

УДК 621.793.7

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ИХ РЕСУРС НА УРОВНЕ И ПРЕВЫШАЮЩЕМ УРОВЕНЬ НОВЫХ

Лузан С.А. д.т.н., проф.

(Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет)

*Статья посвящена анализу методов и способов восстановления деталей сельскохозяйственных машин. Рассмотрены применяемые классификации восстанавливаемых деталей и рекомендована модульная, как наиболее прогрессивная для организации производства по восстановлению деталей*

**Введение.** Способы восстановления деталей машин предусматривают компенсацию утраченных в процессе эксплуатации поверхностных слоёв основного конструкционного материала (восстановление номинальных чертёжных размеров и эксплуатационных свойств) путём нанесения на изношенные участки новых масс (слоев) материала той же или другой марки. В ряде случаев при восстановлении используют метод растачивания на следующий ремонтный размер, при этом меняют сопрягаемую деталь. Также требуется проведение специальных обработок – отжига для снятия напряжений, упрочнения для повышения износостойкости [1].

**Анализ основных достижений и публикаций.** В различных отраслях народного хозяйства, в том числе и при ремонте сельскохозяйственных машин и средств транспорта, применяется большое количество методов и способов восстановления деталей [2, 3]. Анализ данных [4–6] позволяет сделать вывод, что доля деталей, восстанавливаемых на предприятиях агропромышленного комплекса наплавкой, газотермическими, электрохимическими и другими, наиболее часто применяемыми методами, составляет:

– методами наплавки	34,4%
– способами газотермического напыления	26,1%
– электрохимическими покрытиями	20,4%
– другими методами	19,1%

Нанесение покрытий методами наплавки занимает первое место среди используемых технологий.

Способы газотермического напыления, занимающие в настоящее время по объёму восстанавливаемых деталей 2 место, используются на предприятиях с середины 70 годов. Следует отметить, что основная доля деталей, восстанавливаемых газотермическими покрытиями (94%), приходится на газопламенное напыление (ГПН).

Качество отремонтированных деталей определяется технологическими возможностями процесса восстановления, в результате которых формируются физико-механические свойства и структурное состояние материала, геометрия и

другие характеристики поверхности. Также важны и сопутствующие процессы, такие как распространение теплоты, изменение структуры основного металла в зоне термического влияния, возникновение остаточных напряжений и деформаций. Для обеспечения надежного защитного действия покрытия на основу необходимо стремиться ослабить влияние остаточных напряжений, кислорода, дефектности покрытия.

Наиболее распространенным способом восстановления изношенных деталей считается наплавка. В процессе эксплуатации на тяжело нагруженных участках деталей под действием высоких удельных нагрузок часто происходит наклеп и упрочнение поверхностного слоя, приводящих к повышению твердости. Наплавка позволяет восстановить геометрические размеры, получить необходимую твердость. Обычно, при этом способе восстановления необходим предварительный нагрев детали. Температура подогрева выбирается в зависимости от химического состава и размеров детали. Так, для углеродистых сталей в зависимости от массовой доли углерода температура подогрева составляет от 100 до 400°C. Во всех случаях предварительный нагрев, входящий в процесс наплавки, вызывает появление остаточных напряжений растяжения, которые отрицательно влияют на усталостную прочность металла.

Для упрочнения и восстановления деталей машин и оборудования в настоящее время у нас в стране и за рубежом накоплен большой опыт по применению газотермических методов напыления износостойких покрытий системы Ni-Cr-B-Si, которые по объему применения для восстановления деталей вышли на второе место после наплавки.

**Формулировка целей статьи.** Дать рекомендации по способам восстановления деталей сельскохозяйственных машин, обеспечивающих их ресурс на уровне и превышающем уровень новых, а также организации технологии восстановления.

**Основной материал.** Детали характеризуются формой, размерами, материалами, массой, сбалансированностью, а также допусками (формы и расположения поверхностей): прямолинейности, плоскостности, круглости, цилиндричности, параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, позиционного отклонения, пересечения осей, радиального и торцового биения, наклона, формы заданного профиля. В процессе эксплуатации кроме изменения формы, размеров, массы и расположения поверхностей возникают трещины, обломы, сколы, забоины, нарушается балансировка.

Из всех восстанавливаемых поверхностей наружные и внутренние цилиндрические поверхности составляют – 53,3 %, резьбовые – 12,7 %, шлицевые – 10,4 %, зубчатые – 10,2 %, плоские – 6,5 %, все остальные – 6,9 %.

