

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ УСТАНОВОК ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ НИЖНЕТАГИЛЬСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Е. Н. САФОНОВ, д-р техн. наук (НТИ (филиал) УрФУ, г. Нижний Тагил, РФ)

Сущность плазменной закалки заключается в местном нагреве обрабатываемой поверхности электрической дугой и последующем быстром охлаждении нагретого объема за счет теплоотвода в массу детали. При этом в результате самозакалки в углеродистых сплавах формируется специфическая мелкодисперсная аустенитно-мартенситная структура с высокой твердостью.

Технология плазменной поверхностной закалки изделий из стали и чугуна на протяжении не одного десятилетия неразрывно связана с научно-исследовательскими разработками Нижнетагильского технологического института – филиала УрФУ. Внедрение технологического процесса плазменной закалки сопровождается изготовлением оборудования для его реализации. В настоящее время для закалки используются разработанные в институте установки на базе стандартных источников питания сварочной дуги: установка плазменной закалки в ручном режиме УПЗР-1 (Рис. 1). Номинальный рабочий ток – 220 А. Общий вес установки – не более 160 кг, напряжение питающей сети – 380 В, мощность – не более 20 кВт, расход плазмообразующего газа – аргона составляет не более 10 л/мин (в 2 раза меньше УДГЗ). Производительность УПЗР – 180...300 см² обрабатываемой поверхности в минуту (примерно в 5 раз выше УДГЗ), КПД - не менее 79 %.

Принцип действия УПЗР заключается в создании при помощи источника питания, осциллятора и плазмотрона плазменной (сжатой) дуги прямого действия с высокой температурой. При ручном перемещении дуги относительно закаливаемой поверхности на ней формируется закаленная

полоса, ширина которой регулируется расстоянием от торца плазмотрона до изделия и напряжением на электромагнитной катушке сканирующего устройства.



Рис. 1. Установка плазменной закалки в ручном режиме УПЗР-1

Процесс осуществляют в защитной атмосфере аргона на постоянном токе прямой полярности. Используются плазмотроны комбинированного действия, когда плазменная дуга возникает между катодом плазмотрона и соплом и между катодом плазмотрона и упрочняемым изделием.

По итогам работ по закалке подобной установкой трезовых шеек валков пильгерстана Северского трубного завода (Рис. 2), износостойкость после плазменной закалки возросла в 3 раза, срок службы закалённых деталей увеличился на 30%.



Рис. 2. Закалка валков пильгерстана на ОАО «СТЗ» установкой УПЗР-1

С помощью этой установки для ОАО «ПРОМКО» производится закалка вставок штампов прессы РКZe-800 для изготовления шаров стальных мелющих (Рис. 3). В результате поверхностного упрочнения гравюр стойкость штампов увеличилась в 2,7 раза.



Рис. 3. Закалка штампов из стали 5ХНМ для ОАО «ПРОМКО» установкой УПЗР-1

Хорошо зарекомендовала себя эта установка и при закалке: шлицов на валах для «Буланашского машиностроительного завода»; на «Уфалейском заводе металлургического машиностроения» – лопаток ротора эксгаустера, (сталь 30 ХГСА с повышением твердости до 42 HRC); зубьев шестерней (сталь 45 до 55 HRC) для ЗАО «ТМК КПВ» (г. Полевской); звёздочек ООО ПО КТС (г. Красноярск); шкивов экскаваторов (сталь 35Л до 40 HRC) для Механоремонтного комплекса Магнитогорского металлургического комбината и многих других деталей различных предприятий.

Одна из модификаций УПЗР – УПЗР-2, созданная с использованием инверторных источников питания дуги, позволяет упрочнять ручным

инструментом более мелкие детали. Например, шестерни с модулем 3. Номинальный рабочий ток – 150 А. Масса УПЗР-2 – не более 80 кг, напряжение питающей сети – 220 В, первичная мощность – 12 кВт. Производительность – 30...120 см² обрабатываемой поверхности в минуту.

Успешно обрабатывались такой установкой шлицевые соединения эджерных валов из стали 5ХНМ (до 58 HRC) для ОАО «ЕВРАЗ НТМК» (Рис. 5,6).



Рис. 5. Закалка шлицевых соединений эджерных валов из стали 5ХНМ для ОАО «ЕВРАЗ НТМК» установкой УПЗР-2



Рис. 6. Фрагмент макроструктуры шлицевых соединений после закалки установкой УПЗР-2

Установки с ручными режимами закалки позволяют упрочнять детали шлицевых соединений, шпоночные пазы, зубья шестерен, гравюр штампов и другие изделия с рабочими поверхностями сложной формы, однако результаты закалки, особенно стабильность свойств обработанной поверхности, в значительной мере определяются квалификацией и опытом оператора. Для повышения производительности и стабилизации качества процесса разработана и внедрена установка плазменной закалки в автоматическом режиме УПЗА-1 (Рис. 7). Это оборудование предназначено в качестве составляющей комплекса механической обработки деталей с размещением его на базе станков, позволяющих вращать (перемещать) закаливаемые детали (или плазмотрон) с линейной скоростью 3-5 см/с.



