

# **Восстановление деталей припеканием металлических покрытий**

**1. Электроконтактная приварка  
металлического слоя**

**2. Индукционная наплавка**

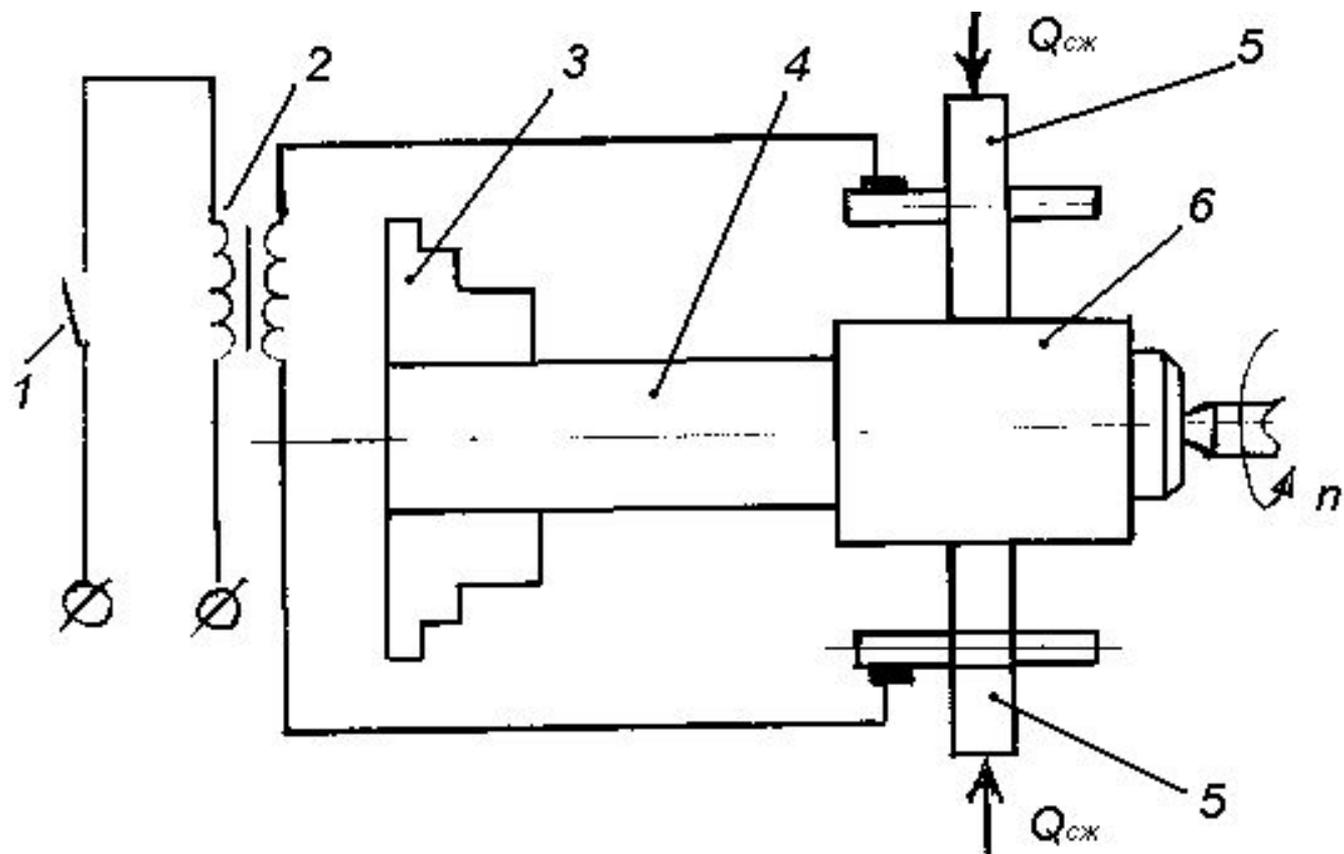
**3. Лазерная наплавка и  
газотермическое напыление**

## **Электроконтактная приварка металлического слоя**

Приварка происходит в результате воздействия сварочных импульсов, образующих сварочные прихватки.

