

УДК 629.114.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА НАПЫЛЕНИЯ НА ФИЗИКО-  
МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТИЙ**  
RESEARCH OF THE INFLUENCE OF A TECHNOLOGICAL  
PARAMETERS OF THE SPRAYING ON THE PHYSICAL  
AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF COATINGS

**Б.Э. Мудинов**, магистрант, **В.М. Изоитко**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь  
B. Mudinov, undergraduate,  
V. Izoitko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*На основании выполненного анализа возможных способов восстановления и упрочнения деталей предложена технология формирования упрочняющего покрытия для восстановления работоспособности деталей автомобилей.*

*On the basis of the carried out analysis of possible methods of restoration and hardening of parts, the technology of formation of a hardening coating for restoration of operability of automobiles parts is proposed.*

*Ключевые слова: восстановление, упрочнение, покрытие, физико-механические характеристики.*

*Key words: restoration, hardening, coating, physical and mechanical characteristics.*

## ВВЕДЕНИЕ

Агрегаты и узлы автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин представляют собой совокупность множества деталей типа: вал, втулка, рычаг, корпус, шестерня, подвергающиеся в процессе эксплуатации воздействию различного рода сил и условий, приводящих к необратимым процессам изнашивания их рабочих поверхностей.

Восстановление деталей машин обеспечивает экономию высококачественного металла, топлива, энергетических и трудовых ресурсов, а также рациональное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды. Для восстановления работоспособности изношенных

деталей требуется в 5–8 раз меньше технологических операций по сравнению с изготовлением новых деталей.

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ

По данным специалистов в области технологий восстановления 85 % деталей восстанавливают при износе от 0,3 до 3,0 мм, т. е. их работоспособность восстанавливается при нанесении покрытия незначительной толщины. Однако ресурс восстановленных деталей по сравнению с новыми деталями во многих случаях остается низким. В то же время имеются такие примеры, когда ресурс двигателей, восстановленных электродуговым напылением (ЭДН), в несколько раз выше ресурса новых деталей.

В процессе ЭДН расплавленные частицы получают, расплавляя два электрода (проволоки) энергией электрической дуги, горящей между их концов, а доставку частиц на основу обеспечивают с помощью сжатого воздуха.

Преимуществами ЭДН перед другими газотермическими способами нанесения покрытий являются высокая производительность процесса, простота и доступность оборудования, отсутствие значительного термического влияния на основу, технологическая гибкость применения к различным типоразмерам деталей, низкая себестоимость восстановления детали. При использовании проволок из двух различных металлов можно получить покрытие из их сплава, причем возможно применение проволочных материалов с любой температурой плавления. Особенно эффективно применение ЭДН при нанесении покрытий на крупногабаритные, тонкостенные и длинномерные детали, на которых невозможно оплавление порошкового слоя, нанесенного газопламенным или плазменным методом, из-за их большой массы или коробления в процессе оплавления.

При разработке технологического процесса восстановления детали из всех возможных способов восстановления необходимо выбирать наиболее рациональный, обеспечивающий максимальный срок службы детали и наименьшую себестоимость ее восстановления.

При разработке технологических процессов и оборудования учитывают основные условия формирования качественных покрытий:

– термические воздействия на деталь должны полностью предотвращать фазовые или структурные превращения в основном металле;

– доля участия основного металла в покрытии должна быть близка к нулю;

– в зоне термического влияния основы не должны развиваться процессы релаксационного характера, способные изменить ее структуру и фазовый состав.

С позиции этих условий перспективно использование ЭДН.

Для ЭДН обычно применяют комплект ЭДН КДМ–2, в который входит ручной металлизатор ЭМ-14М. В металлизаторе применена более совершенная по сравнению с аналогами распылительная головка с охватывающим ее воздушным колпаком.

Для повышения основных физико-механических характеристик покрытий (адгезионной и когезионной прочности, пористости и др.) при напылении большое значение имеют скорость полета частиц и энергия соударения их с поверхностью. В этом плане выгодно отличается напыление при сверхзвуковых скоростях.

Совершенствование газодинамических и физико-химических процессов при ЭДН позволяет увеличить скорость и температуру струи транспортирующего газа и частиц, уменьшить диаметр капель, повысить плотность и снизить окисленность покрытия.

С экономической точки зрения при напылении покрытий целесообразно применение проволок производства стран СНГ. Для научных исследований с целью обоснования оптимального выбора марки проволоки для напыления необходимо рассмотреть проволоки с различным химическим составом. Проволоки Нп-65Г, Св-07Х18Н9ТЮ, Нп-Х20Н80Т, Св-08Г2С и Нп-40Х13 являются наиболее доступными для потребителей, а также существенно отличаются по химическому составу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на широкое распространение такие способы восстановления изношенных поверхностей деталей как наплавка, газотермическое напыление и гальванирование обладают рядом недостатков. Наиболее универсальным и приемлемым с точки зрения экономической эффективности является способ электродугового напыления с активированием распыляющего потока.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лялякин, В.П. Технология, оборудование и оснастка для восстановления и упрочнения деталей машин // Сварочное производство. – 1998. – № 1. – С. 14–16.
2. Применение электродуговой металлизации при восстановлении деталей / Шамко В.К.[и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 1986. – № 11. – С. 40–41.
3. Хасуи, А. Наплавка и напыление / А. Хасуи, О. Мorigаки. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.

Представлено 19.05.2020