Рис. 7. Установка плазменной закалки в автоматическом режиме УПЗА-1

Установка УПЗА-1 позволяет вести процесс плазменной закалки в среде аргона на постоянном токе прямой полярности. Используются плазмотроны прямого действия, т.е. плазменная дуга горит между катодом плазмотрона и упрочняемым изделием. Номинальное напряжение питающей сети – 380 В, номинальный рабочий ток – 300 А, первичная мощность не более 40 кВА, масса не более 300 кг. Установка снабжена блокировками и предохранительными устройствами, исключающими дефекты закалки и выход плазмотрона из строя при неполадках с водо и газоснабжением, а также при сбоях в работе станка, перемещающего обрабатываемую деталь.

С помощью такой установки упрочнялись многие детали на ОАО «Северский трубный завод» (г. Полевской). В том числе шаблоны технологические, срок эксплуатации которых после плазменного упрочнения повысился на 40% (Рис. 8). Плазменная закалка повысила твердость рабочей поверхности до 50 HRC (сталь 32 Г).



Рис. 8. Закаленные поверхности шаблонов

Такие установки нашли своё применение при закалке дистанционных колец на ОАО «Уралмашзавод» (сталь 34ХН1М с повышением твердости до

59 HRC), при упрочнении ручьев шкивов (сталь 45) для ЗАО «Уралмаш Буровое Оборудование» с увеличением твёрдости до 52 HRC, валов (сталь 40X с повышением твердости до 52 HRC) для ОАО «СПЕЦНЕФТЕХИММАШ» (г. Краснокамск) и др.

Установки УПЗА были изготовлены и поставлены для Полтавского Горно-обогатительного комбината (г. Комсомольск, Украина), ООО НПО Техногрупп (г. Волгоград), Механический завод (г. Бийск). Такие установки эффективно работают на закалке гребней бандажей локомотивов на Лебединском и Качканарском горно-обогатительных комбинатах.

Конструкция установок для плазменной закалки основана на использовании узлов и блоков современного серийного сварочного оборудования, что обеспечивает малые габариты, мобильность, высокую эксплуатационную надежность, простоту эксплуатации и обслуживания.

В лаборатории плазменных процессов Нижнетагильского технологического института была создана и успешно испытана универсальная установка плазменной закалки УУПЗ-1 (Рис. 9). С помощью этого оборудования появилась возможность упрочнять детали как в ручном, так и автоматическом режиме.



Рис. 9. Универсальная установка плазменной закалки УУПЗ-1

Установки удовлетворяют условиям промышленной эксплуатации и отвечают требованиям по экологии и безопасности к проведению работ по аргонодуговой сварке.

Внедрение таких установок на производстве не требует существенных капитальных затрат. Необходима организация одного или нескольких рабочих мест (в зависимости от желаемых объемов внедрения), подобных рабочим местам для аргонодуговой сварки, Рабочее место должно быть обеспечено источником и сливом водопроводной воды для охлаждения плазмотрона.

Опираясь на многолетний опыт использования, можно отметить следующие преимущества плазменной закалки по сравнению с другими способами термообработки:

1) при закалке концентрированными источниками энергии в силу специфичности обработки (высокие скорости нагрева и охлаждения) удается получить такую структуру и свойства поверхностного слоя, которые недостижимы при традиционных способах термической обработки;

2) упрочняется только поверхностный слой, а сердцевина остается вязкой, что обеспечивает повышенное сопротивление одновременно изнашиванию и усталости;

3) отсутствие или минимальные деформации упрочняемых деталей, что позволяет повысить точность их изготовления, снизить трудоёмкость механической обработки и соответствующие затраты;

4) высокая производительность (3-5 см²/с в зависимости от требуемой глубины и степени перекрытия закаленных участков);

5) при закалке без оплавления поверхности не требуется последующая механическая обработка, что позволяет использовать ее в качестве финишной операции технологического процесса;

6) наличие в поверхностном слое сжимающих напряжений и присутствие остаточного аустенита повышают сопротивляемость зарождению и распространению трещин;

7) возможность замены высоколегированных сталей низколегированными, упрочненными плазменной закалкой (при необходимости - в сочетании с наплавкой);

8) высокий эффективный КПД нагрева плазменной дугой (до 85 %), для сравнения, при лазерном упрочнении – 5 %;

9) простота обслуживания, мобильность, невысокие стоимость и эксплуатационные расходы, малые габариты технологического оборудования, возможность автоматизации и роботизации технологического процесса.

10) по сравнению с лазерной и электроннолучевой закалкой плазменная имеет следующие преимущества:

- стоимость оборудования на порядок ниже;
- простота работы на установке и её обслуживания, т.е. не требуется высококвалифицированный обслуживающий персонал;
- мобильность установки, т.е. возможность перемещения и быстрого монтажа на любом станке, обеспечивающем необходимую скорость перемещения детали или плазматрона;
- не требуется, как при лазерной закалке, наносить на поверхность специальные покрытия для увеличения поглощения лазерного излучения;

Технология закалки плазменной дугой является оптимальной по параметрам универсальности, доступности, экологичности и экономической эффективности. Она позволяет увеличить срок службы деталей, минимум, в 1,5...2 раза и сократить затраты на обслуживание и ремонт оборудования на 40...50 %. Кроме того, эта технология производительней и дешевле других способов поверхностной закалки (в том числе и ТВЧ).

Для потенциальных заказчиков силами НТИ (филиал) УрФУ может быть изготовлено уникальное закалочное оборудование под конкретные задачи, связанные с упрочнением изделий определенных габаритов, соблюдением конкретных технологий и других условий термообработки.