклоуборочного комбайна: 1 – копач; 2 – износостойкий слой

Для дисков сошников (рисунок 3) применялась технология комбинированного упрочнения, включающая импульсную закалку, низкий отпуск и последующее электроискровое легирование режущей кромки электродом ВК8. Толщина упрочненного слоя, формируемого в процессе электроискрового легирования, составляла 0,4 – 0,5 мм.

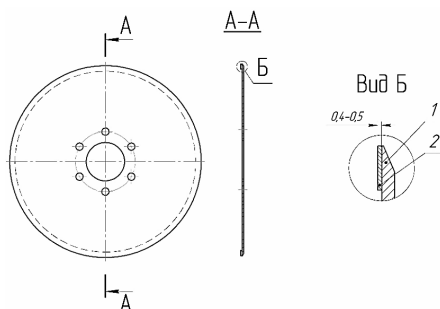


Рисунок 3 – Упрочненный комбинированным способом диск сошника
1 – диск сошника; 2 – износостойкий слой

Твердость основного металла диска (сталь 45) после комбинированного упрочнения составляла 48 – 50 HRC. Твердость износостойкого слоя находилась в пределах 56 – 60 HRC.

Комбинированное упрочнение деталей, изготовленных из стали 45, рабочих органов глубокихрыхлителей осуществлялось по следующей схеме. На первом этапе рабочая часть центральных ножей (рисунок 4) наплавлялась диффузионным намораживанием износостойкого сплава С27, а режущая кромка боковых ножей – электродуговой наплавкой электродом Т-590. При наплавке обеспечивалась толщина износостойкого слоя $2,5 \pm 0,5$ мм. После наплавки детали подвергались импульсной закалке и низкому отпуску. Износостойкий слой упрочненных деталей имел твердость – центрального – 61– 64 HRC, боковых 57 – 60 HRC.

Результаты выполненных работ по комбинированному упрочнению деталей сельскохозяйственных машин показали, что при эксплуатации упрочненных по данной технологии деталей может быть реализован

эффект их самозатачивания, подтверждение чего должно быть осуществлено эксплуатационными испытаниями.

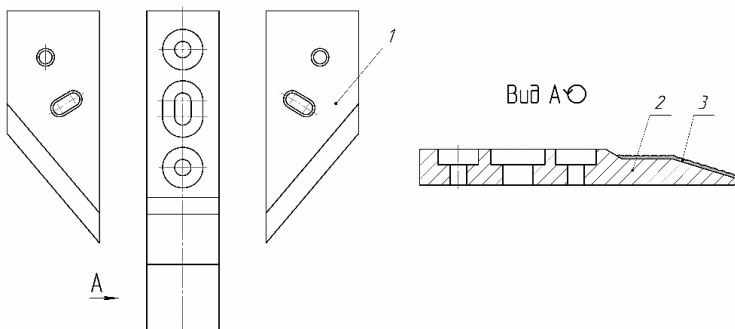


Рисунок 4 – Упрочненный комбинированным способом нож глубокорыхлителя
1 – боковой нож; 2 – центральный нож; 3 – износостойкий слой

Дальнейшие исследования комбинированной технологии целесообразно направить на исследование оптимальных параметров импульсной закалки и применяемых способов локального нанесения износостойких материалов и их влиянию на формирование свойств упрочненных деталей с учётом условий их эксплуатации.

Список использованной литературы

1. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин/И. Н. Шило [и др.] – Минск: БГАТУ, 2010. – 320с.
2. Бетень, Г.Ф. Анискович, Г.И. Модификация структуры и механических свойств стали пониженной прокаливаемости при импульсном закалочном охлаждении жидкостью. / MOTOROL/ – Lublin-Pszow, 2013, vol.15, №7 – С. 80–86.
3. Бетень, Г.Ф. Опыт упрочнения деталей из сталей пониженной прокаливаемости импульсным закалочным охлаждением жидкостью/ Г.Ф.Бетень, Г.И. Анискович // Вестник БарГУ/ – 2013, вып. 1 – С. 152–159.
4. Инновационные технологии упрочнения деталей сельскохозяйственной техники / Н.В. Казаровец, Г.Ф. Бетень, Г.И. Анискович, А.И. Гордиенко, В.С. Голубев, А.Н. Давидович//Сборник докладов 12 МНТК 10–12 сентября 2012 г., Углич. – М.: Известия, 2012. – С. 219–228.
5. Повышение ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин на основе совершенствования наплавочных технологий / Н. М. Ожегов, В. А. Ружьев, Д. А. Капошко [и др.] // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 121. – С. 273-281. – EDN VKBUXJ.
6. Soska R., Cico P., Mikus R. Working Life of Ploughshare Renovated by Hard Facing // MendelNet 2016. – 2016. – P. 928–932.

Summary. The article examines the prospects of applying pulse hardening in the technology of combined strengthening of agricultural machine components operating under conditions of intensive impact-abrasive wear, and presents examples of its practical implementation along with an assessment of directions for further research.