Кроме параметров восстанавливаемых поверхностей (форма, размеры, физико-механические свойства, точность, шероховатость, целостность, вид термической или химико-термической обработки, наличие и материал покрытия) для выбора способа восстановления очень важными факторами являются: тип сопряжения, виды трения и относительного перемещения поверхностей в

процессе эксплуатации машин. Эти факторы объединяются общим понятием – показатели условий работы.

Необходимо отметить, что наибольшее число деталей (около 83%) имеет износ до 0,6 мм [7]. Из них износ до 0,1 мм – 52%, до 0,2 – 12%, до 0,3 – 10%, до 0,4 – 1%, до 0,5 – 5% и до 0,6 – 3%, что соответствует технологическим возможностям газопламенного способа нанесения покрытий.

Для проектирования технологического процесса восстановления деталей по маршрутной технологии необходимо иметь сведения о сочетании дефектов и способах их устранения, а при групповом методе ещё и классификацию деталей по конструктивно-технологической однородности и дефектам. Классификация восстанавливаемых деталей преследует цель сокращения объема работ при организации восстановительного производства путем приведения его к типовому или модульному видам как наиболее прогрессивным в технико-экономическом отношении [3].

Идеи типизации технологических процессов заложил А.П. Соколовский. Под типизацией понимают создание процессов обработки групп конструктивно подобных деталей. Для их изготовления выбирают оптимальные маршруты, средства технологического оснащения и формы организации производства. Метод основывается на классификации процессов, в основе которого лежит классификация деталей. Класс объединяет детали, связанные общностью технологических задач.

Однотипные детали обрабатывают по типовым технологическим процессам, которые характеризуются единообразием содержания и последовательности выполнения большинства технологических операций и переходов для групп деталей с общими конструктивными признаками. Технологическая типизация в восстановительном производстве получила широкое распространение в виде типовых технологических процессов по нанесению покрытий.

Метод групповой обработки металлов, был разработан С.П. Митрофановым на основе классификации деталей. Метод устанавливает однотипные способы обработки с использованием быстропереналаживаемых средств технологического оснащения для групп однородных по конструктивно-технологическим признакам деталей. Принципиальное отличие типовой технологии от групповой в том, что первая характеризуется общностью последовательности и содержания операций при обработке типовой группы деталей, а вторая – общностью оборудования и технологической оснастки при выполнении отдельных операций или при полном изготовлении группы разнородных деталей.

И.И. Луневским разработана укрупненная классификация деталей тяжелых гусеничных тракторов. Применительно к авторемонтному производству известна классификация автомобильных деталей предложенная В.А. Шадричевым. К достоинству этой классификаций следует отнести разделение деталей не только по классам, но и группам с целью систематизации и научного обоснования применяемых способов восстановления.

Классификация включает 11 классов с различным числом групп в каждом классе в зависимости от разнообразия структурных характеристик деталей и способов восстановления. Детали распределены на классы и группы с учетом общности габаритов, геометрической формы, материала и термообработки, дефектов различных рабочих поверхностей, применяемых способов восстановления, механической обработки и др.

Наибольшее сокращение видов восстанавливаемых объектов дает переход от деталей к их элементам и разработки соответствующей классификации. Элементом деталей соответствуют характерные виды износов, сопрягаемые элементы деталей, виды нагрузок и др.

Организация процессов восстановления деталей, основанная на использовании классификации элементов сопрягающихся деталей, является наиболее экономически эффективной. Поскольку предполагает разработку технологических модулей восстановления элементов разнотипных деталей, из которых формируются технологии восстановления конкретных деталей. Основной методологический принцип заключается в применении ограниченного числа типовых модульных технологических операций восстановления элементов деталей к восстановлению деталей различных классов и групп.

Предлагаемая в работе [8] классификация сопряжений состоит из 10 классов модулей и 8 подклассов, которые учитывают кроме вышеперечисленных факторов также вид нагрузки, скорость и величину износа деталей. Предлагаемая классификация позволяет группировать модули сопряженных деталей по 10 классам и 8 подклассам и для них разрабатывать модульные технологические процессы восстановления. Формирование модульного технологического процесса восстановления деталей представляет собой компоновку типовых модульных технологических процессов восстановления модулей поверхности. Каждый блок процессов обеспечен соответствующим типовым оборудованием, инструментом и контрольно-измерительными средствами. Модульный процесс объединяет в себе преимущества единичного процесса, т.к. учитывает особенности конкретной детали; типового процесса, поскольку сохраняет идею типизации на уровне восстановления модуля поверхностей; группового процесса, т.к. объединяет разные детали в группы даже в единичном производстве, и придает процессу гибкость. Модульная технология позволяет свести к минимуму разнообразие технологических процессов и средств технологического оснащения, исключить дублирование работ в области технологической подготовки производства, внедрить поточную организацию восстановления деталей в мелкосерийном и единичном производствах.

