

**УДК 621.767**

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ РЕНОВАЦИИ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Александр Григорьевич Черенков

*Студент 3 курса,*

*кафедра «Подъемно-транспортные системы»*

*Калужский филиал Московского государственного технического университета им.*

*Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: В.В. Калмыков*

В настоящее время возрастает интерес к использованию восстановленных деталей при ремонте различной техники и оборудования, это актуально в силу того, что стоимость восстановления деталей значительно ниже стоимости их изготовления. При этом, чем сложнее деталь и, следовательно, чем дороже она в изготовлении, тем ниже затраты на ее восстановление [1]. Главной задачей реновации является восстановление рабочего ресурса изделия и повышение качества поверхности для дальнейшего использования.

Целью ремонтного производства является экономически эффективное восстановление надёжности машин в результате наиболее полного использования остаточной долговечности их деталей.

Существует большое число методов восстановления и упрочнения рабочих поверхностей деталей машин, обеспечивающих надёжную их работу в течение межремонтных сроков службы машин и механизмов, а в некоторых случаях - увеличивающих этот срок. Наиболее распространены из них следующие:

- наплавка;
- металлизация;
- восстановления деталей машин с использованием синтетических материалов;
- реновация изношенных деталей машин путем 3D-печати.

Согласно литературным источникам [2-5] наибольшее распространение получил метод наплавки. Этот метод дает возможность сравнительно быстро получить слой наплавленного металла значительной толщины, что особо важно при восстановлении деталей с высокой степенью износа. Метод экономичен, относительно прост: во-первых, дает возможность изменять химический состав наплавленного металла за счет легирования его с помощью электродной проволоки, флюса, электродного покрытия; во-вторых, увеличивает твердость металла и его износостойкость без дополнительной закалки; в-третьих, не имеет ограничений по размерам наплавливаемых поверхностей изделий. Наплавку можно применять для нанесения покрытия большой толщины без ограничений по размерам наплавливаемых поверхностей изделий, даже в полевых условиях (землеройных и сельскохозяйственных машин) [6].

Для восстановления и упрочнения также применяют метод металлизации. Применение данного метода обусловлено необходимостью восстановить размеры посадочных мест деталей, таких как муфты, подшипники качения, зубчатые колеса и т.п. Суть метода заключается в нанесении расплавленного металла с помощью специального прибора – металлизатора, струей воздуха или газа на поверхность детали [7]. Метод металлизации реализуется несколькими способами, наибольшее распространение из которых получили способы газопламенного и детонационного напыления. Их используют в случаях, когда нужно провести напыление полимерных и металлических

материалов (баббиты, никель, бронза, алюминий и т.д.), а также тугоплавких керамических соединений (окись титана, алюминия). Равномерное покрытие можно напылить как на большую площадь, так и на ограниченные участки изделий, можно напылять различные материалы в несколько слоев, что позволяет получать покрытия со специальными характеристиками. Напыление является удобным и высокоэкономичным в случаях, когда необходимо нанести покрытие на часть большого изделия. С помощью данного способа можно увеличить размеры детали на толщину не более 0,5...1 мм (восстановление и ремонт изношенных деталей), но при нанесении на небольшие части из-за значительных потерь напыляемого материала этот способ неэкономичен. Достоинством данного метода также является небольшое окисление металла, распыление которого обеспечивает высокую прочность обработанного покрытия. Оборудование, на котором производят напыление, сравнительно простое и легкое, его можно достаточно быстро перемещать. Однако в процессе напыления частицы напыляемого материала могут разлетаться и образовывать различные соединения с воздухом, что вредно для здоровья рабочих.

