

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА КОРРОЗИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ*

Ю. М. КУСКОВ¹, В. А. ЖДАНОВ¹, В. А. ТИЩЕНКО¹, М. М. СТУДЕНТ², Н. Р. ЧЕРВИНСКАЯ²

¹ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины. 03680, г. Киев-150, ул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

²Физико-механический институт им. Г. В. Карпенко НАН Украины. 79601, г. Львов, ул. Научная, 5.

Исследована коррозионная стойкость металла типа 30X20MН и 30X22MН, полученного наплавкой под флюсом с использованием различных техник и технологий наплавки. Установлена возможность повышения сопротивления наплавленного металла коррозии за счет правильного выбора технологии наплавки. Наилучшие результаты по коррозионной стойкости получены при импульсной наплавке порошковой проволокой с импульсом ее подачи 0,5 Гц. Результаты исследований могут быть использованы при восстановлении изношенных и изготовлении новых деталей гидравлических устройств. Библиогр. 6, табл. 2, рис. 5.

Ключевые слова: наплавка под флюсом, технология наплавки, импульсная подача проволоки, наплавленный металл, коррозия

Многие детали оборудования, устанавливаемого в солевых и угольных шахтах и используемого в коммунальном хозяйстве, эксплуатируются в сложных условиях абразивного изнашивания и коррозионного воздействия. Наиболее известными представителями таких деталей являются штоки и плунжеры гидравлических устройств, в частности шахтных гидростоек механизированных крепей и поддерживающих щитов проходческих комбайнов. Для повышения срока службы такого типа деталей их рабочие поверхности уже при изготовлении защищают с помощью гальванических покрытий, главным образом, хромовых. Толщина наносимого слоя обычно составляет 5...50 мкм, а твердость (для хрома) HV — 800...1000. Несмотря на свои высокие износостойкие и антикоррозионные свойства гальванические покрытия не являются вечными и со временем их плотность и, соответственно, стойкость против коррозии и изнашивания снижаются.

На рис. 1 показаны коррозионные повреждения на хромированной поверхности штока после эксплуатации в угольной шахте. Следует также отметить, что нанесение на рабочую поверхность гальванических покрытий — это экологически вредный процесс, от которого во всех развитых странах стараются отказываться.

Одним из способов, позволяющих восстанавливать изношенные штоки и плунжеры и возвра-

щать гидравлические устройства в эксплуатацию, является дуговая наплавка под флюсом (рис. 2).

Ранее проведенные опыты по наплавке, а также исследования по моделированию поведения наплавленного металла в различных синтетических средах (в частности, водах угольных шахт) показали, что хорошими защитными свойствами обладает металл мартенситно-ферритного класса типа 30X20MН и 30X22MН (в зависимости от условий эксплуатации). Твердость такого наплавленного металла можно регулировать в пределах HRC — 35...48. Однако в ряде случаев в процессе эксплуатации и даже при длительном хранении наплавленных изделий в открытых помещениях на наплавленных поверхностях появлялись темные кольцевые полосы, соответствующие зонам перекрытия наплавливаемых по винтовой линии ва-

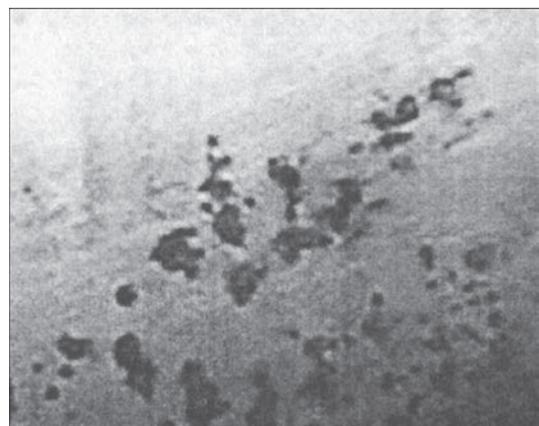


Рис. 1. Коррозионные повреждения на хромированной поверхности штока после эксплуатации в угольной шахте

*По материалам работы, выполненной в рамках целевой комплексной программы НАН Украины «Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин» (2013–2015 рр.).



Рис. 2. Процесс дуговой наплавки под флюсом плунжера шахтной гидрокрепи

ликов. По-видимому, это связано с тем, что металл зоны перекрытия соседних валиков находится в опасной области температур (680...780 °С). И в зависимости от времени нахождения в этой области изменяются условия протекания диффузионных процессов с возможным формированием в металле химической и структурной неоднородности [1, 2] и, соответственно, снижением его стойкости против коррозии.