Приварка осуществляется мощными импульсами тока к изношенной поверхности деталей компактных или порошковых материалов. Длительность импульса

0,02...0,16 сек., сила тока 4...30 кА.



1 – прерыватель; 2 – трансформатор; 3 – патрон для крепления деталей; 4 – восстанавливаемая деталь; 5 – роликовые электроды; 6 – привариваемая лента.

Рисунок 1 - Схема электроконтактной приварки ленты на вал.

Перекрытие точек происходит за счет вращения деталей со скоростью пропорциональной частоте импульсов тока и продольной подачей цилиндрических электродов.

Преимущества:

1. отсутствие нагрева детали;
2. повышение производительности в 2...3 раза;
3. снижение расхода металла в 3...4 раза;
4. одновременно с приваркой происходит закалка детали;
5. отсутствие выгорания легирующих элементов;
6. позволяет применять регулируемую по толщине приварку металлического слоя в пределах от 0,1 до 1,5 мм.

При оптимальных параметрах электроконтактной приварки прочность соединения материалов (деталей и присадочных материалов) достигает значений соизмеримых с прочностью одного из соединяемых материалов.

Разрушение происходит не по зоне соединения, а по менее прочному материалу.

## **Оборудование.**

Наиболее широко распространена установка ОКС-011-02 производства «Ремдеталь».

В ней используется сварочная головка ГКН-Р1, источник питания - трансформатор, мощностью 75 кВт, сварочный прерыватель и базовый вращатель - токарный станок 1К62 или 16К20.

На этой установке восстанавливают детали диаметром от 20 до 150 мм, длиной до 1200 мм, толщина свариваемого слоя 0,3...1,2 мм, диапазон частоты вращения шпинделя от 0,15 до 15 мин<sup>-1</sup>, скорость перемещения сварочной головки 4,5...450 мм/мин, производительность 100 см<sup>2</sup>/мин.

Восстанавливаемая деталь охлаждается для обеспечения закалки.  
Наплавочные материалы: наиболее распространены стальные ленты.  
Ленты выбираются исходя из необходимой твердости.

Таблица 1 – Материал и твердость наплавочных лент

Материал ленты	Твердость, HRC
Сталь 20	30...35
Сталь 40	40...45
Сталь 45	45...50
Сталь 55	55...60
Сталь 40X	60...65
Сталь 65Г	65

Используемая проволока:

1. сплошного сечения Св-08, Св-08ГС, Нп-30ХГСА
2. порошковая проволока ПП-АН-10
3. порошковые сплавы ПХ20Н80
4. самофлюсующиеся порошки ПГ-10-01

Для восстановления резьбовых поверхностей используют проволоки из малоуглеродистых сталей.

Порошковые материалы мало применяются из – за низкой прочности сцепления – усилие на разрыв составляет 150 – 300 Мпа, и пористости покрытия.

## Режимы обработки

1. Электрические параметры: сила сварочного тока должна обеспечивать высокую температуру достаточную для сварки, но не расплавлять металл (7...18 кА).

Длительность сварочного цикла – 0,12... 0,08 с.

2. Механические параметры:

- частота вращения детали;
- подача электродов от 3 до 4 мм/об.

Частота вращения и подача электродов подбираются для обеспечения 6...7 сварных точек на 1 см длины сварочного шва.

- усилие прижатия электродов

$$Q_{СЖ} = 0,64 \cdot \sqrt{I_{СВ}}$$

$$Q_{СЖ} \approx 1,7...2,25 \text{ кН}$$

Наилучший результат дает оптимальное соотношение между длительностью сварочного цикла и паузой – 0,5

## Вопрос 2. Индукционная наплавка

Отличительная особенность – бесконтактный способ передачи энергии посредством электромагнитного поля.

Это упрощает и расширяет возможности нагрева геометрически сложных поверхностей деталей.

