



Электронное научное издание
«Ученые заметки ТОГУ»
2022, Том 13, № 3, С. 35 – 40

Свидетельство
Эл № ФС 77-39676 от 05.05.2010
[http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/
ejournal@pnu.edu.ru](http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/ejournal@pnu.edu.ru)

УДК 629.33

© 2022 г. О. В. Казаников,
Р.С. Секретов

(Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск)

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

В статье приводится краткий обзор комплексного исследования причин выхода из строя блока цилиндров двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и анализ основных способов восстановления блока цилиндров ДВС путём нанесения покрытий.

Ключевые слова: технические характеристики, методы восстановления, холодное газодинамическое напыление.

O. S. Kazanikov, R. S. Sekretov

ANALYSIS OF THE RESTORATION OF WORN BODY PARTS OF CARS

The article provides a brief overview of a comprehensive study of the reasons for the failure of an internal combustion engine (ICE) cylinder block and an analysis of the main methods for restoring an internal combustion engine block by applying coatings.

Keywords: technical characteristics, restoration methods, cold gas-dynamic spraying.

Введение

В процессе эксплуатации автомобиля его рабочие свойства постепенно ухудшаются из-за изнашивания деталей, а также коррозии и усталости материала, из которого они изготовлены. Высокая эффективность централизованного ремонта обусловила развитие авторемонтного производства, которое всегда занимало значительное место в промышленном потенциале нашей страны. Объемы централизованного ремонта автомобилей и их составных частей достигли, а по некоторым позициям превзошли объемы их производства. Одной из прогрессивных тенденций в отечественной практике ремонта явилось широкое распространение восстановления деталей с применением холодного газодинамического напыления металлов. В качестве примера корпусной детали автомобиля, в статье рассматривается блок цилиндров двигателя CATERPILLARC15.

Анализ причин изнашивания блока цилиндров

Блок цилиндров — самая важная часть автомобильного двигателя. Именно он служит "базой", основой всего мотора. Грамотная дефектовка блока цилиндров позволит определить не только причины выхода мотора из строя, но и его пригодность для дальнейшей эксплуатации. К дефектам можно отнести: глубокие задиры и царапины на поверхности цилиндра, выработка поверхности цилиндра, трещины в цилиндрах, трещины на верхней плоскости блока, в районе отверстий под болты головки, трещины, пробоины на поверхностях блока цилиндров разрушение резьбы в крепёжных отверстиях, нарушение соосности и геометрии постелей коренных вкладышей, износ посадочных отверстий дополнительных валов, кавитации на гильзах цилиндра.

Основные способы восстановления блока цилиндров нанесением покрытий

Вопросы повышения долговечности деталей и снижения стоимости их ремонта способствовали разработке большого количества способов и методов их восстановления. Наиболее распространёнными в ремонтном производстве являются: сварка (холодная и горячая), пайка, восстановление полимерными материалами[1]. На рисунке 1 представлена классификация способов восстановления.

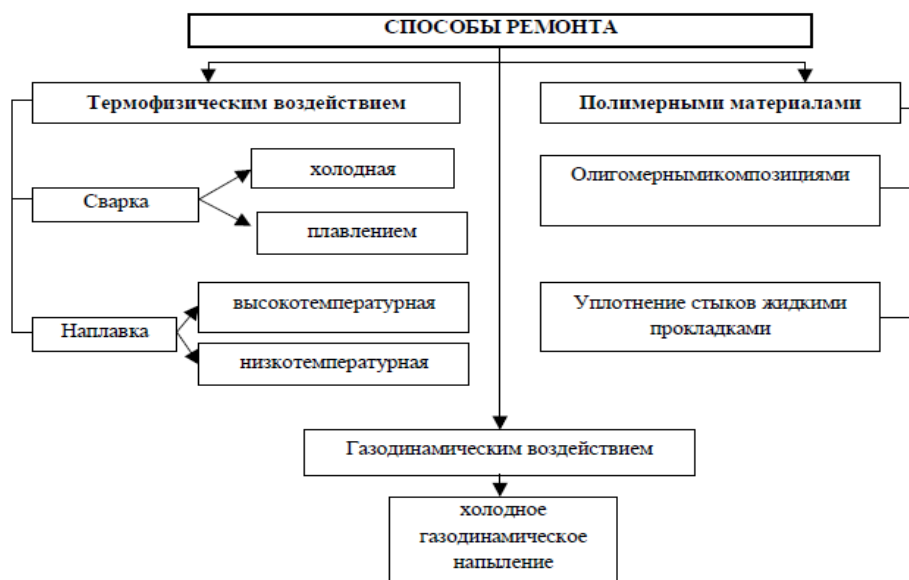


Рис. 1 - Классификация способов восстановления деталей

Целесообразность использования того или иного способа зависит от материала детали, степени и характера повреждения, технической оснащенности ремонтного фонда, экономических соображений. Конечный результат определяется правильным выбором применяемого способа ремонта, а также опытом и знаниями специалистов.