Исходя из того, что металлу типа 30X20МН и 30X22МН присущи достаточно высокие показатели эксплуатационных свойств, было решено довести их до оптимального уровня путем опробования при наплавке этих металлов различных технологических приемов. Кроме того, такой подход к выбору наплавляемого металла был обусловлен и тем, что его состав относительно простой и по сравнению, например, с рекомендуемым для наплавки шахтных стоек металлом 08X20Н10Г7Т содержит на порядок меньше дорогостоящего никеля (при более, чем в два раза повышенной твердости). На первом этапе исследований в качестве оптимальных приемов наплавки были выбраны следующие:

- наплавка в один слой с большим перекрытием валиков — на ½ их ширины. Согласно работе [1], такая техника наплавки может улучшить структуру и химическую однородность;

- наплавка в три слоя со смещенным перекрытием валиков. Учитывая то, что износ рабочей поверхности изделия обычно не превышает 2 мм, наплавка в три слоя позволяет получать толщину более двух миллиметров, но при этом нагрев нижних слоев более равномерен. Недостаток этой технологии — наплавка лишнего металла с последующим его удалением механической обработкой;

- наплавка с импульсной подачей порошковой проволоки. Импульсная подача электродной проволоки осуществлялась с помощью механизма на основе квазиволнового преобразователя [3]. По данным работ [4, 5] за счет импульсной подачи электродной проволоки происходит снижение те-

Таблица 1. Условия и результаты импульсной наплавки однослойного металла 30X20МН

Образец	Импульс подачи проволоки, Гц	Твердость наплавленного металла HRC
11 м	2,5	50...52
22 м	3,3	53...56
33 м	1,1	51...52
44 м	0,5	48...50

пловложения в наплавленный металл, и формируется более благоприятная структура.

Так как при наплавке штоков и плунжеров необходимо обеспечить минимальное проплавление основного металла (это особенно важно при выполнении однослойной наплавки) и минимальную толщину наплавленного слоя, то диаметр порошковой проволоки принят 2,2 мм. В качестве основного металла выбрана сталь 40Х в виде листа толщиной 40 мм. Предполагалось, что результаты, полученные при наплавке на горизонтальную поверхность образца, будут соответствовать результатам кольцевой наплавки цилиндрических деталей при точном соблюдении параметров режима процесса наплавки. Наплавка в обычном режиме: $I = 250 \text{ А}$, $U = 30 \text{ В}$, $v_n = 18 \text{ м/ч}$; в импульсном режиме: импульс подачи проволоки — 0,5...3,3 Гц, $U = 30 \text{ В}$, $I = 250 \text{ А}$, $v_n = 15 \text{ м/ч}$, флюс АН-26.

Внешний вид образцов, наплавленных порошковой проволокой ПП-АН205 (ПП-Нп-30Х-20МН) в обычном режиме и импульсном, представлен соответственно на рис. 3 и 4. Условия наплавки (импульсы, Гц) и твердость однослойного наплавленного металла 30X20МН при импульсной подаче порошковой проволоки представлены в табл. 1.

Испытания образцов наплавленного металла на стойкость против коррозии выполняли на установке СВА-1БМ ФМИ им. Г. В. Карпенко. Коррозионные процессы исследовали с помощью потенциостатов ПИ-50-1 и ИРС – Про. Для потенциостата ИРС – Про использовали программу ИРС 2000, которая обслуживает программно-аппаратный комплекс «Потенциостат ИРС – Про + ПК IBM PC».

Для изучения процессов, возникающих в результате контактирования исследуемых материа-

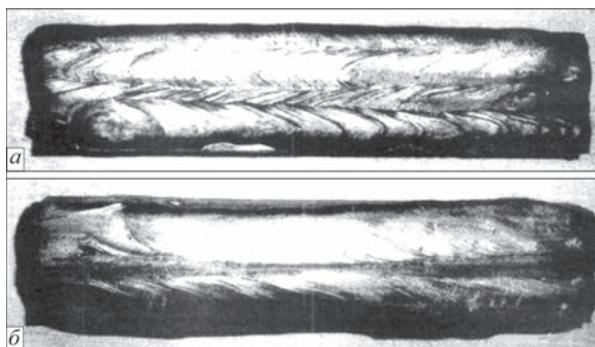


Рис. 3. Образцы, наплавленные порошковой проволокой ПП-Нп-30Х20МН в один (а) и три (б) слоя

