

УДК 621.791.923

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ИЗ СТАЛИ 09Г2С

Маркелов Д.А., студент гр. ММА-22, II курс

Научный руководитель: Жаринова Н.В., доцент

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

ВВЕДЕНИЕ

Наплавка металла применяется для восстановления геометрии изношенных деталей машин и механизмов, формирования упрочняющих слоев металла на поверхности изделий и создания биметаллических структур.

По своей сути наплавка — это один из видов сварочных технологий, т. к. она основана на тех же физических и технологических принципах, что и традиционные виды сварки.

Для восстановления и защиты поверхностей деталей с помощью слоя расплавленного металла используют различные способы наплавки, отличающиеся друг от друга методами плавления и составами сварочной среды: электродуговые, газопламенные, плазменные, лазерные, индукционные и пр.

С помощью этой технологии можно наплавлять на рабочие плоскости стальных конструкций металлы различного химического состава, в том числе медь, бронзу, чугун, а также никелевые, кобальтовые и хромовые сплавы.

Особенности технологии и процесса наплавки

Технология наплавки позволяет добиться не только надежного сцепления наносимого металла с основой, но и получить требуемые физические и химические характеристики наплавленного слоя.

Первое достигается качественной подготовкой базового изделия и точным соблюдением технологических режимов, а второе — правильным подбором сварочных материалов.

Сущность наплавки состоит в равномерном нанесении узких полос расплавленного металла на поверхность детали таким образом, чтобы они соединились в сплошной металлический слой заданной толщины. При нанесении защитных покрытий он может составлять десятые доли миллиметра, а при восстановлении изношенных деталей — до десяти миллиметров.

В последнем случае должна быть обеспечена толщина припуска, достаточная для механической обработки детали (обточки, расточки или фрезеровки) до требуемого размера. Перед механообработкой наплавленный слой, как правило, отжигают, а после подвергают закалке с отпуском.

Применяемое оборудование

Оборудование для наплавки работает с использованием тех же источников питания и способов нагрева наплавляемого металла, что и сварочные установки. Его главное отличие — это наличие вспомогательных устройств, обеспечивающих подачу и распределение присадочных материалов по поверхности обрабатываемого изделия.

В качестве универсального оборудования для наплавки нередко используют сварочные устройства, которые при необходимости дополняют специальной оснасткой и приспособлениями.

Специализированное наплавочное оборудование обычно классифицируют по форме наплавляемых поверхностей: для плоских деталей, для тел вращения и для сложных профилей. В нашей практике использовался сварочный трактор АДФ-1000, модернизированный для сварки в среде защитных газов в паре с выпрямителем для дуговой сварки ВДУ-1250 УЗ.

Присадочные материалы в наплавочных установках наносят не только традиционными способами (проволока, прутки, сопловое распыление), но и с применением специальных технологий: спиральная укладка ленты, центробежное распределение присадочного материала и пр.

Испытания образцов

В конструкции смесительной установки имеется турбина, в которой происходит перемешивание компонентов для закачки в скважину. Перемешивание осуществляется благодаря вращающемуся внутри турбины шнеку. Шнек и турбина испытывают колоссальное напряжение, а в следствии этого — износ. На рисунке 1 представлен износ шнека смесительной установки.



Рисунок 1 - Изношенный и новый шнек.