Наиболее широкое распространение в ремонтном производстве имеют сварочные методы восстановления деталей. Сварки подразделяют на горячие и холодные. К горячим методам ремонта чугунных корпусных деталей относят электродуговую и газовую сварку. При сварке плавлением кромки деталей и присадочный материал расплавляются теплотой газового пламени или электрической дуги, образуя сварочную ванну, а после кристаллизации – сварочный шов. Электродуговая сварка по сравнению с газовой обладает более высокими скоростями нагрева и остывания металла. Происходит это благодаря высокой энергии сварочной дуги.

В связи с этим вопросы внедрения в подвижных и стационарных ремонтных подразделениях альтернативных низко энерго- и трудоёмких способов восстановления корпусных деталей, обеспечивающих высокую безотказность и долговечность агрегатов машин и механизмов, сегодня актуальны. В большей степени вышеперечисленным требованиям отвечает метод «холодного» газодинамического напыления (ХГДН), разработанный Институтом теоретической и прикладной механики Сибирского отделения Российской Академии наук. Метод ХГДН разработан на основе эффекта закрепления на поверхности твердых частиц, движущихся со сверхзвуковой скоростью, при соударении с ней [2,3]. Процесс нанесения металлопокрытий реализуется с помощью оборудования ДИМЕТ (рис. 2).

Технологический процесс работы, которого включает, нагрев сжатого газа (воздуха), подачу его в сверхзвуковое сопло и формирование в сопле сверхзвукового воздушного потока, подачу в этот поток порошкового материала, ускорение этого материала в сопле сверхзвуковым потоком воздуха и направление его на поверхность восстанавливаемой детали[4].



Рис. 2 - Оборудование ДИМЕТ-403К для нанесения газодинамических покрытий

В качестве напыляемых материалов используются порошки металлов и сплавов или их механические смеси с керамическими порошками. При этом путем изменения

режимов работы оборудования можно проводить эрозионную обработку поверхности изделия, либо наносить металлические покрытия требуемых составов.

Метод характеризуется:

- низкой энергоемкостью процесса напыления;
- высокой производительностью напыления (до 20 кг/час);
- низким температурным воздействием на деталь (поверхность детали не нагревается выше 100-150^oC), отсутствием опасных газов и излучения;
- возможностью нанесения многокомпонентных покрытий с переменным содержанием компонентов по его толщине;
- оборудование ДИМЕТ отличается компактностью, мобильностью.

Нанесение покрытий возможно электроконтактной приваркой. Широко применяются электроискровые и электроимпульсные способы нанесения покрытий.

Особый интерес вызывает электроискровая наплавка и электроимпульсный способ восстановления. Суть электроискровой наплавки в том, что при сближении двух электродов происходит электрический разряд, при котором выделяется энергия, достаточная для расплавления частиц присадочного металла [4].

Расплавленные частицы, достигнув поверхности детали, свариваются с ней при адгезии материала катода с материалом детали анода. Эти мгновенные, следующие друг за другом, электрические и тепловые импульсы вызывают существенные изменения в структуре, как детали, так и наплавленного металла, что позволяет использовать для наплавки тугоплавкие материалы, например, твердые сплавы.

В связи с тем, что покрытие имеет значительные неровности и поры, электроискровая наплавка сопровождается либо одновременно действующим, либо последующим поверхностным пластическим деформированием, повышающим плотность формируемой поверхности [2,3].

Это не только снижает шероховатость обрабатываемой поверхности, но и уменьшает остаточные растягивающие напряжения, повышающие усталостную прочность деталей. Шероховатость поверхности уменьшается в 1,2...1,3 раза при осуществлении электроискровой наплавки во вращающемся магнитном поле. Электроискровая наплавка применяется в основном для восстановления и упрочнения режущих и других инструментов.

В настоящее время существует множество способов для восстановления изношенных деталей нанесением износостойких покрытий. Однако, в рыночных условиях экономического спада ремонтного производства традиционные технологические решения, ориентированные на массовый и крупносерийный тип производства, утратили практическую значимость. Реформирование экономики невозможно без развития и совершенствования различных форм хозяйствования, одна из которых – малые экономические структуры, которые рассматриваются в качестве символа производственной мобильности, рыночной гибкости и инновационной восприимчивости.

