

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТАРЕЙШЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ

А. В. ЗАЛЕВСКИЙ¹, В. И. ГАЛИНИЧ¹, И. А. ГОНЧАРОВ¹, Н. Я. ОСИПОВ²,
В. И. НЕТЯГА², О. П. КИРИЧЕНКО²

¹ ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ. 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: goncharov@paton.kiev.ua

² ЧАО «Запорожстеклофлюс». 69035, г. Запорожье, ул. Диагональная, 2. E-mail: contact@steklo.zp.ua

На ЧАО «Запорожстеклофлюс» освоена технология двухстадийной плавки флюса (дуплекс-процесса), при которой сначала в отдельном плавильном устройстве расплавляется шихта, а затем в другом осуществляется доводка расплава до готовности. Это позволило снизить содержание в расплаве вредных примесей: оксидов железа и серы в 2...3 раза, фосфора — в 4...6 раз, и тем самым улучшить качество флюса. Кроме того, расширена сырьевая база для производства плавящихся флюсов, что чрезвычайно важно в условиях ухудшения качества сырья. Дуплекс-процесс благодаря двойному рафинированию расплава флюсов практически решил проблему утилизации шлаковой корки, образующейся при сварке под флюсом. Освоено производство плавящихся полупродуктов, предназначенных для использования в шихте сварочных материалов: покрытых электродов, порошковых проволок и агломерированных флюсов. Библиогр. 5, табл. 1, рис. 1.

Ключевые слова: сварочные флюсы, дуплекс-процесс, рафинирование расплава, шлаковая основа, специальные плавящиеся продукты, силикат натрия

Сварка под флюсом является ведущим технологическим процессом при изготовлении крупногабаритных сварных металлоконструкций. Из четырех составляющих этого процесса — сварочного оборудования, основного металла, сварочной проволоки и флюса, высокое качество последнего и его сварочно-технологические возможности обеспечивают потребителю требуемые технико-экономические показатели сварки, а для производителя флюсов являются решающим фактором в сбыте своей продукции.

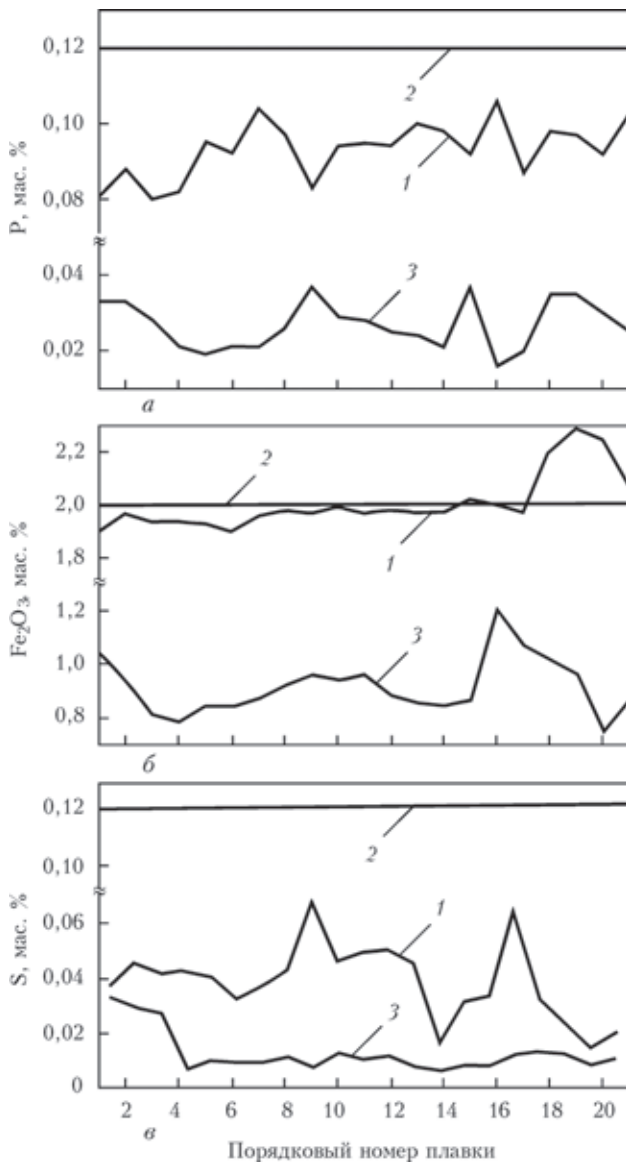
Однако традиционные технологии изготовления сварочных плавящихся флюсов — плавка в газопламенной или в электродуговой печах, уже с трудом справляются с этой задачей. Причины этого кроются не только в ухудшении качества традиционного сырья и возрастании требований к качеству сварных металлоконструкций, но и в самих технологиях — каждый переход при выплавке флюса с одной марки на другую или изменение качества шихтовых материалов определяет производительность флюсоплавильных печей, влияет на срок службы футеровки, обуславливает объем потребления энергоносителей, ведет, как правило, к дополнительным затратам на производство.