На рисунке 2 видно, как происходит износ смесительной турбины

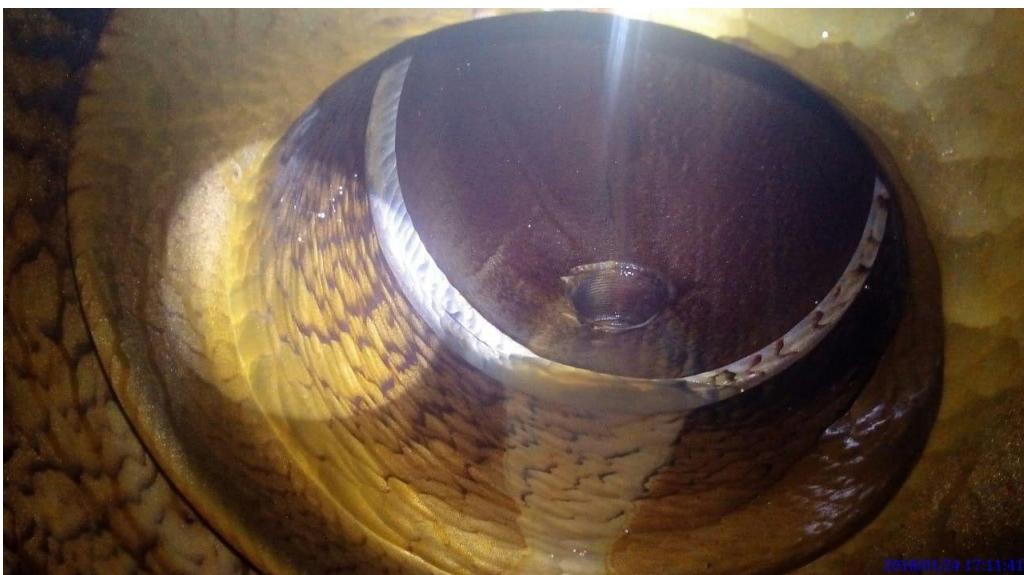


Рисунок 2 - Износ турбины

Крыльчатку, например, при износе можно поменять на новую и продолжить работу, а с корпусом турбины такой возможности нет. Турбину не производят отдельно, как запчасти. В связи с этим был разработан способ ремонта турбины для уменьшения абразивного износа, а следственно, увеличения её срока эксплуатации. На стенки турбины наплавляют автоматом или полуавтоматом проволоку с высоким содержанием углерода – 3,5%. Толщина стенок увеличивается, что увеличивает срок службы турбины, а после того, как слой наплавки стирается - его можно наплавить снова.

Но у всего этого метода наплавки есть огромный минус. Так как наплавляется проволока с высоким содержанием углерода на поверхности шва образуются продольные трещины, которые снижают прочность наплавленной поверхности и при эксплуатации будут просто отрываться.

Основываясь на опыте наплавки на стенки турбины, были проведены эксперименты с наплавкой высоколегированной проволоки UTP AF ROBOTIC 6010 на стальную пластину марки 09Г2С при трех различных условиях, с целью подобрать лучший химический состав и прочность:

1. Наплавка в обычных лабораторных условиях
2. Наплавка в лабораторных условиях с использованием ультразвука (комплекс ультразвуковой обработки «Шмель»)
3. Наплавка при охлаждении пластины до минус 10°C
4. Наплавка при нагревании пластины до плюс 400 °C и остывании при температуре плюс 35°C

После наплавки и остывания были произведены замеры твердости шовов Рисунок 3 и отображены в таблице 1:

