

## РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.Ю. Малахов<sup>1</sup>, И.В. Сайков<sup>1</sup>, И.В. Денисов<sup>1</sup>, Б.А. Романцев<sup>2</sup>, Ю.В. Гамин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова Российской академии наук, Черноголовка, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва

[Sir.malahov2009@yandex.ru](mailto:Sir.malahov2009@yandex.ru)

Конструкционные материалы, находясь в различных условиях эксплуатации, подвергаются коррозионным разрушениям, в результате которых сокращается срок их службы [1-2]. Для повышения прочностных, антикоррозионных и других эксплуатационных свойств конструкционных материалов применяют плакирование, т.е. нанесение различными технологическими способами слоя с особыми свойствами на рабочую поверхность изделия. Основной слой обеспечивает требуемую прочность, стойкость при ударных нагрузках конструкции в целом. Плакирующий слой защищает детали от быстрого выхода из строя вследствие разрушения материала под воздействием агрессивных сред [3-4]. Биметаллические трубы и прутки с этой точки зрения позволяют повышать срок эксплуатации оборудования за счет повышения коррозионной стойкости рабочего слоя. Производство биметаллических и монометаллических труб различается лишь тем, что параметры технологических процессов должны обеспечить, кроме обычных качественных показателей, сохранение свойств каждого металла и прочное их сцепление. Важнейшими условиями производства таких труб является качественное изготовление заготовки и оптимальный выбор способа обработки, температурно-скоростных параметров, степени деформации, технологических смазок и калибровки технологического инструмента [5]. Производство горячекатаных бесшовных труб включает следующие основные технологические операции: нагрев заготовки, получение полой гильзы, подогрев гильзы (при необходимости), получение трубы промежуточных размеров (раскатка гильзы в трубу), подогрев трубы (при необходимости), окончательную формовку трубы по диаметру и толщине стенки [6]. В качестве заготовок для горячей прокатки используют двухслойные цилиндрические сплошные или полые заготовки, полученные различными

технологическими способами: наплавкой, центробежным литьем, прессованием, сваркой взрывом и т.п.

Сварка взрывом, в отличие от многих других способов изготовления биметаллических труб и стержней позволяет получать как готовые так передельные заготовки практически с любым сочетанием слоев и размеров при минимальных затратах электроэнергии. При этом в процессе отработки технологии получения двухслойных изделий цилиндрической формы методом импульсного нагружения зарядом взрывчатого вещества необходимо решать проблемы, связанные с сохранением целостности собранных деталей в процессе взрывного плакирования, достижением минимального уровня деформаций, а также обеспечением качественного и равнопрочного соединения свариваемых элементов на расстоянии более 10 диаметров трубы.

Очевидным преимуществом плакирования сплошной цилиндрической заготовки перед плакированием полой заготовки является отсутствие необходимости в специальных мерах по предотвращению нежелательной деформации плакируемого компонента [7].

В настоящей работе была разработана и апробирована методика получения двухслойных стержней и труб с наружным коррозионностойким слоем. Основные этапы получения включали в себя сварку взрывом и горячую прокатку/прошивку.

В качестве исходных материалов использовались трубы из коррозионностойкой стали 08X18H10T и стержни из конструкционной стали 20, геометрические размеры которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Геометрические размеры исходных заготовок

Материал	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки	Длина, мм
Труба 08X18H10T	34	5	800
Труба 08X18H10T	28	2	1500
Стержень сталь 20	20	-	800 ; 1500

Для получения биметаллического стержня использовались две схемы сборки (рис. 1 а, б). Согласно схемам, внутрь трубы 3 из коррозионностойкой стали 08X18H10T устанавливается стержень 7 из стали 20. Для обеспечения требуемого зазора между заготовками и во избежание попадания в него продуктов детонации взрывчатого вещества использовались специальные крышки 1 и 4. Собранные таким образом схемы помещались на песчаную основу.

В схеме с использованием гелия (рис. 1, б) в трубе устанавливались штуцера 6 для заполнения сварочного зазора инертным газом.

