

УДК 631.3:658.567.1

**Миклуш В.П.**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, профессор;  
**Лисай Н.К.**<sup>2</sup>, кандидат технических наук, доцент;  
**Карпович С.К.**<sup>3</sup>, кандидат экономических наук, доцент;  
**Сайганов А.С.**<sup>4</sup>, доктор экономических наук, профессор;  
**Герасимов В.С.**<sup>5</sup>, заведующий лабораторией

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>2</sup> РО «Белагросервис», г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>3</sup> Министерство сельского хозяйства и продовольствия РБ;

<sup>4</sup> РНУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»;

<sup>5</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,  
г. Москва, Российская Федерация

## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕНОВАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы, связанные с организацией взаимодействия ремонтно-обслуживающих производств с участками утилизации сельскохозяйственной техники. Так как в процессе утилизации машин и оборудования проводится работа по отбору (дефектации) изношенных деталей (узлов), при создаваемых участках утилизации на ремонтно-обслуживающих предприятиях необходимо обеспечить их восстановление и упрочнение на основе использования инновационных технологий, обеспечивающих ресурс изделий на уровне новых.*

***Ключевые слова:** утилизация, реновационное производство, восстановление, упрочнение, инновационные технологии, высоко-ресурсный ремонт.*

### **Введение**

Ежегодно в Республике Беларусь списывается более 9,0 единиц сложной сельскохозяйственной техники, общей массой более 70,0 тыс. тонн. В структуру компонентов, составляющих конструктивную массу машин, например, трактора МТЗ-80.1, входят: сталь –

53,1 %; чугун – 29,6 %; цветные металлы – 3,6 %; резина – 9,9 %; пластмассы– 1,8 %; стекло – 1,7 %; композитные материалы – 0,3 %.

Утилизация выведенной из эксплуатации сельскохозяйственной техники и оборудования является одной из актуальнейших задач, стоящих в агропромышленном комплексе.

Основные компоненты после завершения жизненного цикла любого объекта (машины, оборудования) подлежат вторичному использованию, однако утилизации обязательно должны предшествовать научно-обоснованное максимальное количество ремонтов и других технических воздействий, повышающих их долговечность.

На рисунке 1 представлена структура жизненного цикла сельскохозяйственной техники, включая утилизацию, где отражены основные технические и экономические воздействия на нее в течение всего периода эксплуатации. Важным моментом в представленной структуре является обоснование возможности проведения утилизационных мероприятий с выбывшей из эксплуатации техники не только на специализированных предприятиях, но и непосредственно на заводах-изготовителях.



Рисунок 1 – Структура жизненного цикла сельскохозяйственной техники, включая утилизацию

Многokратное снижение расхода первичных материалов, энергии, а, следовательно, и снижение загрязнений окружающей среды

обеспечивает реновация технических изделий, отслуживших свой определенный регламентный цикл.

Реализацию реновационного производства целесообразно организовывать непосредственно на специализированных ремонтно-обслуживающих предприятиях, где организован цех (участок) по утилизации сельскохозяйственной техники. Данную работу экономически целесообразно проводить и непосредственно на заводах-изготовителях, так она базируется на существующих методах и способах промышленного производства и потребует минимальных затрат. При этом технологические процессы обработки изделий почти одинаковы для восстанавливаемых деталей и новых, изготавливаемых из первичных ресурсов. Отличие состоит в режимах обработки, в десятых раз меньших объёмах технологических работ и в 15...20 раз меньшей материало- и энергоёмкости.

Создание экологически безопасной системы утилизации сельскохозяйственной техники в сочетании с реновационным производством технических изделий – это экологический прорыв в решении проблемы сохранения среды нашего обитания, поэтому оно заслуживает более пристального внимания в научной, педагогической, производственно-технической, социальной и государственной сфере.

В нынешних условиях глобальной экологической опасности любая деятельность должна быть обоснована в первую очередь экологически. Никакие новые, наукоёмкие и высокие технологии и изделия не могут быть таковыми, если они не удовлетворяют экологическим критериям, которые необходимо разработать и законодательно утвердить.

### **Основная часть**

Особое место в системе ресурсосбережения занимает восстановление изношенных деталей.

Техническая сторона работ по восстановлению деталей состоит в обеспечении их высокого качества, необходимого для улучшения показателей надежности отремонтированных агрегатов, узлов и машин в целом. При этом главные составляющие восстановления – геометрические параметры корпусных и базовых деталей: блоков и головок блока цилиндров, коленчатых и распределительных валов, шатунов двигателей, корпусов трансмиссии, ходовой части шасси.

