

2. Шоршоров М.Х. Фазовые превращения и изменения свойств стали при сварке / М.Х. Шоршоров, В.В. Белов. – М.: Наука, 1972. – 228 с.
3. Финкель В.М. Физика разрушения / В.М. Финкель. – М.: Металлургия, 1970. – 376с.
4. Батакшев А.Ф. Новая проволока для автоматической дуговой сварки под флюсом стали 09Г2С без скоса кромок /А.Ф. Батакшев, С.Н. Бережницкий, Е.И. Гуревич и др. // Сварочное производство. – 1988. – №1. – С.23–24.
5. Суслова Е.А. Влияние технологических факторов на склонность к образованию трещин / Е.А. Суслова, В.А. Игнатов, А.С. Зубченко //Сварочное производство. – 1990. – №5.– С.35–36.
6. Иванова Н.В. Хладостойкость металла ЗТВ сварных соединений резервуарных конструкций /Н.В. Иванова, В.Н. Дикун, В.А. Винокуров //Сварочное производство. – 1985. – №11.– С.15–17.
7. Мясин М.И. Влияние термомодеформационного цикла на технологическую прочность при наплавке бронзы на серый чугун // М.И. Мясин, В.М. Сагалевич, В.Н. Турыгин и др. //Сварочное производство. – 1988. – №3.– С.10–11.
8. Барышев В.М. Работоспособность металла однопроходного шва при высокой скорости охлаждения при сварке /В.М. Барышев // Сварочное производство.–1985 – №6.– С.14–16.

Рецензент: А.Д. Размышляев
д-р техн. наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 12.04.2010

УДК 621.791.042:621.187.3

Лазебнов П. П.¹, Патюпкин А. В.², Иванов В. П.³

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И МЕТАЛЛУРГИИ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В статье рассмотрены возможности использования отходов водоподготовительных установок, использующихся в энерго- и металлургическом производствах. Предложено использовать шлам установок химводоочистки в качестве шлакообразующего компонента сварочных материалов как альтернативу мрамору.

Ключевые слова: шламы химводоочистки, утилизация отходов, сварочные материалы, металлургическое производство.

Лазебнов П. П., Патюпкін А.В., Іванов В.П. В статті розглянуті можливості використання відходів водопідготовчих установок, що використовуються в енерго- і металургійному виробництвах. Запропоновано використовувати шлам установок хімоводоочищення як шлакоутворюючого компоненту зварювальних матеріалів як альтернативу мармуру.

Ключові слова: шлами хімоводоочищення, утилізація відходів, зварювальні матеріали, металургійне виробництво.

Lazebnov P.P., Patyupkin A. V., Ivanov V.P., *Using of secondary raw materials in welding production. The article describes the possibilities of utilization of water preparation slurry used in energy and metallurgical productions. It is offered to use this kind of secondary raw materials as a slag formation component of welding materials as an alternative to the marble.*

Keywords: *water preparation slurry, utilization of wastes, welding materials, metallurgical production.*

Постановка проблемы. В настоящее время в теплоэнергетике на ГРЭС, ТЭС, АЭС и ТЭЦ для технологических целей применяют глубокоочищенную воду, полученную методом

¹ канд. техн. наук, Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье

² канд. техн. наук, Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье

³ канд. техн. наук, Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь

химического обессоливания в водоподготовительных установках (ВПУ). Первым этапом очистки в ВПУ является предочистка от взвешенных веществ, органических загрязнений, бикарбонатов и кремниевой кислоты, которая осуществляется коагулированием с последующим отстаиванием и фильтрованием. Отходами предочистки являются твердые отходы и в частности шлам с осветлителей химводоочистки (шлам ХВО). Проблема утилизации шлама ХВО остро стоит в настоящее время, что связано с большими ежемесячными сбросами его в шламонакопители. Так в отвалы ТЭС системы «Днепроэнерго», ежегодно сбрасывается до 7 тыс. т данного сырья.

Анализ последних исследований и публикаций. Имеются сведения об использовании в США установок по регенерации извести из известкового шлама [1]. На Нижнекамской ТЭЦ-1 сооружена установка по регенерации извести из шлама, и накоплен большой опыт использования полученной извести для производства силикатного кирпича автоклавным методом. На Бельцкой ТЭЦ (Республика Молдова) с 1987 г. используется оборудование для обработки шламовых вод осветлителей, где предусмотрен отстой шламовых вод и обезвоживание шлама, который впоследствии применяется для приготовления цементных растворов. Успешно используются шламоуплотнительные станции на ТЭЦ-12 ОАО «Мосэнерго», Минской ТЭЦ-3, Гомельской ТЭЦ.

Ростовским инженерно-строительным институтом была предложена и исследована возможность использования таких шламов в качестве наполнителя в строительные растворы, минерального порошка для асфальтобетонов, наполнителя для приготовления шпатлевочных составов и др.