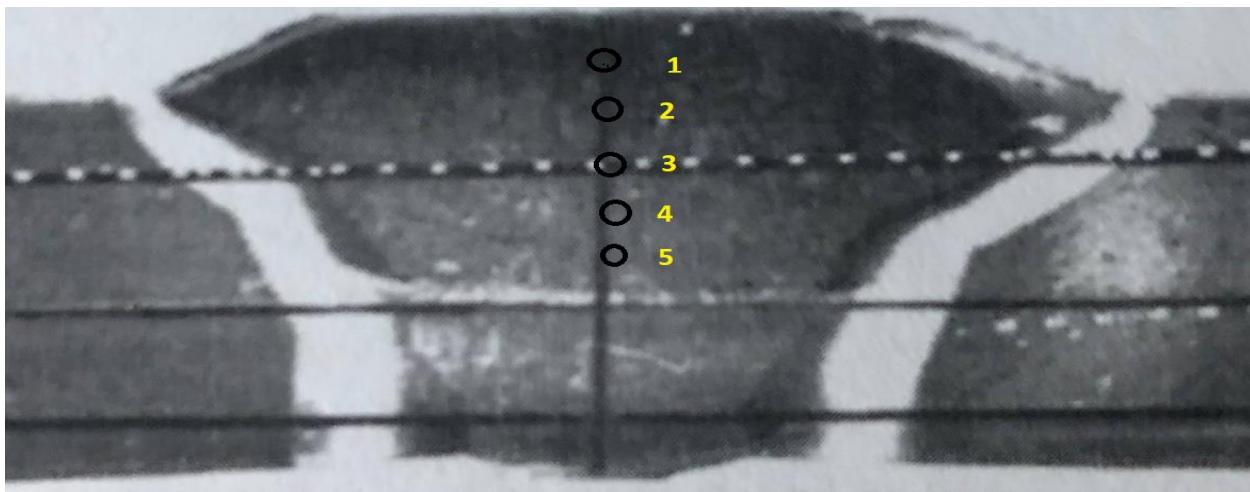


Рисунок 3 – Точки замера твердости

Таблица 1 – Замеры твердости швов

| Режим обработки | Твердость в точках замера, HRC | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 точка | 2 точка | 3 точка | 4 точка | 5 точка |
| Без обработки | 77,8 | 76,4 | 37,1 | 32,2 | 30,8 |
| С обработкой ультразвуком | 64,2 | 70,8 | 70,1 | 24,5 | 21,3 |
| С предварительным нагревом до 400°C | 68,6 | 51,3 | 39,5 | 26,3 | 17,2 |

Таблица 2 – Химический состав наплавленных швов (при измерении с торца пластины):

| Условия наплавки | Химические элементы | Содержание, % |
|---|---------------------|---------------|
| Наплавка при любом лабораторном условии | Fe | 99.26 |
| | Mn | 0.40 |
| | Ni | 0.14 |
| | Cu | 0.13 |
| | Cr | 0.046 |
| | Mo | 0.021 |
| Наплавка с ультразвуком | Fe | 99.29 |
| | Mn | 0.40 |
| | Ni | 0.14 |
| | Cu | 0.11 |
| | Cr | 0.045 |
| | Mo | 0.016 |
| Наплавка с охлаждением | Fe | 99.19 |
| | Mn | 0.39 |

| | | |
|---------------------|----|-------|
| | Ni | 0.15 |
| | Cr | 0.13 |
| | Cu | 0.12 |
| | Mo | 0.018 |
| Наплавка с нагревом | Fe | 99.25 |
| | Mn | 0.39 |
| | Cr | 0.14 |
| | Ni | 0.10 |
| | Cu | 0.10 |
| | Mo | 0.016 |

Таблица 3 – Химический состав наплавленных швов:

| Условия наплавки | Химические элементы | Содержание, % |
|---|---------------------|---------------|
| Наплавка при любом лабораторном условии | Fe | 96.60 |
| | Cr | 2.45 |
| | Mn | 0.35 |
| | Ni | 0.33 |
| | Cu | 0.27 |
| Наплавка с ультразвуком | Fe | 96.43 |
| | Cr | 2.85 |
| | Mn | 0.40 |
| | Cu | 0.19 |
| | Bi | 0.063 |
| | Pb | 0.04 |
| Наплавка с охлаждением | Nb | 0.029 |
| | Fe | 98.74 |
| | Cr | 0.47 |
| | Mn | 0.37 |
| | Si | 0.3 |
| | Cu | 0.14 |
| Наплавка с нагревом | Mo | 0.023 |
| | Fe | 82.81 |
| | Cr | 15.42 |
| | Mn | 0.78 |
| | Ni | 0.46 |
| | Nb | 0.253 |
| | Ti | 0.15 |
| | Cu | 0.12 |

Испытания образцов на стойкость к изнашиванию через абразивную прослойку при нормальной температуре

Методика испытаний:

Для реализации методики испытаний материалов на стойкость к изнашиванию через абразивную прослойку применяли лабораторную установку, состоящую из вращающегося контртела, на поверхности которого находится абразивная масса (смесь электрокорунда с водой), и прижатого к нему неподвижного образца сплава, закрепленного в держателе (рис. 4). Контртело представляет собой кольцо из коррозионностойкой стали 12Х18Н9Т. Рабочий участок образца (зона контакта с абразивом) имеет размер 3,5x5,5 мм и на его передней кромке выполнено скругление радиусом 0,4 мм, которое дает возможность абразивным частицам свободно проникать под образец, создавая между ним и поверхностью контртела абразивную прослойку.