Исследования ученых показали, что в выбракованных машинах остается деталей, годных для эксплуатации – до 45 %, подлежащих восстановлению – до 50 %. Следует обратить внимание на то, что создание производств для восстановления деталей требует в 2 – 5 раза меньше капитальных вложений, чем производств для изготовления запасных частей. Важное преимущество – малая металлоемкость (необходимо в 20 – 30 раз меньше металла, чем для новых запасных частей).

Восстановление деталей, как правило, исключает экологически разрушительный энергоемкий металлургический цикл производства. При этом восстановление 1 т деталей из стали дает экономию 180 кВт·ч электроэнергии, 0,8 т угля, 0,5 т известняка, 175 м<sup>3</sup> природного газа. Стоимость восстановленных деталей составляет 30 – 50 % стоимости новой детали.

Перечисленные выше преимущества способствовали развитию производств по восстановлению деталей в советское время. Наибольшие объемы восстановления изношенных деталей были достигнуты в 1986 г. Так в Республике Беларусь он составлял более 25 % от стоимости потребляемых запасных частей, а в настоящее время не более 7 – 8 %. Следует отметить, что значительный рост затрат на ремонт, в значительной мере связан со снижением удельного веса восстанавливаемых деталей.

В настоящее время затраты на техническое обслуживание и ремонт находятся в пределах 12 – 13 % от себестоимости произведенной сельскохозяйственной продукции и составляют свыше 20 % в общих затратах на эксплуатацию машин и оборудования.

В структуре затрат на ремонт сельскохозяйственной техники стоимость запасных частей составляет 50 – 70 % и более.

Международная практика свидетельствует, что доля восстанавливаемых деталей в общем объеме потребления запасных частей достигает в зарубежных странах до 30 – 35 %.

Представляет интерес опыт иностранных государств. В таких странах как США, Япония доля восстановленных деталей в новом оборудовании в настоящее время составляет 35 – 40 %. В США для ремонта автомобилей существуют директивы Федеральной торговой комиссии (ФТС) по восстановлению изделий автомобильной промышленности. Номенклатура их расширяется и охватывает до-

рогостоящие и металлоемкие детали, определяющие ресурс работы машины (агрегата) в целом, а также детали, процессы восстановления которых можно легко механизировать и автоматизировать. К ним относятся блоки и их головки, коленчатые валы, гильзы цилиндров, распределительные валы, шатуны, маховики, корпусные детали, валы, шестерни, опорные катки, гусеницы, направляющие и ведущие колеса и др.

Расширение номенклатуры восстанавливаемых деталей – одна из важнейших проблем, которой заняты основные фирмы большинства стран, производящие сельскохозяйственную, дорожно-строительную технику и грузовые автомобили.

За рубежом изношенные, годные к восстановлению детали собирают через широкую сеть дилеров, а также путем обмена отказавших или требующих ремонта агрегатов на новые или отремонтированные, продажей мелкими ремонтными предприятиями крупным заводам или специализированным фирмам изношенных дорогостоящих деталей, годных к восстановлению.

При продаже новых запасных частей или узлов дилеры снижают цены на 20 – 25 %.

В современных условиях вопросы ремонта агрегатов и узлов машин с восстановлением и упрочнением деталей решены на недостаточном уровне, что обуславливает необходимость создания участков нанесения упрочняющих и восстановительных наноструктурированных покрытий на детали машин с использованием электроискровых, денатационно-газовых, лазерных, гальвано-химических, газотермических и других методов. Для каждого метода необходимо обосновать номенклатуру деталей, разработать технологические процессы, изготовить нестандартное оборудование разработать планировочные решения, провести пусконаладочные работы, и обучить обслуживающий персонал.

Учитывая, что в процессе утилизации сельскохозяйственной техники проводится работа по отбору изношенных деталей и узлов, в создаваемых цехах (участках) утилизации на ремонтно-обслуживающих предприятиях должна быть обязательно организована работа по их восстановлению и упрочнению. На рисунке 2 представлена принципиальная схема взаимодействия участков утилизации и восстановления деталей и узлов.



\*ВЭТ – вышедшая из эксплуатации техника

Рисунок 2 – Схема взаимодействия участков утилизации и восстановления деталей

Отечественный и мировой опыт показывают, что во многих случаях качественное восстановление целесообразно не только экономически, но может существенно увеличить ресурс восстановленной детали и механизма в целом. В первую очередь это относится к результатам восстановления базовых деталей, имеющих большую остаточную стоимость и небольшие износы или дефекты. Возможность восстановления, позволяет повторно использовать лимитирующие ресурс машин детали, что является актуальной задачей, поскольку при этом экономятся материальные, трудовые и топливно-энергетические ресурсы.

Высококачественный ремонт сельскохозяйственной техники с использованием деталей, восстановленных по инновационным технологиям, обеспечивающим ресурс не менее 100 % от ресурса новых, является одной из важнейших стратегических задач в системе технической эксплуатации. Следует отметить, что решению этой задачи посвящены исследования многих ученых. При этом главенствующая роль принадлежит ученым ГОСНИТИ.

