

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ФЛЮСА НА ПРОЦЕСС ТОРЦЕВОЙ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ НАПЛАВКИ С РАЗДЕЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ ПРИСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Ю. М. КУСКОВ

ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины. 03150, г. Киев, ул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Исследована возможность использования при торцевой электрошлаковой наплавке дискретным присадочным материалом в токоподводящем кристаллизаторе флюсов различных марок. Установлено, что выбор флюсов исходя только из их физических свойств (вязкости и электропроводности) не гарантирует получения необходимых условий осуществления электрошлакового процесса. Большое значение для нормальной работы кристаллизатора и выполнения качественной наплавки с хорошим формированием наплавленного металла имеет оптимальное расположение торцевой наплавляемой поверхности заготовки в рабочей полости кристаллизатора. С учетом сказанного выше для электрошлаковой наплавки дискретным материалом можно использовать флюсы АНФ-29, АНФ-32, АН-26. Библиогр. 20, табл. 2, рис. 4.

Ключевые слова: торцевая электрошлаковая наплавка, флюс, дискретная присадка, токоподводящий кристаллизатор, ток, напряжение, стабильность процесса

Токоподводящий кристаллизатор (ТПК) представляет собой конструкцию секционного типа, совмещающую функции нерасходуемого электрода и формирующего наплавленный металл устройства [1, 2]. Его можно использовать как для электрошлаковой наплавки (ЭШН), так и электрошлакового переплава (ЭШП). При этом в качестве подаваемого в шлаковую ванну материала могут служить электроды и заготовки большого сечения, проволоки, ленты, твердая и жидкая присадки. Применение дискретной присадки представляется наиболее перспективным в связи с тем, что она не только формирует наплавленный слой, но и может оказывать инокулирующее воздействие на структуру кристаллизующегося металла.

Схема торцевой ЭШН дискретной присадкой в ТПК представлена на рис. 1.

ТПК используется в виде подвижного устройства, либо его устанавливают стационарно с перемещением относительно него наплавляемого слоя. При наплавке слоев относительно небольшой толщины (примерно ≤ 90 мм) ТПК может эксплуатироваться без относительного перемещения его и наплавленного металла. В этом случае формирующая секция кристаллизатора должна иметь высоту, обеспечивающую расположение в ней наплавляемого слоя. При толщине слоя ≥ 90 мм возникают сложности прогрева всего объема шлаковой ванны, ухудшается формирование металла. Конкретная толщина слоя с хорошим формированием, в конечном итоге, определяется физико-химическими свойствами применяемого флюса, а также видом и химическим составом наплавочного материала. Одним из основных этапов осуществления в ТПК электрошлакового

процесса является наведение в нем шлаковой ванны и сохранение ее стабильности (неизменности химического состава шлака и заданных электрических параметров процесса) в течение всего времени работы ТПК. Шлаковую ванну в кристаллизаторе можно наводить с использованием одного из двух известных технических способов — жидкого или твердого старта. В обычном кристаллизаторе шлаковую ванну оптимальной глубины (40...100 мм) формируют путем разовой заливки в него из флюсоплавильной печи необходимой порции шлака, либо получают тот же объем шлака путем закорачивания расходоуемого или нерасходуемого электрода на поддон (или наплавляемую заготовку) с постепенным наращиванием количества расплавленного флюса, переводя процесс из дугового в шлаковый.