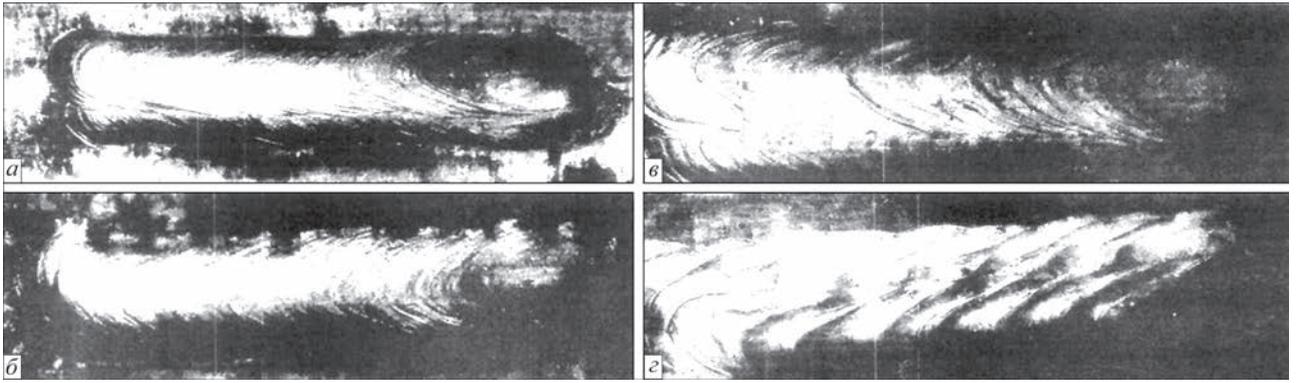


Рис. 4. Образцы, наплавленные порошковой проволокой ПП-Нп-30Х20МН, с наложением импульсов ее подачи: а — 2,5; б — 3,3; в — 1,1; г — 0,5 Гц

Т а б л и ц а 2. Показатели коррозии (до и после поляризационных испытаний) однослойного металла 30Х20МН, наплавленного в импульсном режиме

Показатели коррозии	Образец			
	11 м	22 м	33 м	44 м
$E_{\text{стаб.}}$, мВ	-415	-473	-457	-582
$E_{\text{кор.}}$, мВ	-379	-463	-466	-441
$i_{\text{кор.}} \cdot 10^{-3}$, мА/см ²	3,06	4,99	3,8	1,44

Примечание. Оценка качества поверхности образцов после десятидневной выдержки в растворе NaCl показала, что на образцах 11 м, 22 м и 33 м присутствуют следы коррозии, а на образце 44 м следов коррозии не наблюдается.

лов и коррозионной среды, использовали вольтамперометрический метод, позволяющий выявить особенности протекания электрохимических реакций на поверхности исследуемого материала в процессе его взаимодействия с заданной коррозионной средой. При этом базовой характеристикой, по которой оценивали системы «матери-

ал – среда», служила поляризационная кривая. Это зависимость плотности тока i от потенциала E исследуемой поверхности. Поляризационные кривые снимали в потенциодинамическом режиме, максимально отображающем картину реальных процессов, проходящих на исследуемой поверхности [6]. Электродные процессы исследуемых