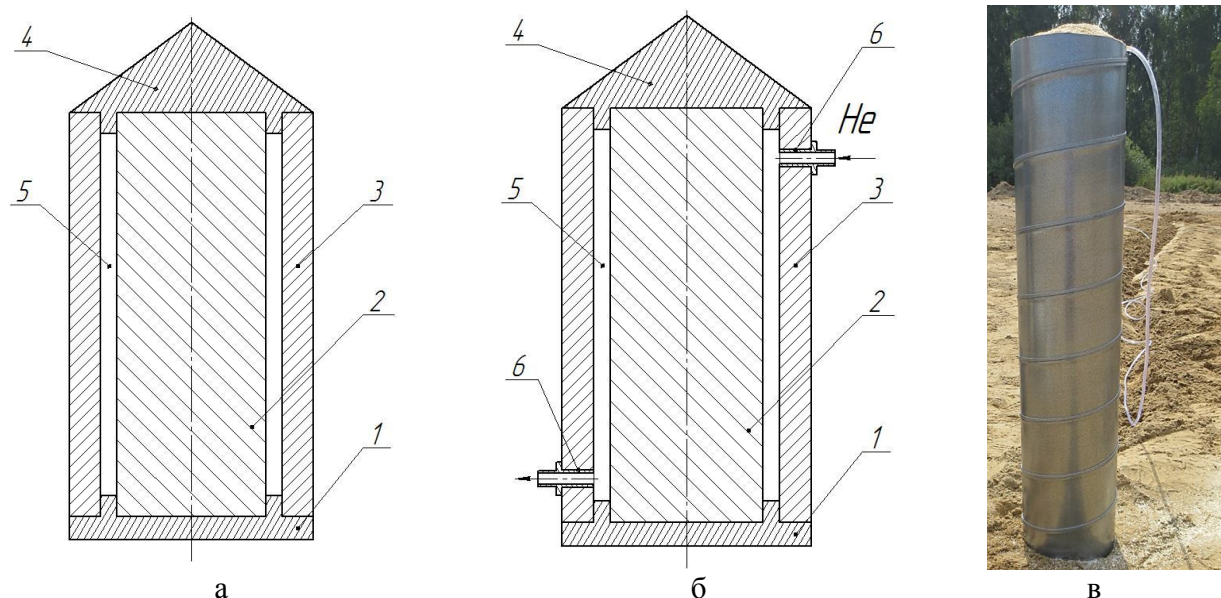


Рисунок 1 – Схемы сборок исходных элементов под сварку взрывом: а – схема с использованием воздуха; б – схема с использованием гелия; в – сборка на полигоне

Прошивка выполнялась на двухвалковом прошивном стане винтовой прокатки МИСиС-130Д с бочковидными биконическими валками (рис. 2). Угол подачи – 15 градусов. В качестве направляющего инструмента использовались линейки из бидулоидного чугуна. Прошивка осуществлялась на оправке диаметром 19,5 мм с конической формой рабочей части.

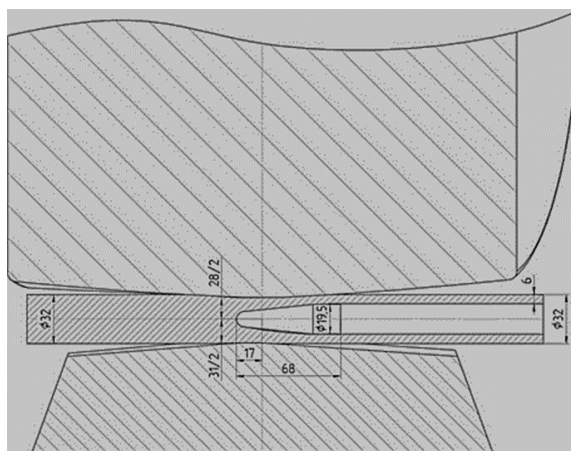


Рисунок 2 – Схема очага деформации прошивного стана

Исходные заготовки нагревались в камерной печи электросопротивления. Температура нагрева исходных заготовок перед прокаткой – 1160...1180 °С.

Прокатка осуществлялась на трехвалковом министане радиально-сдвиговой прокатки 14-40 по маршруту 24 → 22 → 19 → 16 → 12 мм. Угол подачи рабочих валков 18 градусов. После каждого прохода на ленточной пиле с одного торца был отрезан темплет. Перед следующим проходом пруток подогревался в печи до температуры прокатки.

