

УДК 621.715.2:621.774.32

DOI 10.22213/2410-9304-2017-3-18-21

М. С. Коновалов, магистрант*В. П. Шеногин*, доктор технических наук, профессор

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ПРОШИВНЫХ ОПРАВОК ИЗ СПЛАВА НА ОСНОВЕ Ni_3Al АРМИРУЮЩИМИ ЧАСТИЦАМИ¹

В данной работе слитки изготавливались методом выплавки электродов в открытой индукционной электрической печи СЭЛТ-20С/20 с последующим их электрошлаковым переплавом как с добавлением армирующих частиц молибдена в кристаллизатор методом равномерной подсыпки во время переплава, так и без добавления. Для выплавки использовались чистые шихтовые материалы без добавления отходов. Армирующие частицы молибдена были получены измельчением заготовок молибдена марки МШ-1 (ТУ 48-19-73-86) в планетарной мельнице.

В результате проведения работы методом открытой индукционной выплавки было получено четыре электрода сплава на основе Ni_3Al . Первые два электрода (№ 1 и 2) были подвергнуты стандартному электрошлаковому переплаву (ЭШП), а вторые два электрода (№ 3 и 4) были подвергнуты ЭШП с добавлением в кристаллизатор во время переплава порошка молибдена. Из всех полученных слитков были изготовлены прошивные оправки, которые испытывались при прошивке прутков коррозионно-стойкой стали марки 08X18H10T-Ш. При помощи оправок, изготовленных из слитков № 1 и 2, было прошито 7 и 6 прутков соответственно, а при помощи оправок из слитков № 3 и 4 было прошито 11 и 12 прутков соответственно. Полученные результаты показали, что возможно повысить стойкость оправок из сплава на основе интерметаллида Ni_3Al при прошивке прутков из стали марки 08X18H10T-Ш на 76 % за счет повышения жаропрочных характеристик сплава армирующими частицами из порошка молибдена, вводимыми в процессе проведения ЭШП.

Ключевые слова: прошивная оправка, поперечно-винтовая прокатка, Ni_3Al , жаропрочность, 08X18H10T-Ш.

Введение

Соединение отдельных агрегатов АЭС осуществляется большим числом трубопроводов. На атомных электростанциях в основном применяют бесшовные трубы, при этом наиболее ответственные из них изготавливают из коррозионно-стойких сталей, например стали марки 08X18H10T.

При изготовлении бесшовных труб самой ответственной и технически сложной операцией является прошивание исходной сплошной заготовки [1, 2], так как дефекты, полученные при выполнении данной операции, невозможно устранить в процессе дальнейшего передела черновой трубы ме-

тодами обработки давлением, что приводит к определению готовой продукции как несоответствующей требованиям качества.

Основным инструментом для получения трубной заготовки является прошивная оправка, которая и определяет качество передельной трубы. Производственный опыт и литературные данные [3–7] указывают на то, что стойкость прошивных оправок в основном зависит от материала и способа их изготовления.

В связи со своей экономной легированностью и высоким уровнем жаропрочности особый интерес по использованию в качестве материала прошивных оправок

© Коновалов М. С., Шеногин В. П., 2017

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Договор № 9304ГУ/2015 от 24.12.2015).

вызывают сплавы на основе Ni_3Al [8, 9]. Кроме того, из [10] известно, что армирование матрицы никелевых сплавов волокнами тугоплавких металлов приводит к резкому повышению жаропрочности данных сплавов.

Цель настоящей работы заключалась в определении возможности повышения стойкости оправок из сплава на основе интерметаллида Ni_3Al при прошивке прутков из стали марки 08X18H10T-Ш за счет повышения жаропрочных характеристик сплава армирующими частицами из порошка молибдена, вводимыми в процессе проведения электрошлакового переплава (ЭШП). Данную оценку планировалось проводить посредством сравнения стойкости оправок из сплавов на основе Ni_3Al , полученных в результате выплавки электродов в открытой индукционной печи (наиболее доступным способом) с последующим их электрошлаковым переплавом, как с добавлением армирующих частиц в виде порошка молибдена, так и без добавления.