Широкое применение находит метод восстановления деталей машин с использованием синтетических материалов. Применение полимерных материалов довольно часто заменяет наплавку и сварку, а иногда позволяет восстановить рабочую поверхность деталей, ремонт которых традиционными способами невозможен [8]. В качестве синтетических материалов используются составы на основе эпоксидной смолы, различные пластмассы и клеи. Нанесение покрытий из раствора кистью используют для восстановления изношенных или поврежденных поверхностей крупногабаритных, а также сложных по конфигурации деталей, при этом структура материалов и их физические свойства не изменяются, так как отсутствует тепловое воздействие. С помощью данного способа заделывают трещины и проломы, соединения деталей, защищают и выравнивают поверхности, уплотняют соединения. Способ отличается простотой операций и возможностью соединения однородных и неоднородных материалов, также стоит отметить широкую номенклатуру применяемых материалов. Способ восстановления деталей машин с использованием синтетических материалов выгоднее в экономическом отношении, чем сварка, наплавка. При использовании данного способа необходимо учитывать коэффициент линейного расширения при нагревании, кроме того возникает потребность в большой площади сопрягаемых деталей – все это сужает его область применения. Недостатками полимерных материалов по сравнению с металлами являются меньшая прочность, интенсивное старение и низкая теплопроводность используемых материалов [9].

Одним из инновационных методов является реновация изношенных деталей машин путем 3D-печати. Для реализации данной задачи применяют DMT технологию (Laser-aided Direct Metal Tooling) [10]. Данная технология позволяет уменьшить затраты и время получения восстановленной детали. При DMT технологии в качестве основных материалов для восстановления используют металлические порошки, которые при эксплуатации расплавляются без отходов, что является большим преимуществом с точки зрения экологии. Особенностью данного метода является отсутствие ограничений по габаритным размерам, применение уникальной системы автоматического интуитивного воссоздания поверхности заготовок, не имеющих исходных CAD (computer-aided design) данных. Также полное восстановление рабочих характеристик и функционала изделий. Метод 3D-печати требует больших вложений, однако такая модернизация быстро окупается, например, в горнодобывающих предприятиях, так как убытки предприятий из-за простоев могут быть выше затрат на восстановление.

Таким образом, исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что в зависимости от размеров и режима работы машин наиболее целесообразно использовать

инновационные методы восстановления деталей при ремонте различной техники и оборудования. Благодаря правильному выбору метода можно в несколько раз повысить производительность восстановления деталей и уменьшить экономические затраты. К тому же в настоящее время возрастает тенденция к использованию наиболее экологических методов.

### Литература

1. Восстановление крановых колес электродуговой наплавкой с применением ферромагнитной шихты / *Лужных П. В.* // «Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии»: материалы Всероссийской науч.- технич. конф., 21-24 мар. 2014 г. Москва, 2014.
2. *Бороненков В. Н., Коробов Ю. С.* Основы дуговой металлизации. Физико-химические закономерности // Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. – 2012 г.
3. *Шишковский И.* Лазерный синтез функционально-градиентных мезоструктур и объемных изделий. Litres, 2018 г.
4. Повышение износостойкости и восстановление деталей машин и аппаратов : учебное пособие / С. Богодухов, Р. Сулейманов, А. Проскурин, Б. Шейнин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». Оренбург: ОГУ, 2012. 298 с.; [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259330> (04.03.2019).
5. *Псарев Д. Н.* и др. Технология механизированного нанесения полимерных покрытий на подшипники качения // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. №. 5.
6. *Ельцов В.В.* Восстановление и упрочнение деталей машин: Электронное учебное пособие. Т: Изд-во ТГУ, 2015 г. 85с.
7. *Захаров Ю. А., Ремзин Е. В., Мусатов Г. А.* Восстановление металлизацией деталей транспортно-технологических машин и комплексов // Молодой ученый. 2014. №19. С. 199-201. URL <https://moluch.ru/archive/78/13632/> (дата обращения: 03.03.2019).
8. *Голубев О. П.* и др. Применение клеевых составов при техническом сервисе автомобилей // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2010. Т. 6. №. 1.
9. Восстановление деталей машин с применением полимерных материалов. 9.02.2015 // Refleader.ru: [сайт]. URL: <http://refleader.ru/yfsmerbewmer.html> (дата обращения: 03.03.2019).
10. Метод реновации изношенных деталей горных машин путем 3D- печати / *Вавилова Ю.В.* // «72-е Дни науки студентов НИТУ "МИСиС"»: материалы науч.- технич. конф., 18-21 апреля 2017 г. Москва 2017.