Одной из последних разработок является технологический проект инновационного центра высокоресурсного ремонта сельскохозяйственной техники на региональном уровне.

Целевая задача инновационных центров – обеспечить сельскохозяйственных товаропроизводителей высокоресурсным ремонтом наиболее сложных и дорогостоящих агрегатов и узлов сельскохозяйственной техники: двигателей, гидравлического оборудования, топливных насосов, агрегатов трансмиссии, гидроусилителей рулевого управления, турбокомпрессоров и др. [1 – 3].

Для обеспечения высокоресурсного ремонта в инновационных центрах предполагается внедрить комплексы соответствующего оборудования с приоритетным развитием участков восстановления и упрочнения деталей, обеспечивающих совокупную экономическую эффективность ремонта сельскохозяйственным товаропроизводителям.

При этом на участках восстановления должны быть внедрены инновационные технологии восстановления блока и головок блока цилиндров, коленчатых валов, шатунов и клапанов двигателей, деталей турбокомпрессоров, золотников гидрораспределителей и других деталей.

На участке упрочнения должны быть внедрены, в первую очередь, технологии упрочнения часто заменяемых деталей почвообрабатывающей, посевной и кормозаготовительной техники.

Уникальность данного проекта состоит в использовании современных методов нанесения покрытий с улучшенными физико-механическими свойствами за счет использования концентрированных источников энергии и получения нанодисперсных частиц, обеспечивающих повышение износостойкости деталей в 2 – 6 раз.

Существующие методы нанесения покрытий не обеспечивают значительное повышение износостойкости и, как правило, ресурс отремонтированных узлов и агрегатов составляет 0,5 – 0,6 от ресурса новых. Отремонтированные узлы и агрегаты машин с использованием упрочненных деталей будут иметь 100 %-ный ресурс и стоимость их будет составлять не более 30 – 60 % от стоимости новых узлов и агрегатов. В Российской Федерации предполагается создать 15 центров, расположенных в различных регионах страны с учетом концентрации техники и наличием существующих ремонтно-технических предприятий.

В Республике Беларусь целесообразно рассмотреть вопрос о создании аналогичных центров на региональном уровне (по одному в области) используя технический потенциал имеющихся ремонтных предприятий

Создаваемые центры будут также использовать утилизированные узлы и агрегаты изношенной техники, полученные в соответствии с программой ее утилизации, а также детали импортной техники.

При определении параметров технического состояния деталей и узлов утилизируемой техники, включаются:

- параметры технического состояния – различные физические величины, характеризующие работоспособность машины, узла, агрегата;
- структурные параметры – размер износа, зазоры, мощность, твердость поверхности детали и т. д.;

- предельное значение параметра: определяет работоспособность машины и ее составных частей;
- ресурсный параметр: определяет предельное значение, приводящее к потере работоспособности машины;
- органолептические методы: оценка технического состояния машин на использование чувств человека (это субъективный метод);
- визуальный метод: определяет функциональные нарушения технического состояния машины по наличию течи топлива, воды, масла, цвета выхлопных газов и т. д.;
- инструментальный метод: основан на применении специальных измерительных средств контроля, позволяющих эффективно и быстро определять техническое состояние утилизируемой машины.

Предлагаемые технологии восстановления деталей компенсируют износ детали и требуют незначительного количества металла, а при некоторых технологиях (пластическая деформация, термопластическая деформация) дополнительный металл вообще не требуется.

В исследованиях ряда авторов показано, что при весовом износе машины 0,4 % она становится неработоспособной. По деталям прецизионной группы критический износ составляет 0,02 – 0,01 % от веса детали. Из приведенных данных следует, что 99 % металла сохранено в детали, при производстве которых уже привнесено значительное загрязнение. И если изношенные детали направить на переплавку, то металлургический процесс принесет значительные загрязнения окружающей среды.

В исследованиях показано, что при восстановлении коленчатого вала двигателя выбросов 19 раз меньше, чем при его изготовлении. Если сравнить изготовление машины и ее капитальный ремонт, то в среднем выбросы вредных веществ в 250 раз больше при изготовлении, чем при ремонте.

Необходимо особо отметить экономическую эффективность восстановления, при котором практически исключается энергоемкий металлургический цикл производства.

Создаваемые инновационные центры обеспечат восстановление наиболее дефицитных деталей для ремонта узлов и агрегатов как отечественной, так и зарубежной техники.

Номенклатура восстановленных деталей на разрабатываемом центре может составлять до 1200 наименований. Ниже приводятся технические характеристики участков, которые могут входить в состав инновационного центра.