Методика проведения экспериментальных работ

Химический состав изготовленных слитков определялся при помощи анализатора МЕТЭК-200 и рентгено-флуоресцентного спектрометра α -2000. Визуальный и измерительный контроль полученных труб проводился в соответствии с РД 34.10.130-96. Ультразвуковая дефектоскопия горячекатаных труб проводилась дефектоскопом УД2-140 по ГОСТ 17410-78.

Изготовление прошивных оправок

Слитки изготавливались методом выплавки электродов в открытой индукционной электрической печи СЭЛТ-20С/20 с последующим их электрошлаковым переплавом с добавлением армирующих частиц молибдена в кристаллизатор методом равномерной подсыпки во время переплава (слитки № 3 и 4) и без добавления (слитки № 1 и 2). Для выплавки использовались шихтовые материалы, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Основные шихтовые материалы

Материал	Марка	НД
Никель	Н1	ГОСТ 849-97
Хром	ЭРХ-0	ТУ 14-5-76-76
Вольфрам	ШВЧ	ТУ 48-19-57-91
Молибден	МШ-1	ТУ 48-19-73-86
Алюминий	А0	ГОСТ 6008-90
Титан	ВТ1-0	ГОСТ 19807-91
Цирконий	Э100	ТУ 95-166-83
Силикокальций	СК20	ГОСТ 4762-71
Кальций	Гранулы	ТУ 083.5.314-94
Древесный уголь	А	ГОСТ 7657-84

Армирующие частицы молибдена были получены измельчением заготовок молибдена марки МШ-1 (ТУ 48-19-73-86) в планетарной мельнице.

Химический состав исходных электродов и изготовленных из них слитков получали в соответствии с ограничениями, приведенными в табл. 2.

Таблица 2. Ограничения по химическому составу

Электроды, слитки № 1 и 2	Содержание	Химический состав; мас. %									
		Al	Mo	W	Ti	Cr	Zr	C	S	P	Ni
	Мин.	7,50	3,50	1,20	1,00	4,50	0,15	Не более			Осн.
	Макс.	8,50	4,50	1,70	1,50	5,50	0,35	0,02	0,005	0,005	
Слитки № 3 и 4	Мин.	7,50	8,50	1,20	1,00	4,50	0,15	Не более			Осн.
	Макс.	8,50	9,50	1,70	1,50	5,50	0,35	0,02	0,005	0,005	

Из полученных слитков прошивные оправки изготавливались посредством проведения механической обработки на станке торцецентровочном 2К52 и станке токарно-винторезном 1М63БФ101.

Испытание прошивных оправок

Полученные прошивные оправки были испытаны при прошивке прутков коррозионно-стойкой стали марки 08X18H10T-Ш размером $\varnothing 85^{\pm 1} \times 1000^{\pm 5}$ мм в передельные трубы размером $\varnothing 83^{\pm 0,5} \times \varnothing 38^{\pm 0,5} \times L$ мм.

При помощи оправок, изготовленных из слитков № 1 и 2, было прошито 7 и 6 прутков соответственно, а при помощи оправок из слитков № 3 и 4 было прошито 11 и 12 прутков соответственно.

Причинами вывода всех рассмотренных оправок из производственного процесса явились следующие факторы:

- изменение формы оправки;
- сильное развитие сетки разгара.

Заключение

В результате изготовления четырех оправок из слитков сплава на основе Ni_3Al , полученных посредством выплавки электродов в открытой индукционной печи с последующим их электрошлаковым переплавом, как с добавлением армирующих частиц в виде порошка молибдена, так и без добавления, а также в результате испытания данных оправок при прошивке прутков из стали марки 08X18H10T-Ш были получены

данные, которые свидетельствуют о том, что возможно повысить стойкость оправок из сплава на основе интерметаллида Ni_3Al при прошивке прутков из стали марки 08X18H10T-Ш на 76 % за счет повышения жаропрочных характеристик сплава армирующими частицами из порошка молибдена, вводимыми в процессе проведения ЭСП.