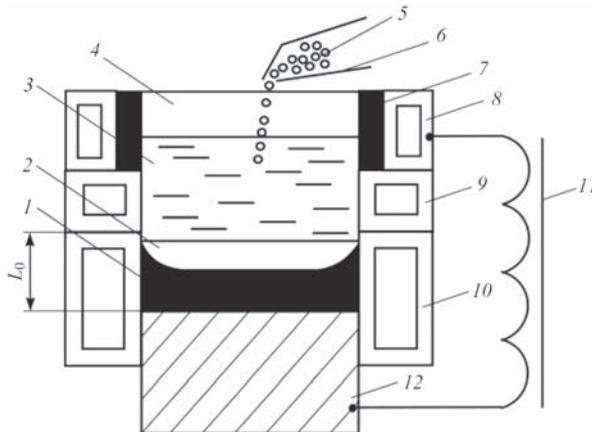


Рис. 1. Схема торцевой ЭШН дискретной присадкой в ТПК: 1 — наплавленный металл; 2 — металлическая ванна; 3 — шлаковая ванна; 4 — кристаллизатор; 5 — механизм подачи присадочного металла; 6 — дискретный присадочный материал; 7 — защитный слой (молибден, вольфрам и графит); 8–10 — секции кристаллизатора; 11 — трансформатор; 12 — заготовка

В ТПК заливаемая порция шлака может быть различного объема, в зависимости от положения заготовки или поддона относительно токоведущей секции кристаллизатора. Аналогичная ситуация и при выполнении твердого старта, когда объем шлаковой ванны должен быть достаточным, чтобы произошло электрическое замыкание цепи токоведущая секция – шлак – поддон (либо заготовка). Именно это замыкание и позволяет обеспечивать нормальную работу ТПК и достаточно долго осуществлять электрошлаковый процесс без введения в рабочую зону каких-либо дополнительных устройств или электродов для поддержания шлаковой ванны в расплавленном состоянии.

Следует также отметить, что в зависимости от электрического режима наплавки и свойств шлака температура шлаковой ванны может значительно изменяться, а это, помимо отмеченного ранее влияния теплового состояния шлаковой ванны на качество наплавки, может вести к образованию на рабочей поверхности токоведущей секции неэлектропроводного или частично проводящего ток шлакового гарнисажа (твердой или полужидкой корочки), даже в том случае, если она защищена электропроводящей футеровкой, чаще всего графитовой. Появление гарнисажа затрудняет прохождение тока через один из элементов рабочей электрической цепи, нарушается стабильность процесса; в крайнем случае, электрошлаковый процесс полностью прекращается.

Таким образом, правильный выбор флюса (шлака) имеет первостепенное значение для нормальной работы ТПК. Необходимо принимать во внимание также стоимость флюса. Известно, что в себестоимости выплавки слитков ЭШП затраты на флюс составляют 2...6 % [3]. При ЭШН, когда, в основном, наплавляются относительно малые слои металла, эта величина естественно значительно возрастает.

С начала открытия в конце 1940-х – начале 1950-х годов электрошлакового процесса для его выполнения предложено более 50 марок флюсов. Основным компонентом флюсов является фтори-

стый кальций, характеризующийся наименьшим давлением паров при температурах электрошлакового процесса по сравнению с фторидами Al, Ba, Mg. Физические свойства расплавленного CaF_2 позволяют обеспечить стабильность процесса.

Для уменьшения электропроводности, регулирования вязкости расплава, улучшения обескисляющей способности, вводят оксиды Ca, Al, Mg. Содержание кремнезема как соединения менее термодинамически устойчивого, чем перечисленные оксиды, а также снижающего обескисляющую способность шлака, обычно не превышает 2 %. Однако при кольцевой ЭШН, а также в практике ЭШП иногда применяют флюсы с повышенным содержанием кремнезема (АНФ-14, АНФ-25, АНФ-28, АНФ-29).

В настоящее время для осуществления электрошлакового процесса в ТПК используют флюсы различных марок в зависимости от химического состава переплавляемого металла, его вида и техники наплавки (в подвижном или стационарном кристаллизаторе). В качестве примеров такого подхода в выборе флюсов для работы с ТПК могут служить кольцевые ЭШН жидким металлом (хромистые чугуны, нержавеющие, инструментальные, быстрорежущие стали и др.) с взаимным перемещением наплавленного металла и кристаллизатора с использованием флюсов АН-75, АНФ-32, АНФ-94 [4–7]; переплав электродов и торцевая наплавка (титановые сплавы, медь, низколегированные и нержавеющие стали) на флюсах CaF_2 , АНФ-94, АНФ-28 [8–10]; ЭШП, торцевая и кольцевая наплавки с подачей в шлаковую ванну (АНФ-14, АН-75, АНФ-29, АНФ-28Н) дискретных присадок (хромистые и хромоникелевые чугуны, быстрорежущие и штамповые стали, медь и др.) [4, 10–13].