При индукционной наплавке возникает поверхностный дефект, т. е. плотность вихревых токов при удалении от поверхности к центру уменьшается. Глубину проникновения вычисляемую по эмпирической формуле

$$\Delta = k / \sqrt{f}$$

$k$  – эмпирический коэффициент

$k_{сталь} = 20$

$k_{медь} = 67$

$k_{калюм} = 85$

$f$  – частота тока.

## Способы индукционной наплавки.

Способы классифицируются по виду присадочных материалов.

1. Порошкообразной шихтой: деталь с нанесенным слоем шихты (сплавы и флюс) вводят в индуктор ТВЧ.

Индуктор – одновитковая или многовитковая катушка, при помощи которой передается энергия от источника питания токов высокой частоты в деталь.

2. Монолитным (брикетированным) присадочным материалом: на восстанавливаемую поверхность наносят монолитный присадочный материал, форма которого соответствует наплавляемому слою.

Восстановление клапанов

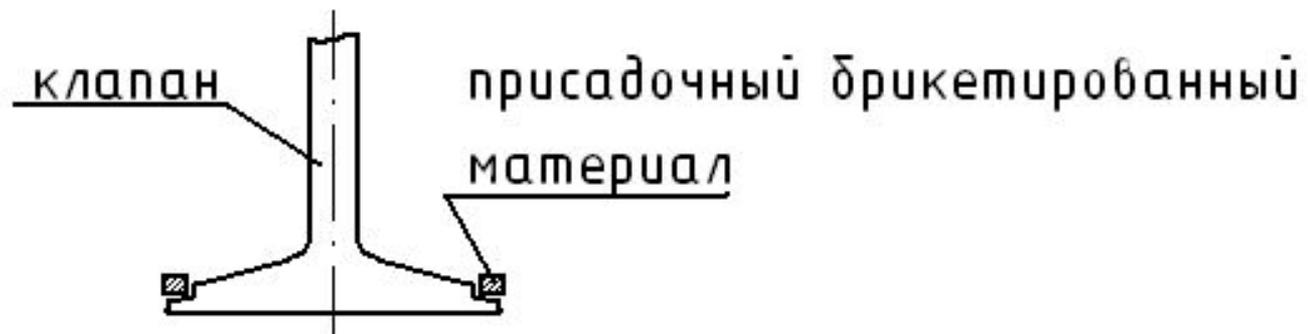


Рисунок 3 - Восстановление клапанов индукционной наплавкой

3. В огнеупорной среде: на деталь наносят присадочный материал, затем огнеупорную оболочку: термореактивная смола с добавлением кварцевого песка, и помещают в индуктор.