На Липецкой ТЭЦ-2 и Волжской ТЭЦ-1 шлам осветлителей применяется как составная часть при производстве ряда строительных изделий.

Исследования ОКБ «Мосгорстройматериалы», проведенные с известковыми шламами предочистки ряда ТЭЦ ОАО «Мосэнерго», также подтвердили возможность их использования при производстве строительных материалов и изделий в качестве:

- 1) сырья для производства негашеной извести третьего сорта;
- 2) добавки к минеральному порошку для асфальтобетонных смесей в количестве до 10%;
- 3) наполнителя и объемного красителя в количестве 10% в составах наливных полов;
- 4)заполнителя и объемного красителя в составах стеновых материалов (кирпича) полусухого прессования;
- 5) объемного красителя в составах плиток по технологии вибропрессования;
- 6) добавок в количестве 2..8% в составах керамзитного гравия;
- 7) мелиоранта для обработки кислых почв в сельском хозяйстве и др.

Проведены исследования по утилизации шлама ВПУ в сварочном производстве [2-4]. В данных работах было показано преимущества шлама теплоэнергетики перед мрамором, традиционно применяемом в качестве шлакообразующего компонента сварочных материалов. Электрохимические исследования и гравиметрические коррозионные испытания показали высокое качество хромоникелевого наплавленного металла. Также в данных работах было установлено успешное применение данного шлама в покрытиях электродов для сварки жаростойких сплавов.

Цель статьи – на основании проведенных исследований обосновать целесообразность использования отходов металлургического производства, в частности, шлама химводоочистки, при изготовлении сварочных материалов.

Изложение основного материала. На металлургических комбинатах нашего региона (ОАО «ММК им. Ильича», ОАО «Азовсталь» и т.д.) для технологических целей используются технологии очистки воды в ВПУ, аналогичные теплоэнергетическим отраслям. В связи с этим, на ряде металлургических предприятий также остро стоит вопрос утилизации шлама ХВО, имеющего идентичный электростанциям химико-минералогический состав (в зависимости от региона, где производится забор воды).

Как видно из проведенных на Украине, в странах СНГ и зарубежных исследований, продукты утилизации шлама теплоэнергетики успешно применяются в строительстве, а в сварочном производстве только изучена возможность его применения.

По химико-минералогическому составу шламы металлургических предприятий не уступают шламу ВПУ ТЭС, ТЭЦ и ГРЭС (табл.1). По составу основных компонентов (СаО и СаСО₃) они практически идентичны.

Таблица 1

Химический состав шламов ВПУ теплоэнергетики и шламов ХВО металлургических предприятий

Наименование	Содержание элементов, масс.%									
	CaO	SiO ₂	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Fe _o	CaCO ₃
ВПУ Приднепровской ГРЭС[2]	43-45	10-11	2,6-2,8	2,5-2,7	-	1,6-1,7	0,66-0,78	≤ 0,12	-	~40
ХВО ОАО «ММК им. Ильича»	43,07	2,59	11,35	0,29	0,64	-	-	-	0,67	41,21

Мрамор, используемый в сварочных электродах (ГОСТ 4416-73), имеет состав: CaCO₃≥97%, SiO₂≤0,7% и MgO≤1,0%.

Как видно из табл. 1, шлак ХВО является многокомпонентной системой типа CaCO₃-CaO-MgO-SiO₂-Fe₂O₃-FeO, состоящей из основных (CaO, MgO, Fe₂O₃, FeO) и кислотных (SiO₂) оксидов, позитивно влияющих на термодинамику и металлургию сварки.

В химическом машиностроении при изготовлении конструкций из хромоникелевых сталей применяются преимущественно электроды фтористо-кальциевого типа. Основой электродных покрытий является шлакообразующие компоненты: карбонаты (мрамор, магнезит) и плавленый шпат, остальное – легирующие добавки и раскислители. Наличие мрамора в покрытии электродов в повышенных количествах (~55%) помимо положительных эффектов вызывает негативные явления – в дуговом промежутке при термическом воздействии он диссоциирует на CO₂ и CO, являющихся активными окислителями легирующих элементов. В связи с этим, стремятся ограничить содержание мрамора в покрытии.

Основанием для проведения исследований послужили близость химического состава шлама и карбонатов, традиционно применяемых в сварочных материалах и положительные результаты, приведенные в работах [2-4]. Состав шлама ВПУ идентичен шламу ХВО (табл.1) за исключением оксидов щелочных металлов.