В данной работе рассмотрено влияние некоторых технологических параметров и химического состава флюсов на стабильность электрошлакового процесса в ТПК при торцевой ЭШН дискретной присадкой. В этом случае с помощью правильно выбранного флюса необходимо обеспечить, помимо хорошего формирования наплавляемого металла с самого начала наплавки и полного расплавления присадки, также качественное соединение основного и наплавленного металлов. Последнее представляет достаточно сложную задачу по сравнению со способом ЭШП, в частности, при выполнении которого удаляемая нижняя (донная) часть слитка может достигать 15 % его массы [14]. Поэтому данная задача будет рассмотрена в последующих статьях.

Для предварительного рассмотрения были выбраны флюсы, нашедшие приме-

Таблица 1. Флюсы, предварительно выбранные для рассмотрения возможности их применения в исследованиях

Марка флюса	Химический состав флюсов, мас. %					
	CaF_2	Al_2O_3	CaO	SiO_2	MgO	MnO
АНФ-14	60...65	10...12	≤ 8	14...16	4...8	-
АНФ-29	37...45	13...17	24...30	11...15	2...6	-
АНФ-32	34...42	24...30	20...27	5...9	2...6	-
АНФ-94	34...40	17...21	11...22	14...20	7...11	≤ 2
АН-75	56...59	9...12	6...8	18...21	6...8	5...7
АН-90	39,0	10,5	23,5	26,5	0,5	-
АН-22*	20...24	19...23	12...15	18...22	12...15	7...9
АН-26	20...24	19...23	4...8	29...33	15...18	2,5...4

* Флюс дополнительно содержит $\text{N}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ в количестве 1,3...1,7 мас. %.