Критерием стойкости наплавленного металла к изнашиванию служит потеря массы образца при испытании либо величина потери объема образца, вычисленная на основании измеренных значений его плотности и потери массы.

Перед каждым новым испытанием абразивная масса заменяется новой.

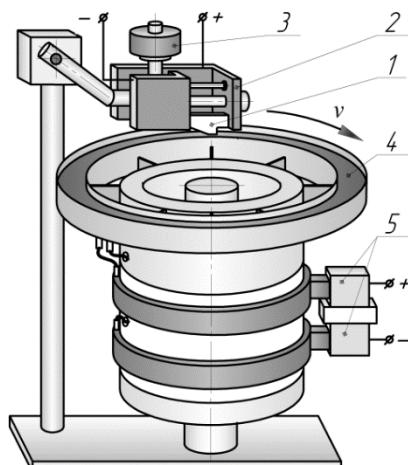


Рисунок 4 – Принципиальная схема установки для испытаний на изнашивание:

1 – образец для испытаний; 2 – держатель образца; 3 – груз; 4 – контртело с абразивом; v – направление вращения контртела; 5 – токоподводы (в данном испытании не задействованы)

Результаты после испытаний образцов видны на рисунке 5 и отображены в таблицах 4-5.



Рисунок 5 – Фотографии образцов после испытаний

Таблица 4 – Параметры испытаний

| Параметр | Значение |
|------------------------------|----------------------------|
| Давление на образец, МПа | 1,75 |
| Путь трения, м | 50 |
| Время испытания, с | 417 |
| Аbrasив | электрокорунд белый + вода |
| Средний размер абразива, мкм | 160 |

Таблица 5 – Результаты испытаний

| Образец | Масса образца до испытаний, г | Масса образца после испытаний, г | Потеря массы при испытании, г |
|---------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| А | 3,5511 | 3,5235 | 0,0276 |
| Б | 3,8968 | 3,8699 | 0,0269 |
| В | 3,8605 | 3,8370 | 0,0235 |

А – образец, наплавленный при обычных лабораторных условиях и остывании при температуре плюс 35°C

Б – образец, наплавленный с ультразвуковой обработкой и остывании при температуре плюс 35°C

В – образец, наплавленный при нагревании пластины до плюс 400 °C и остывании при температуре плюс 35°C

Заключение:

По результатам произведенных испытаний можем сделать вывод, что образец В (наплавленный при нагревании пластины до плюс 400 °C и остывании

при температуре плюс 35°C) меньше всего подвергается изнашиванию через абразивную прослойку при нормальной температуре, что делает данный способ наиболее оптимальным для создания антиабразивного покрытия на турбине. Данный вариант наплавки можно применять для ремонта огромного числа оборудования.

Список литературы:

1. Дуговая наплавка на рабочие поверхности транспортирующего шнека, обеспечивающая стойкость против абразивного износа / А. Г. Орлик, Г. В. Орлик, Н. В. Коберник, Р. С. Михеев // Сварочное производство. – 2017. – № 2. – С. 30-35. – EDN: ZBIVXB.
2. Зарипов М.З., Файрушин А.М., Карпов А.Л., Каретников Д.В. Автоматическая сварка под флюсом. Сварочный трактор АДФ-100. — Уфа, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет". 2019. — 1-2 с.
3. Nasibullina O.A., Rizvanov R.G. Studying of causes of destruction of the main gas pipeline // Materials Science Forum. 2020. Т. 989. С. 28-32.
4. Насибуллина О.А., Печенкина М.Ю. Исследование коррозионной стойкости стали марки Ст3 в свободном и отожженном состояниях // Нефтегазовое дело. 2021. Т. 19. № 4. С. 90-96УДК 621.791.7.