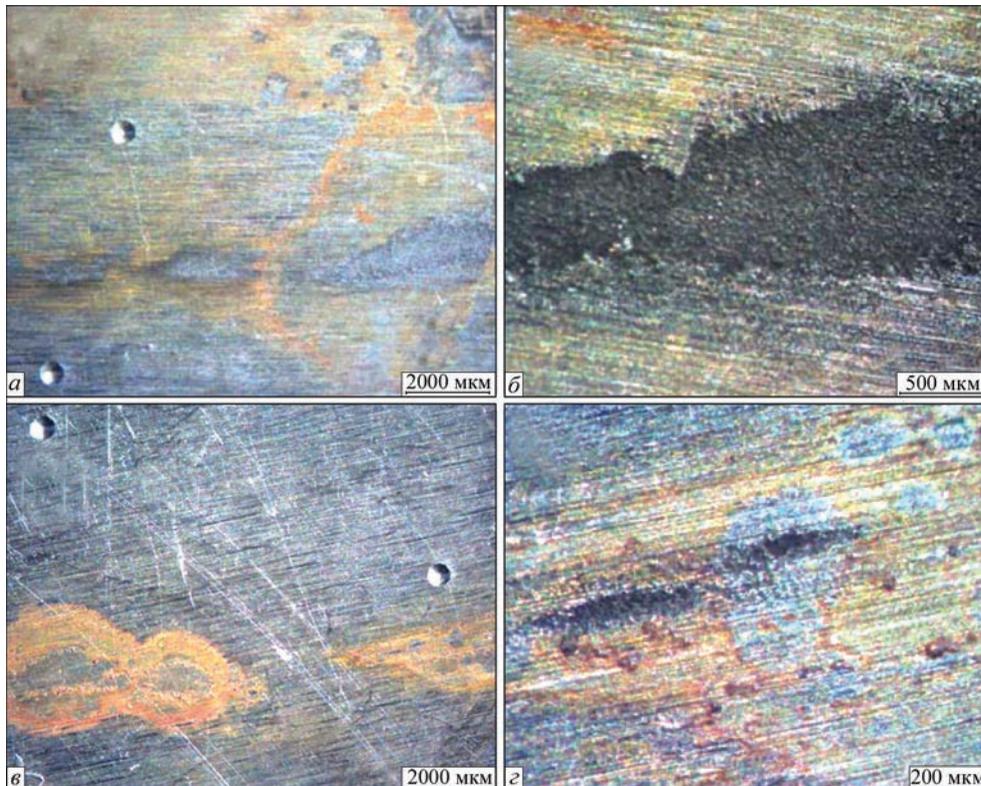


Рис. 5. Поверхность образцов, наплавленных в импульсном режиме, после коррозионных испытаний: а, б — образец 22 м; в, г — 44 м

образцов, служащих рабочими электродами, в коррозионной среде измеряли относительно насыщенного хлоридсеребряного электрода сравнения. Вспомогательным электродом служила платиновая сетка. Скорость развертки потенциала равнялась 2 мВ/с.

Исследования проводили в электрохимической ячейке в среде 3 %-го водного раствора NaCl. Перед поляризационными испытаниями образцы в течение 10 суток выдерживали в этом растворе.

Наилучшие результаты по коррозионной стойкости получены на образцах, наплавленных в импульсном режиме при величине импульса 0,5 Гц. Влияние величины импульса на протекание процесса коррозии представлено в табл. 2.

На рис. 5 показаны поверхности образцов 22 м и 44 м после поляризационных испытаний. Как видно из рис. 5, б, после поляризационных испытаний наблюдаются значительные коррозионные повреждения поверхности образца 22 м. На поверхности образца 44 м лишь при большом увеличении (рис. 5, г) можно обнаружить минимальные локальные зоны повреждения. Таким образом, величина импульса подачи проволоки при наплавке может существенно влиять на коррозионные процессы в наплавленном металле.

Выводы

1. Установлена возможность повышения коррозионной стойкости наплавленного металла за счет

правильного выбора техники и технологии наплавки одним и тем же наплавочным материалом.

2. Наилучшие показатели коррозионной стойкости наплавленного металла системы С–Cr–Ni–Mo достигаются при однослойной импульсной наплавке под флюсом порошковой проволокой при импульсе ее подачи 0,5 Гц.

3. Результаты проведенных исследований могут быть использованы при восстановлении изношенных и изготовлении новых деталей гидравлических устройств, в частности, штоков и плунжеров.

1. Кондратьев И. А. Исследование структурной неоднородности наплавленного металла типа 35В9Х3СФ и ее влияние на работоспособность наплавленных прокатных валков / И. А. Кондратьев, В. Г. Васильев, И. Я. Дзыкович // Автоматическая сварка. – 1996. – № 6. – С. 17–20.
2. Пальчук Н. Ю. Влияние нагрева при ручной сварке на межкристаллитную коррозию сварных швов на сталях типа 18-8 / Н. Ю. Пальчук // Автоматическая сварка. – 1954. – № 3. – С. 41–49.
3. Лебедев В. А. Регулирование скорости и шага импульсной подачи электродной проволоки в механизмах на основе квазиволнового преобразователя / В. А. Лебедев // Автоматическая сварка. – 1996. – № 6. – С. 34–37.
4. Лебедев В. А. Исследование зоны термического влияния при механизированной наплавке с модуляцией режима / В. А. Лебедев, В. А. Тищенко // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2013. – № 10. – С. 29–34.
5. Крюков А. В. Особенности сварки с импульсной подачей электродной проволоки / А. В. Крюков, Н. В. Павлов, А. А. Зеленковский // Технология машиностроения. – 2013. – № 7. – С. 30–31.
6. Жук Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н. П. Жук. – М.: Металлургия, 1976. – 472 с.

Поступила в редакцию 22.12.2015

Контактная стыковая сварка стержневой арматуры



В ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ разработаны технологии контактной стыковой сварки стержневой арматуры железобетона и передвижной комплекс для реализации этих технологий непосредственно на строительной площадке. Применение контактной стыковой сварки позволило сократить время изготовления металлоконструкций на 40 % и обеспечить стабильное качество сварных соединений при реконструкции НСК «Олимпийский», строительстве автомобильной эстакады терминального комплекса а/п «Борисполь» и Подольского мостового перехода через р. Днепр в Киеве.

НСК «Олимпийский»