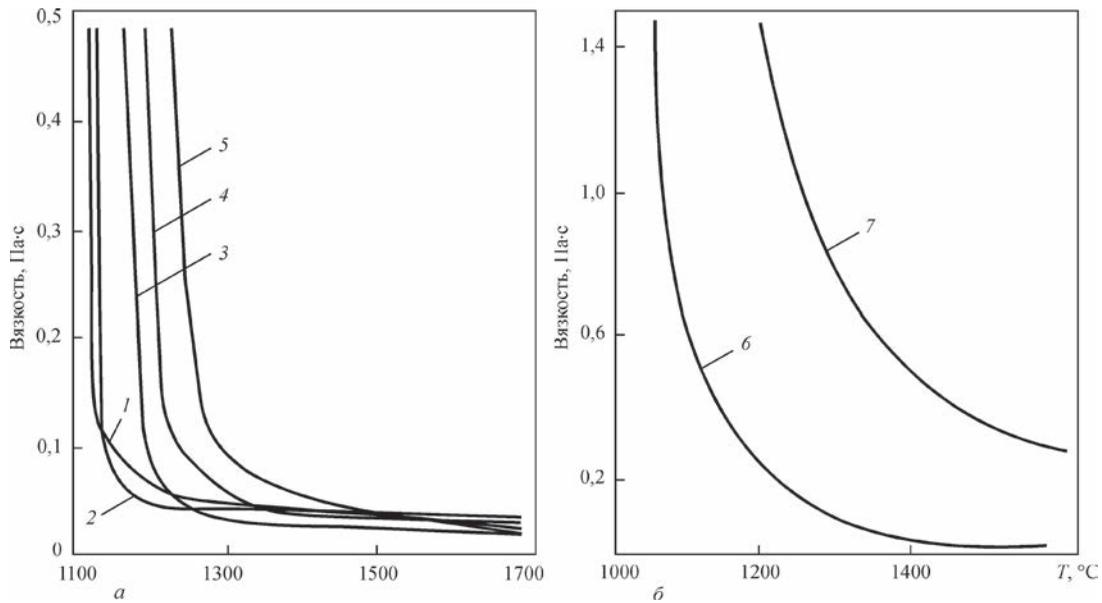


Рис. 2. Зависимость вязкости флюсов от температуры [15–18]: а — силикоксидные, б — оксидные флюсы: 1 — АНФ-14; 2 — АН-75; 3 — АНФ-29; 4 — АНФ-32; 5 — АНФ-94; 6 — АН-22; 7 — АН-26

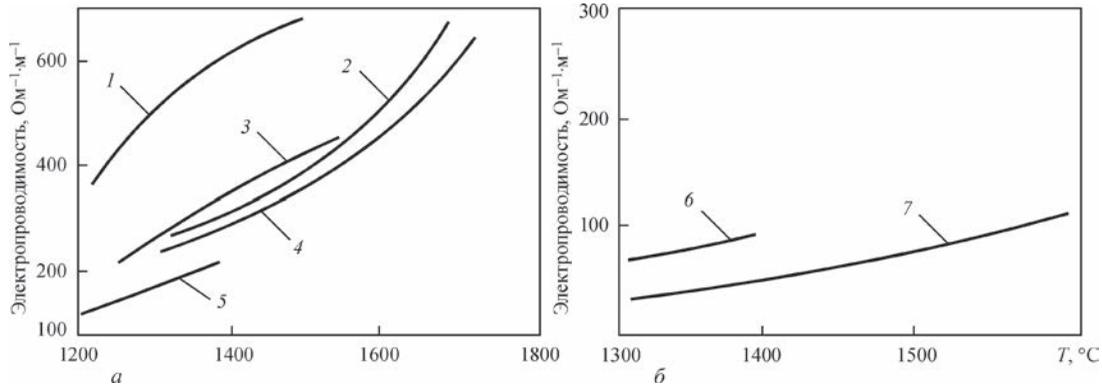


Рис. 3. Зависимость электропроводности флюсов от температуры [15–18]: а — силикоксидные, б — оксидные флюсы: 1 — АН-75; 2 — АНФ-29; 3 — АНФ-94; 4 — АНФ-32; 5 — АНФ-14; 6 — АН-22; 7 — АН-26

нение как в электрошлаковых, так и дуговых (АН-22, АН-26) процессах. Марки флюсов и их состав по ТУ представлены в табл. 1. Зависимость основных физических показателей шлаков — вязкости и электропроводности от температуры представлены на рис. 2 и 3 [15–18]. По флюсу АН-90 данные по физическим свойствам отсутствуют.

Основные технико-экономические показатели электрошлаковых процессов и, соответственно, критерии выбора флюсов были следующие:

Оксидно-фторидный флюс АНФ-14 используется при электрошлаковой сварке сталей, а также при ЭШН чугунов, в частности, ЭШН электродом — трубой валков горячей прокатки [4]. При ЭШН чугуновой дробью в ТПК в ряде случаев в наплавленном металле и по границам сплавления основного и наплавленного металлов наблюдались шлаковые включения. Это связано с охлаждающим действием подающихся в шлаковую ванну дробин в отличие от перегретых капель с оплавливающегося конца расходоуемого электрода. В промышленном масштабе не производится.

Флюсы АНФ-29 и АНФ-32 предназначены для ЭШП в подвижных кристаллизаторах благодаря введению в их состав повышенного количества SiO_2 [19]. Наличие в шлаке на основе фтористого кальция повышенного содержания оксида кремния способствует получению тонкой гарнисажной корочки и хорошему формированию наплаваемой поверхности в широких пределах изменения режимов плавки. Производятся в промышленном масштабе.