Библиографические ссылки

1. Коновалов М. С. О выборе материала, конструкции и способа изготовления оправок для прошивки заготовок из коррозионно-стойких сталей // Инновационная наука. – 2015. – № 12. Ч. 2. – С. 70–73.
2. Коновалов М. С., Шенюгин В. П. Исследование стойкости прошивных оправок малого диаметра из сплава на основе Ni_3Al // Электронное научное издание : сборник трудов IV Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием. – Ижевск : ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2016. – С. 44–50. – URL: http://sconf.istu.ru/docs/sbornik_2016.pdf (дата обращения 20.04.2016).
3. Сазоненко И. О., Земцов В. А., Юрчак А. Н. К вопросу повышения стойкости оправок прошивных станков // Литье и металлургия. – 2012. – № 4 (68). – С. 135–138.
4. Данилов Ф. А., Глейберг А. З., Балакин В. Г. Горячая прокатка и прессование труб. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1972. – 576 с.
5. Вавилкин Н. М., Бухмиров В. В. Прошивная оправка. – М. : МИСиС, 2000. – 128 с.

6. Шапиро И. А., Хавкин Г. О., Бородский В. М. Повышение эффективности оправок прошивных станков // Сталь. – 2009. – № 9. – С. 75–76.

7. Повышение износостойкости оправок прошивного стана / Б. А. Романцев, О. К. Матько, А. В. Гончарук, А. С. Алещенко, А. В. Поливец // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2008. – № 10. – С. 16–19.

8. Коновалов М. С., Сапожников Г. В. Исследование микроструктуры образцов литейных сплавов на основе Ni_3Al , кристаллизованных различными методами // Химическая физика и мезоскопия. – 2016. – Т. 18, № 2. – С. 265–271.

9. Коновалов М. С., Шенюгин В. П. Исследование стойкости оправки из сплава на основе Ni_3Al при прошивке прутков стали марки 08X18H10T-Ш // Интеллектуальные системы в производстве. – 2017. – Т. 15, № 2. – С. 39–42.

10. Структура и свойства ВКМ – жаропрочных сплавов на никелевой основе, армированных волокнами вольфрама / М. Х. Шоршоров, И. В. Доронин, В. И. Антипов, М. М. Рыбальченко, В. Ф. Трунин // Физика и химия обработки материалов. – 1977. – № 2. – С. 130–132.

M. S. Konovalov, Master's Degree Student, Kalashnikov ISTU

V. P. Shenogin, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

Increase of the Durability of the Ni_3Al -based alloy Piercing Plug on Account of Reinforcing Particles

In this work ingots were prepared by smelting in the open induction furnace SELT-20C/20 with casting in the consumable-electrode shape followed by electroslag remelting and cooling in a copper water-cooled mold. Wherein, the reinforcing particles were added during remelting of several electrodes. Pure charge materials were used for melting electrodes. Reinforcing molybdenum particles were obtained by grinding molybdenum billets of grade MSh-1 (TU 48-19-73-86) in a planetary mill.

Four Ni_3Al -based alloy electrodes were produced by the method of open induction melting as a result of the work. The first two electrodes (No. 1 and No. 2) were subjected to standard electroslag remelting. The second two electrodes (No. 3 and No. 4) were subjected to electroslag remelting with the addition of molybdenum powder to the crystallizer during electroslag remelting. The piercing plugs were made of all the ingots produced. These piercing plugs have been tested when piercing bars of corrosion-resistant steel grade 08X18H10T-Ш. Seven bars were sewn through the piercing plug of the ingot No. 1. Six bars were sewn through the piercing plug of the ingot No. 2. Eleven bars were sewn through the piercing plug of the ingot No. 3. Twelve bars were sewn through the piercing plug of the ingot No. 4. The obtained results showed that durability of the Ni_3Al -based alloy piercing plugs can be increased by 76 % when piercing bars of corrosion-resistant steel grade 08X18H10T-Ш. It is due to the increase of the heat resistant properties of the alloy by the reinforcing molybdenum particles introduced during the process of electroslag remelting.

Keywords: piercing plug, cross-screw rolling, Ni_3Al , high-temperature strength, 08X18H10T-Ш.

Получено: 30.06.2017