Вторым положительным аспектом для изучения шлама ХВО послужили петрографические исследования. Измельченный мрамор для сварочных электродов представляет собой порошок, содержащий пылевидные частицы ≤1 мкм и преобладающее количество более крупных (15-90 мкм) осколочной формы. Превалирующее большинство частиц обладает показателями преломления, соответствующие составу чистого кальцита и характерную для него микроструктуру. Встречаются и частицы, имеющие зернистую полосчатую микроструктуру характерную для мрамора. Шлак ХВО в исходном состоянии представляет собой порошкообразный компонент с размером частиц ≤60 мкм и постоянным минералогическим составом. Основой его является доломит Ca (Mg, Fe)O·CO₂, примеси представлены гидроксидом железа и оксидом кремния. Из сопоставления термической прочности оксидов шлама ХВО и мрамора следует, что при одной и той же температуре упругость диссоциации их различна. А поскольку термическая прочность обратно пропорциональна величине упругости диссоциации, то мрамор и оксиды Si интенсивно разлагаются при температурах 500-1100К, обеспечивая газовую защиту расплавленного металла от окисления в дуге, сварочной ванне и раскисление шва. Напротив, CaO, MgO, FeO и Fe₂O₃ будут диссоциировать при температурах сварочной дуги (2100-2300К) и, очевидно, будут попадать в сварочную ванну.

Для экспериментального подтверждения целесообразности применения шлама при изготовлении опытно-промышленной партии покрытых электродов для ручной дуговой сварки использовали методику [4]. В качестве материала стержней использовали холоднокатаную проволоку Св-08Х19Н10Б диаметром 4 мм. Полученными электродами производили наплавку с целью определения структуры и свойств металла шва. Металлографические исследования шлифов наплавленного металла показали благоприятную ориентацию кристаллитов и отсутствие дефектов. Образцы также испытывали на стойкость против МКК и на коррозионную стойкость в 5% HCl (табл.2).

Результаты испытаний показали, что при использовании шлама ХВО механические свойства аналогичны наплавленному металлу с мраморов, а коррозионная стойкость возросла. Улучшение показателей у наплавленного металла при использовании шлама ВПУ в обзаке

Таблица 2

Физико-химические свойства наплавленного металла

Образцы с соотношением мрамор/шлам	Механические свойства				Стойкость против МКК, мм/год	Скорость коррозии в 5% HCl (t _{кип.}), г/(м ² ·ч)
	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	KCU, кДж/м ²		
54/0 [4]	520	312	28	960	0,49	43,09
0/54 [4] шлам ВПУ	539	329	29	978	0,47	42,85
0/54 шлам ХВО	522	327	28	972	0,48	43,02

электродов, по-видимому, обусловлено наличием в его составе оксидов щелочных металлов (K, Na), обладающих низкими потенциалами ионизации и работой выхода электронов, что положительно влияет на стабилизацию сварочной дуги. Также щелочные металлы благоприятствуют десульфурации и рафинированию сварных швов [4].

Положительные результаты испытаний механических свойств металла, наплавленного электродами со шламом ХВО в покрытиях, свидетельствуют о реальности использования его в качестве шлакообразующего компонента сварочных электродов. Следует подчеркнуть, что его состав практически идентичен составу шлама ВПУ Приднепровской ГРЭС, и может быть использован при изготовлении электродов для сварки не только аустенитных и аустенитно-ферритных сталей, но и для сварки ответственных конструкций из низколегированных сталей 09Г2С, 12Г2А, 25ХГСА. [5].

Выводы

1. В настоящее время шламы металлургических предприятий годами накапливаются как отходы производства, загрязняя окружающую среду и создавая определенные проблемы по их утилизации.
2. В результате проведенных исследований подтверждена целесообразность использования шламов ХВО для изготовления сварочных материалов.
3. Учитывая, что физико-химические закономерности металлургических и сварочных процессов идентичны, перспективно использование шламов ВПУ, ХВО в металлургическом производстве.

Список использованных источников:

1. Water Treatment Plant Design. American Society of Civil Engineers, American Water Works Association. Second Edition, McGraw-Hill Publishing Company, 1990.
2. Лазебнов П.П., Пулина Н.Н. Шлам водоподготовительных установок теплоэнергетики как сырье для электродных покрытий. // Автоматическая сварка. – 2002. - №9. – С.18-23.
3. Лазебнов П.П., Патюпкин А.В. Использование вторичного сырья теплоэнергетики в электродах для сварки жаростойких сплавов // Вестник Кременчугского технического университета. – 2003. - №2. – С.37-42.
4. Лазебнов П.П., Патюпкин А.В. Применение шлама теплоэнергетики в качестве газошлакообразующего ингредиента сварочных электродов для Fe-Cr-Ni сталей // Вестник Кременчугского технического университета. – 2003. - №2. – С.56-59.
5. Лазебнов П.П., Носулько Д.Р., Лазебнова Е.Н. Применение шлама водоподготовительных установок в сварочном производстве // Электрические станции. – 1990. - №2. – С.37-40.

Рецензент: В. И. Щетинина
 д-р техн. наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 20.04.2010