Флюс АНФ-94. Разработан для кольцевой ЭШН жидким металлом (быстрорежущие стали) в ТПК [10]. Как и в случае с флюсом АНФ-14, условия существования шлаковой ванны при подаче жидкой и твердой присадки существенно отличаются. В промышленном масштабе не производится.

Флюс АН-75. Модификация флюса АНФ-14 за счет введения в его состав 5...7 % MnO. При ЭШН чугуновой дробью в подвижном ТПК он обеспечивает хорошее формирование чугуна и сплавление основного (сталь, чугун) и наплавленного металлов [4]. При наплавке стальной

дробью ухудшается формирование металла, в наплавленном слое встречаются нерасплавленные частицы дроби. В промышленном масштабе не производится.

Флюс АН-90. Разработан для ЭШН лентами нержавеющей сталей при свободном формировании наплавленного металла. Обеспечивает хорошее формирование металла, легкую отделимость шлаковой корки, поддержание стабильного электрошлакового процесса при малой глубине шлаковой ванны, низкую склонность к гидратации [20]. В промышленном масштабе не производится.

Флюс АН-22. Используется как для электродуговой сварки, так и наплавки высоколегированных сталей. Преимуществом флюса можно считать относительно малое содержание оксидов кальция. В промышленном масштабе не производится.

Флюс АН-26. Использование и преимущества аналогичны флюсу АН-22. В промышленном масштабе производится в стекловидном варианте (АН-26С).

В результате выполненного анализа для исследований были приняты флюсы АНФ-29, АНФ-32, АН-90, АН-22 и АН-26. Причем наибольшие сомнения вызывало применение флюсов АН-90 и АН-22. Первый — по причине неизвестности его поведения при ЭШН в водоохлаждаемых кристаллизаторах; второй — из-за наличия в его составе около 2 % оксидов натрия и калия, что предположительно будет затруднять сохранение их содержания во время наплавки.

В связи с этим исследования были разделены на два этапа. На первом была выполнена практическая проверка стабилизации электрошлакового процесса на флюсах АН-22 и АН-90 при кольцевой ЭШН в ТПК с уширенной верхней секцией и увеличенным диаметром наплавленной заготовки. Благодаря такой схеме наплавки удалось уменьшить объем шлаковой ванны (2870 см³) для улучшения условий ее прогрева. Но и в этом случае после заливки в кристаллизатор каждого из этих шлаков (жидкий старт) навести стабильную шлаковую ванну не удалось даже на максимальной ступени источника питания.

Поэтому основные исследования (2 этап) были выполнены с использованием флюсов АНФ-29, АНФ-32 и АН-26 при торцевой наплавке в гладкоствольном ТПК с объемом шлаковой ванны 3820 см³ (примерно на 30 % большем, чем в опытах 1 этапа). Методика выполнения экспериментов была следующей (см. рис. 1). В ТПК диаметром 180 мм с помощью водоохлаждаемого электрода с графитовой насадкой на его конце на поверхности заготовки, постепенно расплавляя порции флюса, наводили шлаковую ванну до ее ка-

пания с токоведущей секцией кристаллизатора. С этого момента начиналась работа ТПК, а электрод извлекался из его рабочей полости. После трехминутного прогрева шлаковой ванны в нее порционно подавалась сухая мелкая стружка (после фрезерной обработки) следующего химического состава, мас. %: 0,50 С; 0,62 Si; 1,3 Mn; 3,30 Cr; 0,93 Ni; 0,15 Mo; ~1,0 Cu. Предварительно было установлено, какой массе стружки соответствует толщина наплавленного слоя. Все наплавки выполняли на максимальной IV ступени трансформатора ТШП-10. Первоначальное удаление наплавленной поверхности заготовки от верхнего торца формирующей секции (L_0) составляло 94 мм.