В последние годы резко повысились требования по ограничению содержания вредных примесей в сталях для ответственных сварных конструкций [1, 2]. Для обеспечения требуемых показателей качества сварных соединений необходимо ограничивать содержание этих примесей во флюсах. Термодинамический анализ пироме-

таллургических процессов, протекающих во флюсоплавильных печах, показал сложности одновременного снижения серы и фосфора в расплаве [3].

Появление двухстадийной плавки флюса (дуплекс-процесса) [4], при которой сначала в отдельном плавильном устройстве расплавляется шихта, а затем в другом осуществляется доводка расплава до готовности, позволяет не только снизить содержание оксидов железа, серы и фосфора в расплаве и улучшить таким образом качество флюса, но и расширить сырьевую базу производства плавящихся флюсов, что чрезвычайно важно в условиях ухудшения качества сырья. Кроме того, дуплекс-процесс благодаря двойному рафинированию расплава флюсов практически решил проблему утилизации шлаковой корки, образующейся при сварке под флюсом, что, таким образом, позволило уменьшить отрицательное влияние на окружающую среду. Так, с момента внедрения этой технологии (2000 г.) в рамках инновационного проекта технопарка ИЭС им. Е. О. Патона на ЧАО «Запорожстеклофлюс» было утилизировано 32279 т шлака производства силикомарганца и 31328 т шлаковой корки флюса АН-60 и агломерированных флюсов, использованных при производстве труб большого диаметра на Харцызском трубном заводе.

Разделение плавки флюса на две стадии дает определенные экономические преимущества — основные затраты тепла расходуются на разложение и плавление шихтовых материалов при относительно низких температурах, поэтому эко-



Статистические данные по изменению содержания фосфора (а), оксидов железа (б) и серы (в) в расплаве при плавке флюса АН-348-А традиционной технологией в газопламенной печи (1) и дуплекс-процессом (3); 2 — норма по ГОСТ 9087 номически целесообразно использовать для этой цели более дешевые энергоносители (угольную пыль, коксовый газ) вместо электроэнергии. Последняя используется только для повышения температуры расплава с целью его раскисления, удаления фосфора и оксидов железа и формирования при последующей грануляции требуемого пемзовидного строения зерен.

С металлургической точки зрения происходит принципиальное изменение в процессах рафинирования расплава — процесс десульфурации происходит отдельно от процесса дефосфорации. Такое двойное рафинирование позволяет провести более глубокую очистку расплава от вредных примесей — серы и оксидов железа в 2...3 раза, фосфора в 4...6 раз. Результаты исследований процесса рафинирования расплава флюса АН-348-А при традиционной технологии (в газопламенной печи) и дуплекс-процессом приведены на рисунке. Такие широкие технологические возможности дуплекс-процесса позволили расширить номенклатуру продукции ЧАО «Запорожстеклофлюс», в том числе приступить к выпуску пемзовидных и агломерированных флюсов, а также освоить производство материалов в качестве сырья для изготовления последних. Таким образом, производство агломерированных флюсов на этом предприятии осуществляется практически на собственной сырьевой базе. Например, для изготовления флюса АНКС-28 была выплавлена шлаковая основа из шихты, которая содержала традиционное сырье — шлак силикомарганца, плавиковый шпат, доломит, корку отработанного флюса и др. На основе этого флюса была разработана технология наплавки роликовых дорожек миксеров МП-350, которая при требуемом качестве дорожек (отсутствие трещин, твердость наплавленного слоя в пределах HRC 36-38) не требует термообработки наплавленного металла, повышает в 2 раза производительность наплавки, снижает на 30...40 % трудоемкость работ и расход электроэнергии.

В настоящее время на ЧАО «Запорожстеклофлюс» освоено промышленное производство новой продукции — специальных плавящихся продуктов, предназначенных для использования в шихте при производстве агломерированных флюсов, порошковых проволок и других сварочных материалов:

- ♦ марка MS представляет собой рафинированный марганцевый шлак (индекс основности по Бонисhevскому менее 1,0);
- ♦ CS — шлак нейтрального типа с рафинирующими свойствами (индекс основности по Бонисhevскому 1,1);

Химический состав плавящихся продуктов, мас. % (максимальные значения серы — 0,03 %, углерода — 0,1 %)

| Тип | MnO, % | SiO ₂ , % | CaO, % | Al ₂ O ₃ , % | Fe ₂ O ₃ , % | MgO, % | CaF ₂ , % | TiO ₂ , % | P, % |
|-----|--------|----------------------|--------|------------------------------------|------------------------------------|-----------|----------------------|----------------------|------------|
| MS | 34-41 | 34-41 | 7-12 | 2-8 | 1,5 (max) | 0,5...3,0 | 3,0...7,0 | 1,0 (max) | 0,06 (max) |
| CS | 6-8 | 34-38 | 19-23 | 12-15 | 1,5 (max) | 11...15 | 6...10 | 4...7 | 0,07 (max) |
| AR | 8-12 | 16-18 | 6-10 | 30-34 | 2,2 (max) | 7 (max) | 4-8 | 16-19 | 0,06 (max) |

♦ AR — шлак алюминатно-рутилового типа с хорошими сварочно-технологическими свойствами (индекс основности по Бонишевскому 0,6).