Производство по восстановлению деталей, организованное на модульном принципе обладает гибкостью, мобильностью, способностью быстро и с минимальными издержками переходить на выпуск новых изделий. Применение модульных технологий наиболее эффективно при подготовке

восстановительного производства для большой номенклатуры деталей.

В процессе разработки модульного технологического процесса описываются отдельные оптимизированные технологии восстановления отдельных элементов деталей типовых модульных сопряжений во временной последовательности, из которых формируется модуль.

Все разработанные технологические модули восстановления элементов детали вписывают в соответствующие блоки операций восстановления деталей.

Ремонт сельскохозяйственных машин заключается в экономически обоснованном устранении неисправностей и восстановлении их ресурса после периода эксплуатации, другими словами во вторичном производстве изделий из имеющегося ремонтного фонда.

В сельскохозяйственном машиностроении, которое относится к ведущим отраслям промышленности, действует система мер по содержанию техники в исправном состоянии. Эта система имеет плано-предупредительный характер и включает два вида воздействий. Воздействия первого вида выполняются в плановом порядке и направлены на уменьшение интенсивности изнашивания деталей за счет предупреждения и своевременного выявления неисправностей при техническом обслуживании. Воздействия второго вида необходимы для устранения неисправностей средств транспорта и восстановлении их ресурса путем замены или восстановления изношенных деталей. Эти ремонтные работы производятся в случае необходимости, которая возникает при отказе машины или выявляется путем диагностирования. Наиболее прогрессивной считается плано-диагностическая система ремонтов, которая предусматривает диагностирование, определение неисправностей и остаточного ресурса деталей и агрегатов машин. Поэтому главная задача ремонтного производства состоит в экономически эффективном восстановлении долговечности деталей машин.

**Выводы.** Анализ методов и способов восстановления деталей сельскохозяйственных машин, их величины износов, классификаций, применяемых для восстанавливаемых деталей, и принципов организации производств позволяет сделать следующие выводы:

- доля деталей, восстанавливаемых на предприятиях агропромышленного комплекса газотермическими методами, составляет 26,1%;
- для обеспечения ресурса восстанавливаемых деталей на уровне и превышающем уровень новых рекомендуется применять способы газотермического напыления износостойких покрытий системы Ni-Cr-B-Si;
- наиболее экономически эффективна организация технологии восстановления деталей газотермическим напылением с использованием в процессе разработки классификации элементов сопрягающихся деталей на модульной основе.

### Список литературы

1. Черноиванов В. И. Организация и технология восстановления деталей машин / Черноиванов В. И. – М. : Агропромиздат, 1989. – 334 с.

2. Черноиванов В. И. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин / В. И. Черноиванов, В. П. Андреев – М. : Колос, 1983. – 287 с.
3. Восстановление деталей машин : [справочник] / Ф. И. Пантелеенко, В. П. Лялякин, В. П. Иванов, В. М. Константинов. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
4. Нормативный перечень восстанавливаемых деталей сельскохозяйственной техники. – М. : ГОСНИТИ, 1987. – 172 с.
5. Нормативы объёмов восстановления деталей на 100 списочных машин. – М.: ГОСНИТИ, 1987. – 78 с.
6. Номенклатура деталей (сборочных единиц), подлежащих восстановлению на предприятиях ГОСКОМСЕЛЬХОЗТЕХТИКИ СССР. – М. : ГОСНИТИ, 1985. – Ч. 1 – 160 с.
7. Воловик Е. Л. Справочник по восстановлению деталей / Воловик Е. Л. – М. : Колос, 1981. – 351 с.
8. Лузан С.О. Класифікація типових модульних сполучень деталей засобів транспорту / С.О. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: 2014. – Вип. 151. – С. 101-107.

## Анотація

### **Визначення способів відновлювання деталей сільськогосподарських машин, що забезпечують їх ресурс на рівні і перевищує рівень нових**

Лузан С. А. д. т. н., проф.

*Стаття присвячена аналізу методів і способів відновлювання деталей сільськогосподарських машин. Розглянуто застосовуються класифікації відновлюваних деталей і рекомендована модульна, як найбільш прогресивна для організації виробництва по відновлюванню деталей*

## Abstract

### **Determining methods of repair parts agricultural machinery, ensuring their resource level and above the level of the new**

Luzan S.

*The article is devoted to analysis of the methods and repair parts for farm machinery. Considered applicable to the classification of recovered parts and recommended modular, as the most progressive for the organization of production on restoration parts.*