Обзор существующих способов подачи присадочных порошковых материалов

Для получения металлопокрытий применяют однокомпонентные порошки, используемые в порошковой металлургии; порошковые смеси, которые могут быть двух или многокомпонентными и состоять из различных металлических и неметаллических порошков; пасты-лигатуры, которые приготавливают замешиванием на какой-либо связующей основе (глицерине, воде, спирте и т.п.) порошков или механической смеси порошков; совместное применение порошковой шихты (однокомпонентной или смеси порошков) и пасты-лигатуры (в этом случае достигается многослойное строение покрытия,

что важно для деталей, у которых режущая кромка должна самозатачиваться в процессе износа); спеченные из порошков ленты; комбинированные материалы, например, порошковые проволоки и ленты, состоящие из металлической оболочки и порошкового наполнителя, а также ленты, на которых с помощью клея удерживается слой порошка.

Порошковые материалы обеспечивают возможность направленного формирования требуемой структуры присадочного порошка, тем самым, управляют процессом получения заданных физико-механических свойств наносимого покрытия. Присадочные порошки на основе железа имеют небольшую стоимость, что позволяет их использование в условиях малых ремонтных предприятий.

Присадочные ферромагнитные порошки обладают высокими магнитными свойствами. Распространение способов подачи ферромагнитных порошков, основанных на явлении гравитации, то есть, подаче порошков в рабочую зону самотеком, вызвано в первую очередь их простотой и отсутствием необходимости в дополнительных устройствах и приспособлениях. Подачу ферромагнитных порошков осуществляют, как правило, при затягивании порошка магнитным полем между рабочим инструментом и деталью, что гарантирует сплошность покрытия и постоянство его толщины. Из-за простоты реализации малые ремонтные предприятия выбирают именно этот способ.

Другим решением данной проблемы является применение заготовок из предварительно спеченных порошков. Технология изготовления спеченных лент заключается в составлении смеси порошков необходимого химического состава, смешивании композиции с добавлением связующих элементов, прессовании и спекании заготовок. Таким образом, обеспечивается необходимая толщина и свойства присадочного материала. Однако, сложность изготовления и высокая стоимость спеченных материалов ограничивают их применение в условиях малых ремонтных предприятий.

Таким образом, применение дополнительного магнитного поля является перспективным направлением нанесения присадочных порошков на поверхность изношенных деталей и представляет большой научный интерес. В связи с этим возникает предложение о целесообразности более глубокого исследования магнитных полей ЭИС с одновременным созданием необходимой оснастки и технологии [4].

Принципиально новое направление при восстановлении и упрочнении изношенных деталей машин заключается в совокупности процессов различной физической природы за счет одновременного технологического воздействия процессов нанесения покрытия и отделочно-упрочняющей обработки. Сочетание сложного комплекса физических, химических, механических и магнитных воздействий приведут к формированию принципиально нового состояния детали в результате не аддитивного суммирования качественных и количественных параметров, обуславливающих синергетический эффект.

Комбинированный способ обработки изношенных деталей в магнитном поле, заключающийся в совместном нанесении ферромагнитных порошков холодным газодинамическим способом и отделочно-упрочняющей обработки полученного покрытия, осуществляемой путем поверхностного пластического деформирования, представляет большой научный и практический интерес.

Заключение

1) На основании анализа выполненных исследований установлено, что из всех отказов двигателей Caterpillar C15 на долю износа блока цилиндров приходится до 40 %, 10—12 % из них обусловлены износом поверхности прилегания головки блока цилиндров. При этом известные в настоящее время способы восстановления поверхности при-

легания головки блока цилиндров не обеспечивают достаточной износостойкости.

В статье рассмотрены основные способы восстановления корпусных деталей автомобиля. Предложен прогрессивный метод восстановления холодным газодинамическим напылением.

Список литературы

- [1] Подготовка поверхностей деталей для нанесения упрочняющих покрытий / И. Н. Кравченко, Ю. В. Катаев, В. А. Сиротов, Я. В. Тарлаков // Сельский механизатор. 2017. № 8. С. 3638.
- [2] Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001.
- [3] Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001.
- [4] Применение плазменно-напыленных феррооксидов для поршневых колец автотракторных двигателей. И. Н. Кравченко, А. А. Пузряков, Ю. В. Катаев, И. Е. Пупавцев, Д. Г. Гречко // Труды ГОСНИТИ. 2016. Том 122. С. 188-193.