После прошивки и прокатки были получены гильзы наружным диаметром 32 мм с толщиной стенки 6 мм и стержни (рис. 3).

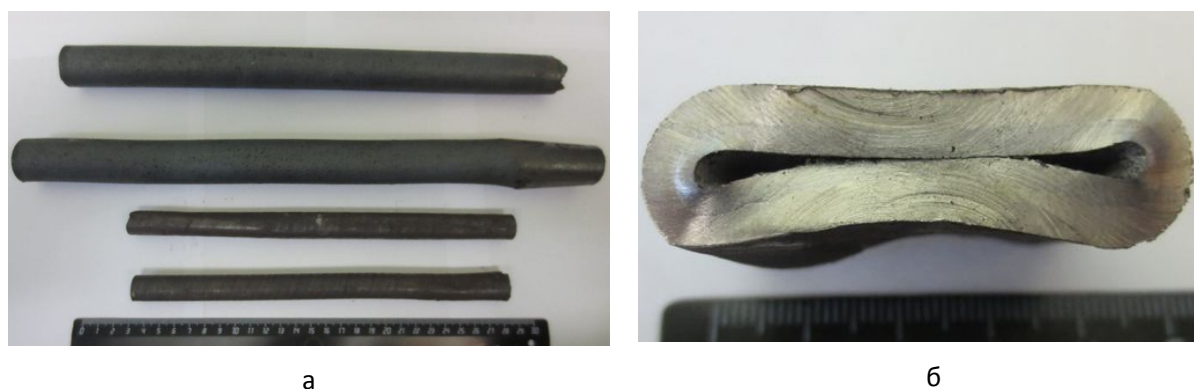


Рисунок 3 – Полученные биметаллические образцы после горячей деформации: а – внешний вид образцов; б – образец после испытания на сплющивание

Таким образом, сваркой взрывом были получены двухслойные стержни с сочетанием слоев сталь 20+08X18Н10Т по схемам с использованием гелия и воздуха в качестве атмосфер сварочного зазора. Ультразвуковой контроль сплошности соединения и визуально-измерительный контроль поверхности показали, что используемые режимы сварки взрывом обеспечили практически 100%-ую сплошность слоев. Полученные сваркой взрывом двухслойные стержни подвергались горячей деформации в результате которой были получены биметаллические трубы и стержни. Механические испытания на сплющивания показали хорошую прочность сцепления слоев при отсутствии трещин на границе соединения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-08-01248\_а.

- [1] Батраков, В.В. Коррозия конструкционных материалов. Газы и неорганические кислоты: справочное издание: в двух книгах. Кн.1. Газы и фреоны / В.П. Батраков, Л.Н. Пивоварова, В.В. Соболев – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Интермет Инжиниринг», 2000. – 344 с.
- [2] Азаренков, Н.А. Коррозия и защита металлов. Часть 1. Химическая коррозия металлов: учеб. пособие. / Н.А. Азаренков, С.В. Литовченко, И.М. Неклюдов, П.И. Стоев. – Харьков: ХНУ, 2007. – 287 с.
- [3] Родионова, И.Г. Коррозионностойкие биметаллы с прочным сцеплением слоев для нефтехимической промышленности и других отраслей / И.Г. Родионова и др. – М.: ЗАО Metallurgizdat, 2011. – 292 с.
- [4] Сиротенко, Л.Д. Применение биметаллических материалов в машиностроении / Л.Д. Сиротенко, Е.С. Шлыков, Т.Р. Абляз // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С. 163-170.
- [5] Чепурко, М.И. Производство биметаллических труб и прутков / М.И. Чепурко, В.Я. Остренко, А.А. Когадеев. – М.: Metallurgia, 1986. – 240 с.
- [6] Шевакин, Ю. Ф. Станы холодной прокатки труб [Текст] / Ю.Ф. Шевакин и др. // Определение характеристик надежности и технического состояния оборудования сероводородсодержащих нефтегазовых месторождений. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. – 239 с.
- [7] Крупин, А.В., Деформация металлов взрывом /А.В. Крупин и др. – М.: Metallurgia, 1975. – 416 с.