

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДАМИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

Ivan Karpechenko<sup>1</sup>, Vasul Muronov<sup>1</sup>, Sergiu Shkyrat<sup>1</sup>, Pavlo Polyansky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National university of shipbuilding by him. adm. Makarova  
Boulevard of heroes to Stalingrad 9, Mykolayiv 54025, Ukraine

<sup>2</sup>Mykolayiv State Agrarian University, Ukraine  
Krylova Street 17, Mykolayiv 54040, Ukraine

**Аннотация.** В работе рассмотрены примеры восстановления изношенных деталей из стали и бронзы методами газотермического напыления.

**Ключевые слова:** газотермическое напыление, электродуговая металлизация, плазменное напыление.

### ВСТУПЛЕНИЕ

Экономия металла, защита его от коррозии, повышение надежности и долговечности машин и механизмов являются важнейшими задачами всех отраслей промышленности, при этом первостепенное значение приобретает правильный выбор способа упрочнения, защиты от коррозии и восстановления деталей.

Перспективным направлением повышения срока службы изделий является образование поверхностного слоя, контактирующего с внешней средой, с улучшенными свойствами.

Для восстановления изношенных деталей в основном применяют сварочно-наплавочные методы. Недостатком этих методов являются: значительные термические воздействия на деталь, возникновения в деталях остаточных напряжений, деформаций, трещин и, как следствие, снижения срока службы по сравнению с новыми деталями. Кроме того, для наплавленного материала характерен значительный разброс физико-механических свойств [1].

Одним из интенсивно развивающихся направлений является газотермическое напыление (ГТН) покрытий: газопламенное, плазменное, денатоционное, электродуговая металлизация [2, 3, 4]. При ГТН поверхность детали, на которую наносится покрытие, нагревается ниже температуры отпуска. Поэтому для процессов ГТН характерны малые тепловые деформации и во многих случаях отсутствие структурных изменений в детали. Это обуславливает эффективность ГТН-методов для улучшения эксплуатационных характеристик изделия.

Результаты анализа, выполненного консалтинговой фирмой The Technical Center for Mechanical Engineers (СЕТИМ) (Франция), показывают, что мировой объем рынка технологий ГТН в 2000 г. составил 1600 млн. евро, а рост в последующее десятилетие составит 25 % [5].

Электродуговое напыление предпочтительнее других способов газотермического напыления покрытий по таким показателям, как тепловая эффективность, стоимость напыляемых материалов, простота обслуживания. Расход электроэнергии на 1 кг расплавленного материала при электродуговом напылении составляет примерно 0,6 кВт/кг. При плазменном напылении энергетические затраты составляют 5 – 7 кВт/кг для порошкового напыления, 2 – 3 кВт/кг для проволоочного напыления [6]. Техничко-экономическая оценка, выполненная Ю.А. Харламовым, показала, что относительная стоимость электродуговых покрытий в 3 – 10 раз дешевле покрытий, получаемых другими способами газотермического напыления при обеспечении их высокой прочности [7].

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В Национальном университете кораблестроения имени адмирала Макарова по заказу станкоремонтной компании “Юг – Станкосервис” проведены работы по восстановлению двух изношенных втулок изготовленных из стали марки Ст45 и одной бронзовой втулки изготовленной из материала марки БрОЦС 5-5-5.

Стальные втулки работали в механизме гильотины, обеспечивая вращение зубчатого колеса диаметром 700 мм. Втулка закреплялась на валу при помощи шпонки. На вал с зафиксированной втулкой одевалась шестерня с бронзовой вставкой. В результате трения бронзовой вставки по стальной втулке произошел износ, как бронзовой вставки, так и стальной втулки.

Наружный диаметр стальной втулки 360 мм, внутренний 260 мм, ширина кольца 75 мм. Износ наружной поверхности составил 2 мм.

Для восстановления металлических колец был выбран метод электродугового напыления, который значительно снижает затраты на их ремонт по сравнению с другими методами газотермического напыления.

Восстановление колец проводили на установке электродугового напыления КДМ-2, состоящей из металлизационного аппарата ЭМ-14М с центральной сопловой системой подачи сжатого воздуха и источника питания “Тимез-500”, предназначенного для питания электрической дуги металлизационного аппарата постоянным током. Наружную поверхность колец напыляли цельнотянутой проволокой марки 65Г (диаметр 1,6 мм).