Во время наплавки определяли (по оценочным уровням) максимально возможное для каждого флюса удаление наплавленной поверхности заготовки от торца формирующей секции (L_0), а также токи и напряжения, соответствующие каждому положению уровня наплавленного металла.

Результаты выполненных экспериментов представлены в табл. 2. В результате анализа результатов измерений, технологических особенностей наплавки, а также показателей вязкости и электропроводности флюсов в зависимости от температуры (рис. 2, 3) можно сделать следующие выводы. Несмотря на относительно близкие показатели физических свойств флюсов АНФ-29 и АНФ-32, их поведение при наплавке имеет отличия. Каждая подача в шлаковую ванну стальной стружки уменьшала расстояние от поверхности наплавленного слоя до токоведущей секции, снижая электрическое сопротивление на участке секция – шлак – наплавленный металл. При этом ток возрастает и для флюса АНФ-29 примерно на третьем уровне оценки шлаковая ванна уже активно вращается в горизонтальной плоскости, спокойно поглощая подаваемые порции присадки. При использовании флюса АНФ-32 первые порции стружки приходилось давать минимальной массы, так как тепловой мощности шлаковой ванны не хватало для расплавления больших порций присадки. При попытке повысить ее массовую скорость подачи стружка существенно ухудшала стабильность процесса за счет снижения температуры шлака. И лишь при достижении примерно 4-5 уровня процесс окончательно стабилизировался. Следовательно, для флюса АНФ-32 первоначальное значение L_0 должно быть равным около 70...75 мм.

Учитывая физические свойства флюса АН-26 (относительно низкая электропроводимость, повышенная вязкость и температура плавления), было решено опыты проводить при первоначальном значении $L_0 = 70$ мм. Для этих условий наплавки шлаковая ванна, формируемая за счет расплавления флюса АН-26, наводится без каких-либо трудностей. Причем даже на II ступени источника питания. При самой наплавке (IV ст. источника) стружка активно

Т а б л и ц а 2. Электрические характеристики (I , кА, U , В) торцевой наплавки дискретной присадкой при определенном положении (L , мм) наплавленного слоя

Марка флюса	Измеряемые параметры	Оценочные уровни											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АНФ-29	L	0	88	82	76	70	64	58	52	46	40	34	28
	I	0,98	1,55	1,97	2,04	2,05	2,26	2,30	2,38	2,46	2,6	2,68	2,73
	U	62,6	59,2	57,0	56,6	56,4	55,6	55,5	55,1	54,7	53,8	53,5	54,4
АНФ-32	L	0	88	82	76	70	64	58	52	46	40	34	28
	I	1,56	1,69	1,77	1,83	1,87	2,0	2,15	2,26	2,42	2,58	2,8	2,84
	U	34,5	43,8	42,6	42,6	41,5	40,0	37,6	34,4	34,2	31,2	30,2	27,3
АН-26	L^*	0	65	60	55	50	45	40	35	-	-	-	-
	I	2,33	2,44	2,54	2,56	2,72	2,83	2,95	3,16	-	-	-	-
	U	57,3	57,2	56,6	56,6	55,6	54,8	54,5	53,4	-	-	-	-

* $L_0 = 70$ мм.



Рис. 4. Внешний вид боковой поверхности наплавленного слоя с использованием флюса АН-26 при первоначальном значении L_0 , равном 70 мм (продольный шлиф наплавленной заготовки)

плавилась в шлаке, который при визуальной оценке имел более высокую температуру. Правильность выбора первоначального значения L_0 подтвердилась тем, что боковая поверхность наплавленного слоя, соответствующая подаче стружки 1-2 уровня, была чуть хуже сформирована, чем на остальных уровнях (рис. 4).

Выводы

1. При торцевой ЭШН дискретной присадкой в ТПК специфические условия функционирования ТПК выдвигают особые требования не только к физическим свойствам флюсов, но и к оформлению рабочего пространства кристаллизатора (расположению в нем наплавленной заготовки).