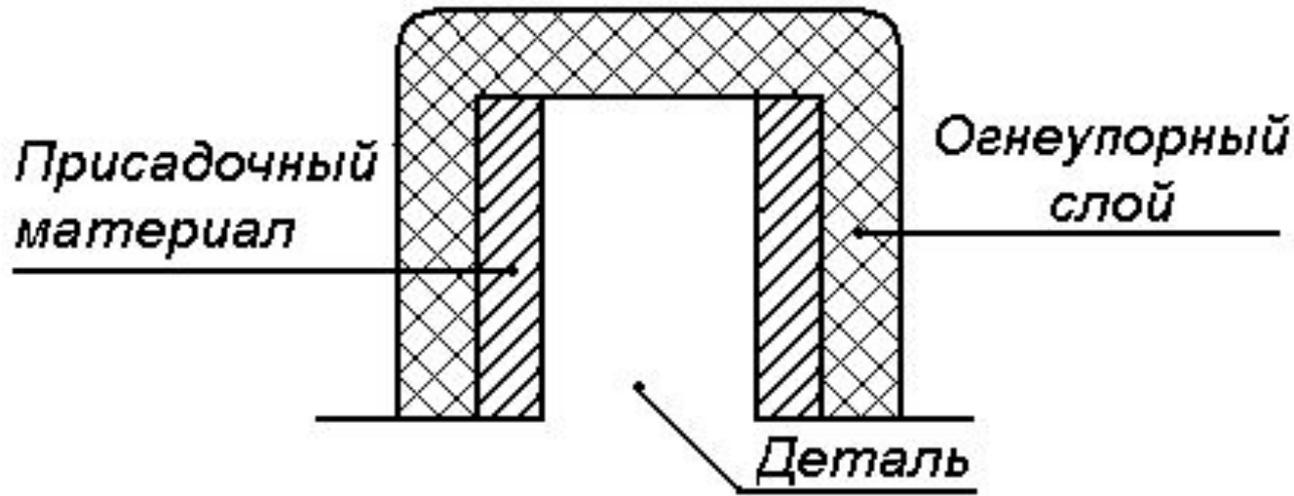


Рисунок 4 – Восстановление в огнеупорной среде

4. Центробежный способ наплавки: расплав присадочного металла формируется центробежными силами.

5. Жидким сплавом: на упрочняемую поверхность очищенную и покрытую флюсом, нагретую до  $1000...1200^{\circ}\text{C}$  подают жидкий присадочный сплав.

### **Вопрос 3. Лазерная наплавка**

Основана на использовании энергии светового потока высокой степени направленности.

Лазер позволяет концентрировать на поверхности детали энергию до  $10^{17}$  Вт/см<sup>2</sup>. Энергия может передаваться бесконтактно, дозировано и на большие расстояния

Лазерный луч используется для приварки дополнительной детали (ремонтной) или для наплавки при расплавлении основного и присадочного материала.

НПО «Ремдеталь» выпускает комплект оборудования для лазерной сварки и наплавки, который содержит: газовый лазер ЛГП-702, 800 Вт; установка для наплавки СКС-011-1-02.

Производят наплавку цилиндрических и плоских поверхностей при износе до 1 мм самофлюсующимся порошком СНГН и ПГ-СР. Производительность наплавки 10 мм<sup>3</sup>/мин при толщине слоя за один проход 0,5 мм, потери наплавленного металла не более 1%.

#### **Преимущества:**

1. Малое тепловложение в деталь
2. Отсутствие деформаций
3. Отсутствие зоны термического влияния

## **Газотермическое напыление**

Нагретый до жидкого состояния материал наносится газовой струей. Имея большую скорость полета частицы внедряются в неровности образуя покрытия. Сцепление носит в основном механический характер (иногда возникают мостики сварки).

### **Преимущества:**

1. Незначительный нагрев до 200о С
2. Высокая производительность
3. Регулирование толщины покрытия
4. Широкий диапазон материалов используемых для покрытия

Используется для нанесения дорогостоящих материалов на поверхность из менее ценного материала

В зависимости от источника энергии для нагрева и транспортировки частиц различают способы:

**Электродуговой** – расплав осуществляется теплом электродуги между двумя электродными проволоками, распыление осуществляется струей сжатого воздуха.

Высокая производительность 65 кг/час, низкие прочность и устойчивость к динамическим нагрузкам

### **Газопламенный.**

Источник нагрева газокислородное пламя, транспортировка частиц напыляемого материала производится сжатым воздухом или газокислородной струей, либо присадочный материал подается под действием силы тяжести.

### **Высокочастотный**

Металл покрытия переводится в жидкое состояние нагревом токами высокой частоты, распыление частиц осуществляется сжатым воздухом.

## **Плазменный.**

Для расплавления и нанесения покрытия используется тепловые и динамические свойства плазменной струи.

Плазма – сильно ионизированный газ при высоких температурах 15000 – 30000 оС.

Особенности: более высокая степень сцепления и физико – механические свойства, широкий спектр используемых материалов.