Перед нанесением покрытия поверхность обезжиривали ацетоном и подвергали струйно-абразивной обработке на установке марки 026-7 “Ремдеталь”. В качестве абразива использовали электрокорунд марки 7Б, шлифзерно номер 120.

Покрытие наносили на следующем режиме: напряжение 27 В, сила тока 200 А, скорость подачи проволоки 340 м/ч, давление сжатого воздуха 0,5...0,6 МПа, расстояние от среза сопла до напыляемой поверхности 100...120 мм.

Толщина покрытия составляла 2,3 мм.

После нанесения покрытия наружная поверхность колец шлифовалась в размер.

Стоимость работ по восстановлению стальной втулки электродуговым методом напыления составила 150 грн.

Бронзовая втулка работала в механизме пресса. В ней вращался стальной вал, в результате чего износ втулки по внутреннему диаметру составил 1,5 мм.

Наружный диаметр втулки 260 мм, внутренний 220 мм, ширина 280 мм.

Восстановление бронзовой втулки проводили на установке плазменного напыления "Киев-7". Для напыления использовали порошок марки ПГ-19М-01 (фракция 40...80 мкм).

Перед нанесением покрытия внутреннюю поверхность бронзовой втулки подготавливали аналогично, как и для электродугового метода напыления.

Покрытие наносили на следующем режиме: напряжение 210 В, сила тока 170 А, давление плазмообразующего газа 2,5 МПа, расход плазмообразующего газа 6,5 м<sup>3</sup>/ч (в качестве плазмообразующего газа использовали сжатый воздух).

Толщина нанесенного покрытия составляла 2 мм. После напыления втулку шлифовали в размер.

Стоимость работ по восстановлению бронзовой втулки плазменным методом нанесения покрытий составила 250 грн.

Приведенные примеры напыления обеспечивают возможность напыления большой номенклатуры материалов, которые могут также использоваться и в сельскохозяйственной технике. Эти методы позволили не только снизить затраты на закупку или изготовление новых деталей, но и сообщить восстановленным деталям новые ценные эксплуатационные свойства.

## ВЫВОДЫ

Качество восстановленных деталей полностью удовлетворило требования заказчиков. Восстановленные детали были установлены в узлы соответствующих механизмов, и как показал опыт их эксплуатации, обеспечивают надежную работу по сегодняшний день. Стоимость восстановительных работ по предложенной методике ниже более чем в 10 раз по сравнению с заменой изношенных деталей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пашенко В.Н., Фень Е.К.: Восстановление деталей транспортной техники методом электродугового напыления // Сварщик. – 2005. – № 3. – С. 16 – 18.
2. Сонин В.И.: Газотермическое напыление материалов в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1973. – 152 с.
3. Хасуй А.: Техника напыления. – М.: Машиностроение, 1975. – 286 с.
4. Анциферов В.Н., Бобров Г.В., Дружинин Л.К., и др.: – М.: Металлургия, 1987. – 792 с.
5. Пашенко В.Н., Фень Е.К.: Восстановление деталей транспортной техники методом электродугового напыления // Сварщик. – 2005. – № 3. – С. 16 – 18.

- 
6. Коробов Ю.С.: Эффективность применения активированной дуговой металлизации для нанесения защитных покрытий // Сварочное производство. – 2005. – № 2. – С. 47 – 50.
  7. Коробов Ю.С., Луканин В.Л. Прядко А.С., Изойтко В.Л.: Преимущество активированной дуговой металлизации // Сварщик. – 2002. – № 2. – С. 16.
  8. Коробов Ю.С., Прядко А.С.: Преимущество активированной дуговой металлизации при ремонте машиностроительного и металлургического оборудования // Сварщик. – 2005. – № 2. – С. 30 – 31.

#### RENEWAL OF THREADBARE DETAILS BY METHODS OF GAZO THERMAL NAPYLENYYA

**Summary.** In work the examples of renewal of threadbare details from steel and bronze are considered by the methods of газотермического напыления.

**Keywords:** gazo thermal napylenye, elektrodugovaya metallization, plasma napylenye.

**Reviewer:** Boris Butakov, Prof. Sc. D. Eng.