Составы плавящихся продуктов приведены в таблице.

Предприятие имеет возможность изготовления плавящей шлаковой основы для агломерированных флюсов алюминатно-основного типа, например, аналогичной флюсам UV-309 P или OP-132. Завод, являясь самым крупным производителем силиката натрия (стеклоглыбы) в странах СНГ и Европы, налаживает современное производство жидкого стекла для нужд различных отраслей народного хозяйства — производства сварочных материалов, моющих средств, строительства.

Положительное влияние дуплекс-процесс оказывает также на сварочно-технологические свойства традиционных марок флюсов. Так, стандартный флюс марки АН-348-А с насыпной плотностью $0,9...1,1 \text{ г/см}^3$ (марка флюса АН-348АП), изготовленный методом двойного рафинирования, испытан на ОАО «Ворд Билдинг Системс Украина» при сварке [5]:

♦ стыковых швов при изготовлении поясов главных балок для моста на скоростной автодороге Киев — Одесса из стали 09Г2СД толщиной 32 мм с X-образной разделкой кромок проволокой марки Св-08ГА диаметром 4 мм;

♦ при сварке поясных швов двутавровых балок из тонколистовой стали 09Г2С проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм;

♦ при изготовлении балок из стали Ст3 толщиной 12 мм на автоматической линии «Conrak» фирмы «Lincoln» при одновременной сварке проволоки Св-08ГА диаметром 1,6 мм двух стыков в нижнем положении двумя дугами в одну ванну на каждый стык. Ранее для этой цели применялся керамический флюс Lincoln 780 фирмы «Lincoln Electric». Во всех вариантах сварки поры, трещины, подрезы и неровности на поверхности швов отсутствовали. При этом пемзовидный флюс АН-348АП обеспечивал самопроизвольную отделимость шлаковой корки на втором и последующих проходах, равномерное формирование металла шва с плавным переходом к основному металлу и «мелкочешуйчатую» поверхность серебристого цвета, однотонного по всей длине стыка, что придавало шву лучший товарный вид по сравнению с ранее применявшимися стекловидными флюсами АН-348-А и АН-348АМ. Особо следует отметить испытания модернизированного флюса АН-348АП мелкой грануляции на автоматической линии «Conrak», где он

превзошел по всем показателям агломерированный флюс Lincoln 780. Флюс АН-348АП по ТУ У 05416923.049–99 успешно используется на данном предприятии с 2004 г.

Наряду с известными марками флюсов АН-348-А, АН-60, АН-47, ОСЦ-45, изготавливаемыми по ГОСТ 9087, ТУ У 05416923.049–99 и российскому стандарту ГОСТР 52222, и используемыми при сварке низколегированных и углеродистых сталей, ЧАО «Запорожстеклофлюс» производит также флюсы для сварки и наплавки нержавеющей стали марок АН-20С, АН-20П, АН-20СП, АН-26.

Для скоростной сварки труб большого диаметра из низколегированных сталей обычной и повышенной прочности, а также мостовых конструкций, полотно резервуаров разработан и освоен выпуск пемзовидного флюса марки АН-47ДП. Его производственные испытания показали, что он является единственным флюсом, который обеспечивает нормальное формирование внутреннего шва при сварке спиральношовных труб.

В настоящее время ЧАО «Запорожстеклофлюс» производит модернизацию флюсоплавильного цеха с целью производства по новой технологии высококачественных плавящихся флюсов с широким спектром потребительских свойств.

Создана промышленная линия по производству агломерированных флюсов производительностью до 5 тыс. т в год, которая позволяет организовать в Украине выпуск отечественных агломерированных флюсов. Применение в производстве агломерированных флюсов плавящихся продуктов взамен дорогостоящих импортных шихтовых компонентов позволит обеспечить высокое качество флюсов и их конкурентоспособность не только на украинском, но и на мировом рынке.

1. *Высокопрочные* трубные стали нового поколения с ферритно-бейнитной структурой / Ю. Д. Морозов, М. Ю. Матросов, С. Ю. Настич, А. Б. Арабей // *Металлург.* – 2008. – № 8. – С. 39–42.
2. *Опыт* применения ускоренного охлаждения при изготовлении толстолистовой стали Х70 для труб газопровода «Средняя Азия – Китай» / А. В. Погожев, Э. О. Циктишвили, Ю. И. Матросов и др. // *Там же.* – 2013. – № 3. – С. 66–70.
3. *Термодинамический* анализ шлаковых расплавов при изготовлении сварочных плавящихся флюсов / Л. А. Жданов, А. Н. Дученко, И. А. Гончаров и др. // *Автомат. сварка.* – 2012. – № 11. – С. 25–30.
4. *Освоение* новой технологии выплавки сварочных флюсов / Ю. А. Медников, В. А. Плясунов, В. А. Жучаев и др. // *Сталь.* – 1997. – № 9. – С. 42–43.
5. *Дуда Н. И., Галинич В. И., Залевский А. В.* Опыт применения плавящего пемзовидного флюса марки АН-348АП // *Сварщик.* – 2004. – № 4. – С. 24–25.

Поступила в редакцию 24.04.2014