2. Выбор флюсов исходя только из их физических свойств не гарантирует получения оптимальных условий осуществления электрошлакового процесса при ЭШН в ТПК.

3. «Длинные» флюсы АНФ-29 и АНФ-32 пригодны для выполнения торцевой ЭШН как в подвижных, так и стационарных ТПК. «Короткий» флюс АН-26 можно использовать в технологиях наплавки без относительного перемещения кристаллизатора и наплавленной заготовки. В обоих случаях при оптимальном расположении напла-

ваемой торцевой поверхности в рабочей полости ТПК обеспечивается стабильный электрошлаковый процесс и хорошее формирование наплавленного металла.

Список литературы

1. Ксендзык Г. В. (1975) Топоподводящий кристаллизатор, обеспечивающий вращение шлаковой ванны. *Спец. электротехнология*, **2**, 32–40.
2. (1980) Фрумин И. И., Ксендзык Г. В., Ширин В. С. *Аппарат для электрошлакового переплава и наплавки*, США, Пат. 4185682.
3. Глебов А. Г., Мошквич Е. И. (1978) *Электрошлаковый переплав*. Москва, Металлургия.
4. (2015) Наплавка. Технологии, материалы, оборудование. *Сб. статей*. Киев, ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ.
5. Медовар Л. Б., Чернец А. В., Грабовский Ц. Ф. и др. (2000) Опыт изготовления и применения быстрорежущих валков ЭШН ЖМ. *Пробл. спец. электротехнологии*, **3**, 3–9.
6. Медовар Б. И., Цыкуленко А. К., Медовар Л. Б. и др. (1997) Электрошлаковые процессы без расходных электродов. *Там же*, **2**, 12–16.
7. Медовар Б. И., Саенко В. Я., Медовар Л. Б. (2000) Получение заготовок коррозионностойкого биметалла методом электрошлаковой наплавки. *Там же*, **2**, 3–11.
8. Медовар Л. Б., Бенц М. Дж. (1998) Топоподводящий кристаллизатор для электрошлакового рафинирования титановых сплавов с независимым управлением температурой шлака, скоростью вращения шлака и скоростью расплавления электрода. *Там же*, **4**, 13–15.
9. Зайцев В. А., Медовар Л. Б., Тищенко П. И. и др. (2011) Применение ЭШП по двухконтурной схеме для получения сталемедных заготовок анодов печей постоянного тока. *Современная электротехнология*, **2**, 3–7.
10. Медовар Л. Б., Цыкуленко А. К., Чернец А. В. и др. (2000) Исследование влияния параметров двухконтурной схемы ЭШП на размеры и форму металлической ванны. *Пробл. спец. электротехнологии*, **4**, 3–7.
11. Kuskov Yu. M. (2003) A New Approach to Electroslag Welding. *Welding Journal*, **4**, 42–45.
12. Кусков Ю. М., Безкорвайный В. И., Ус В. И., Медовар Л. Б. (1992) Безэлектродная технология электрошлакового переплава медных отходов. *Пробл. спец. электротехнологии*, **3**, 29–32.
13. Кусков Ю. М., Гордань Г. Н., Богайчук И. Л., Кайда Т. В. (2015) Электрошлаковая наплавка дискретным материалом различного способа изготовления. *Автоматическая сварка*, **5-6**, 34–37.
14. Латаш Ю. В., Медовар Б. И. (1970) *Электрошлаковый переплав*. Москва, Металлургия.
15. Медовар Б. И., Цыкуленко А. К., Шевцов В. Л. и др. (1968) *Металлургия электрошлакового процесса*. Киев, Наукова думка.