***Участок ремонта гидравлических агрегатов.***

На данном участке будет организован ремонт гидрораспределителей, гидроцилиндров гидронасосов, аксиально-поршневых насосов и гидроусилителей рулевого управления с восстановлением и упрочнением изношенных деталей электроискровой обработкой.

Стоимость ремонта агрегатов с восстановлением и упрочнением деталей составит 50 % от стоимости новых агрегатов с обеспечением 100 %-го ресурса.

***Участок восстановления коленчатых валов.***

На данном участке предполагается восстанавливать изношенные шейки коленчатых валов автотракторных двигателей, включая импортные детонационно-газовым методом, который превосходит по техническим характеристикам другие методы газотермического напыления. Отличительной его особенностью является высокая скорострельность детонационной пушки – 20 выстрелов в секунду и за счет высокой скорости напыляемых частиц, превышающей на порядок адгезию покрытия по сравнению с плазменными и газоплазменными методами.

***Участок лазерной наплавки и термоупрочнения.***

На данном участке предполагается выполнять работы по упрочнению рабочих органов сельскохозяйственных машин (лемех, лапы, диски) методом наплавки порошковыми материалами.

Тип лазера – твердотельный, диодный;

*Основные характеристики комплекса:*

- производительность – до 5 кг/ч;
- рабочие газы – аргон и воздух;
- максимальная потребляемая мощность комплекса – 30 кВт;
- наплавляемые материалы – сплавы на основе Ni, Co, Fe, цветные металлы и сплавы;
- материалы, на которые можно наплавлять – стали, с содержанием углерода менее 0,8 %, медь, никелевые, кобальтовые, сплавы на основе алюминия, меди и др.
- КИМ – до 95 %.

*Основные характеристики получаемых покрытий:*

- толщина наплавки (0,5 – 15 мм и более);
- глубина проплавления (10 – 500 мкм);
- степень перемешивания (не более 1 %);
- твердость (до 64 HRC);
- сплошность покрытия – 100% (после отработки технологии);
- прочность сцепления – металлургическая связь.

Выполненные научно-исследовательские работы по упрочнению рабочих органов сельскохозяйственных машин показали высокую эффективность лазерной наплавки. Износостойкость наплавленных деталей лазером увеличивается в 2 раза.

На рисунке 3 представлены фрагменты восстановления отдельных деталей и узлов сельскохозяйственных машин, технологии по которым разработаны в ГОСНИТИ.



Рисунок 3 – Фрагменты восстановления и упрочнения отдельных деталей сельскохозяйственной техники

Особое место в предлагаемых инновационных технологиях восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники занимают **электроискровые методы обработки (ЭИО)**.

Важным достоинством ЭИО является отсутствие значительного теплового влияния на деталь в процессе обработки, что свойственно сварочно-наплавочным способам; поэтому исключена тепловая остаточная деформация детали. Этот метод обладает высокой универсальностью и эффективностью при решении задач машиностроительного и ремонтного производства.

Характерной особенностью внедряемых технологий является нанесение покрытий на изношенные поверхности под размер, с

минимальным съемом нанесенного металла при последующей механической обработке или вообще без этой обработки.

При назначении технологии восстановления размеров или упрочняющей обработки руководствуются тем, что придание необходимых эксплуатационных свойств обрабатываемой поверхности обеспечивается применением электродных материалов с соответствующими физико-механическими свойствами, а получение требуемой толщины покрытия – путем подбора электрического режима.

### **Заключение**

Создание экологически безопасной системы утилизации сельскохозяйственной техники в сочетании с реновационным производством технических изделий – экологический прорыв в решении проблемы сохранения среды нашего обитания, заслуживающий более пристального внимания в научной, педагогической, производственно-технической, социальной и государственной сфере.

Реализацию реновационного производства целесообразно организовывать непосредственно на специализированных ремонтно-обслуживающих предприятиях, где организован цех (участок) по утилизации сельскохозяйственной техники.

### **Список использованной литературы**

1. Утилизация сельскохозяйственной техники: проблемы и решения: науч. издание / С.А. Соловьев и др. – М.:ФБГНУ «Росинформротех», 2015. –172 с.
2. Инновационные проекты и разработки в области технического сервиса: науч. издание. – М.: ФГНУ «Росинформротех», 2010. – 96 с.
3. Инновационные направления развития ремонтно-эксплуатационной базы для сельскохозяйственной техники: научное издание. – М.:ФБГНУ «Росинформротех», 2014. – 160 с.

**Abstract.** The article discusses issues related to the organization of interaction with the repair and service industries with areas of recycling of agricultural machinery. As in the process of utilization of machinery and equipment carries out work on selection (fault detection) worn parts (nodes), with plots generated in the recycling of repair-serving enterprises need to ensure their restoration and strengthening through the use of innovative

**Key words:** recycling, renovation production, restoration, stabilization, innovative technologies, high-life repair.