## **Детонационный способ.**

Нагрев и транспортирование частиц происходит в результате энергии детонации газовой смеси

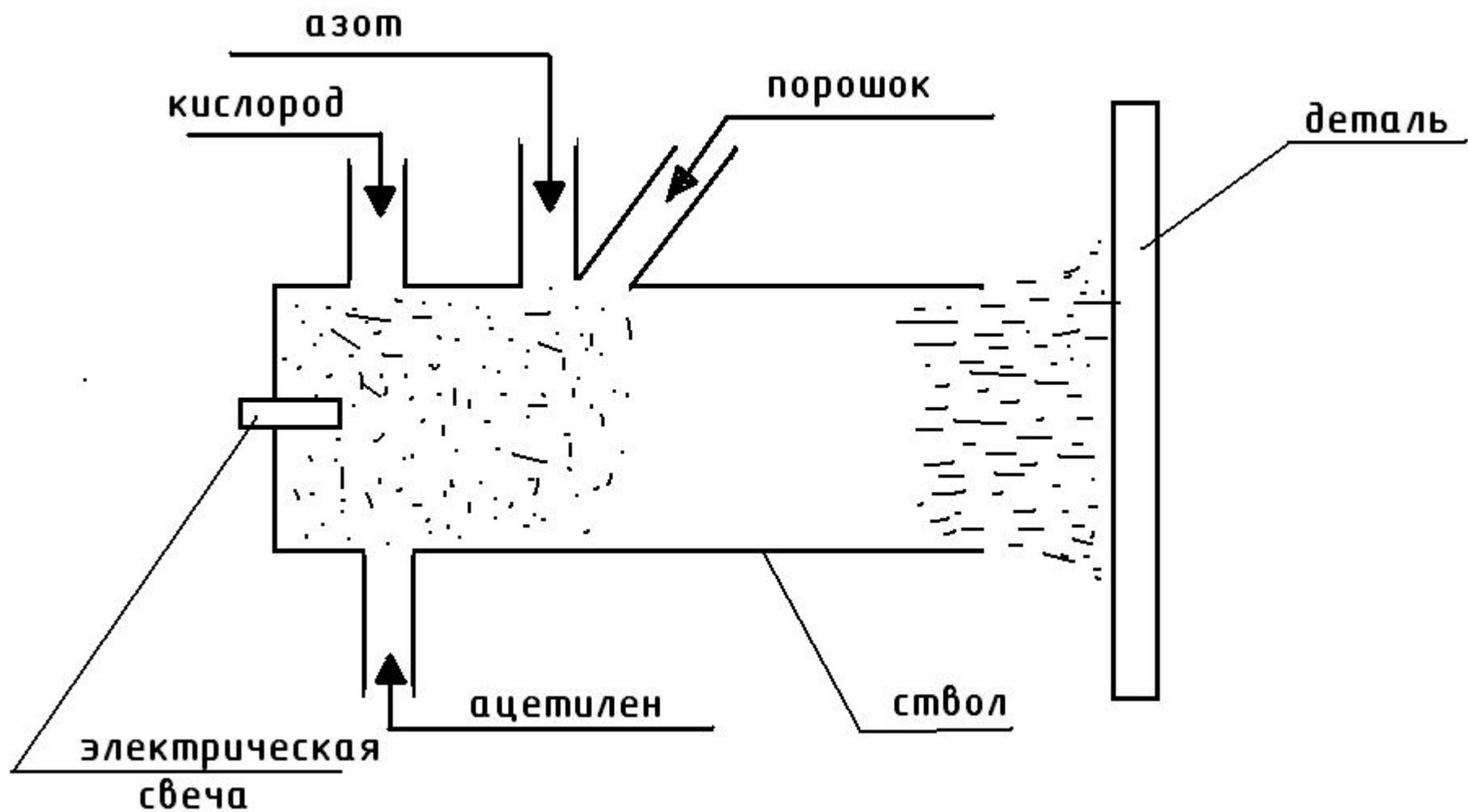


Рисунок 4 – Детонационный способ нанесения покрытий

Азот используется для продувки камеры после детонации газовой смеси.

При использовании детонационного способа нанесения покрытий получают высокую плотность покрытия и прочность сцепления с основным материалом.

Температура детали при этом способе нанесения покрытия составляет не более 200°C