16. Подгаецкий В. В. Кузьменко В. Г. (1988) *Сварочные шлаки. Справочное пособие*. Киев, Наукова думка.
17. Козин Р. В., Григоренко Г. М. (2016) Физико-химические свойства флюсов для электрошлаковых технологий. *Современная электрометаллургия*, **4**, 10–15.
18. Истомин С. А., Пастухов Э. А., Денисов В. М. (2009) *Физико-химические свойства оксидно-фторидных расплавов*. Екатеринбург, Уральское отделение РАН.
19. Артамонов В. Л., Медовар Б. И., Лихачева Т. Н., Ждановский А. А. (1976) Новые флюсы АНФ-28, АНФ-29 и АНФ-32 для ЭШП в подвижных кристаллизаторах. *Спец. электрометаллургия*, **30**, 33–38.
20. Каленский В. К., Панчишин Ю. А. (1990) Материалы и оборудование для антикоррозионной электрошлаковой наплавки двумя электродными лентами. *Сб. науч. тр. «Оборудование и материалы для наплавки»*. Киев, ИЭС им. Е. О. Патона, сс. 96–100.
19. Artamonov, V.L., Medovar, B.I., Likhacheva, T.N. et al. (1976) New fluxes ANF-28, ANF-29 and ANF-32 for ESR in movable molds. *Spets. Elektrometallurgiya*, **30**, 33-38 [in Russian].
20. Kalensky, V.K., Panchishin, Yu.A. (1990) Materials and equipment for corrosion-resistant electroslag surfacing with two electrode strips. *In: Transact.: Equipment and materials for surfacing*. Kiev, PWI, 96-100 [in Russian].

Ю. М. Кусков

ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України.
03680, м. Київ-150, вул. Казимира Малевича, 11.
E-mail: office@paton.kiev.ua

ВПЛИВ СКЛАДУ ФЛЮСУ НА ПРОЦЕС ТОРЦЕВОГО ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ З РОЗДІЛЬНОЮ ПОДАЧЕЮ ПРИСАДНОГО МАТЕРІАЛУ

Досліджено можливість використання при торцевому електрошлаковому напавленні дискретним присадним матеріалом в струмопідвідному кристалізаторі флюсів різних марок. Встановлено, що вибір флюсів виходячи тільки з їх фізичних властивостей (в'язкості та електропровідності) не гарантує отримання необхідних умов здійснення електрошлакового процесу. Велике значення для нормальної роботи кристалізатора і виконання якісного напавлення з хорошим формуванням напавленого металу має оптимальне розташування торцевої напавлюваної поверхні заготовки в робочій порожнині кристалізатора. З урахуванням сказаного вище для електрошлакового напавлення дискретним матеріалом можна використовувати флюси АНФ-29, АНФ-32, АН-26. Бібліогр. 20, табл. 2, рис. 4.

Ключові слова: торцеве електрошлакове напавлення, флюс, дискретна присадка, струмопідвідний кристалізатор, струм, напруга, стабільність процесу

Yu.M. Kuskov

E.O. Paton Electric Welding Institute of NAS of Ukraine.
11 Kazimir Malevich Str., 03150, Kyiv, Ukraine
E-mail: office@paton.kiev.ua

INFLUENCE OF FLUX COMPOSITION ON THE PROCESS OF ELECTROSLAG SURFACING OF END FACES WITH DISCRETE FEEDING OF FILLER MATERIAL

Applicability of fluxes of different grades at electroslag surfacing of end faces by discrete filler material in a current-conducting mould was studied. It is found that selection of fluxes proceeding just from their physical properties (viscosity and electric conductivity) does not guarantee the conditions required for conducting the electroslag process. Optimum position of the billed end face to be surfaced in the mould working cavity is very important for normal operation of the mould and performance of sound surfacing with good formation of the deposited metal. In view of the above-said, ANF-29, ANF-32, AN-26 fluxes can be used for electroslag surfacing with discrete material. 20 Ref., 2 Tabl., 4 Fig.

Keywords: electroslag surfacing of end faces, flux, discrete filler, current-conducting mould, current, voltage, process stability

Поступила в редакцію 12.09.2017