

Из (рис. 3, а) видно, что основными фазами для отходов обогащения молибденовых руд являются кварц и полевопшпатовый шпат. Рентгенофазовый анализ показал, что продукт плавления характеризуется отсутствием характерных пиков (рис. 4, а) что говорит об отсутствии кристаллической структуры, т.е. расплав после остывания является рентгеноаморфным [2].

Таким образом, на основании результатов физико-химических исследований следует заключить, что технология получения силикатного расплава из золошлаковых отходов и отходов обогащения молибденовых руд с использованием энергии низкотемпературной плазмы позволяет получить упорядоченную систему алюмосиликатного стекла. Полученный расплав обладает требуемой для производства минеральных волокон вязкостью. Продукт плавления характеризуется низкой кристаллизационной способностью, что предполагает высокую термическую устойчивость, полученного на его основе минерального волокна. В результате, можно констатировать, что золошлаковые отходы и отходов обогащения молибденовых руд являются весьма перспективной сферой для инноваций и инвестиций, имеющих многоцелевую направленность, и их переработка позволяет оказать существенное влияние на экологическую обстановку в РФ.

Работа частично поддержана грантом Президента РФ МК-2330.2013.8

Литература.

1. Волокитин О.Г. Исследование физических характеристик струи силикатного расплава в условиях дополнительного подогрева // Вестник ТГАСУ. – 2010. – №4. – С. 117–120.
2. Волокитин Г.Г. Исследование процессов протекающих при плазмохимическом синтезе высокотемпературных силикатных расплавов. Часть 1: Анализ отходов обогащения молибденовых руд / Г.Г. Волокитин, Н.К. Скрипникова, Ю.А. Абзаев, О.Г. Волокитин, В.В. Шеховцов // Вестник ТГАСУ– 2013. – №4. – С. 197–202.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВКЛЮЧЕНИЕМ ТВЕРДОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СВАРОЧНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ

В.М. Гришагин, к.т.н., доцент, А.Б. Сафронова

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: grishagin.v @list.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все больший объем производства металлоконструкций производится механизированной сваркой в среде защитных газов, в том числе и в СО₂ [1]. Причем резкий рост объемов производства сварных конструкций и расширение области применения сварки в различных отраслях хозяйственной деятельности оказывает существенное влияние на качественное состояние окружающей среды (ОС) с точки зрения загрязнения воздуха твердыми и газообразными компонентами сварочного аэрозоля и накопления практически не утилизируемых сегодня отходов сварочных производств - твердой составляющей сварочного аэрозоля (ТССА).

Так, по данным статотчетности, по состоянию на 2012 г. в Кемеровской области насчитывается порядка 576 из 726 предприятий, в структуре которых есть сварочные производства, цеха, участки или сварочные посты. Валовые объемы выбросов ТССА в атмосферу в целом по области составляют 23,69 т/год. Наиболее крупными источниками загрязнения атмосферного воздуха (по объему выбросов ТССА) являются предприятия, перечисленные в табл.1. Доля указанных предприятий по объему выбросов в атмосферу ТССА составляет практически 94 % от выбросов всех предприятий области и города. Следует отметить, что при проведении сварочных работ для удаления из рабочей зоны ТССА и газов, образующихся при сварке, на предприятиях применяют в основном общеобменную вентиляцию. Кроме того, как видно из табл.1, существенный вклад (порядка 15 %) в уровень загрязнения рабочей зоны вносят выбросы от неорганизованных источников.

Одним из путей снижения негативных последствий, связанных с выбросом сварочных аэрозолей и особенно, их твердой составляющей, может быть разработка и внедрение эффективных фильтровентиляционных установок, которые позволят улучшить условия труда сварщиков, снизить негативное воздействие на ОС. Кроме того, утилизация отходов сварочных производств, может представлять собою ресурсную ценность, так же, как и шламы пылегазоочистки, образующиеся в литейно-металлургических процессах. При этом использование отходов в качестве вторичного сырья способствует не только улучшению экологиче-

ской безопасности ОС, но и уменьшению ресурсной зависимости области, сохранению сырья и удешевлению продукции, получению прибыли за счет реализации продукции, изготовленной на основе отходов.

Актуальность такого подхода подтверждается и мировым опытом, где степень использования промышленных отходов достигает 65-80 %. Как известно, при сварке образуется высокодисперсная пыль, в состав которой входят, главным образом, оксиды металлов, металлы и их соли. Основными среди них являются оксиды железа до 42-45 % и оксиды кремния до 15-17 %. Интересно отметить, что ТССА имеет ядерно-оболочное строение. В состав оболочки частиц входят силикаты и фтористые соединения, а в состав ядер частиц – магнетит и железомарганцевая шпинель [2].

Неоднородность распределения температур в сварочной дуге сказывается не только на химическом, но и на дисперсном составе аэрозоля.

Таблица 1

Характеристика источников и объемов выбросов ТССА

№ п/п	Предприятие	Интенсивность образования ТССА, г/с	Валовые объемы выбросов, т/год	Источники выбросов организованные	Источники выбросов неорганизованные
1.	ООО «Юргинский машзавод» (г. Юрга)	1,6234	5,570	23	5
2.	ОАО «Сибметаллург-монтаж» (г. Юрга)	0,2331	1,323	5	2
3.	ОАО «Энерготранс» (г. Юрга)	0,3163	0,645	11	12
4.	МУП «Горводоканал» (г. Юрга)	0,1414	0,091	3	2
5.	КОАО «Азот» (г. Кемерово)	0,3694	2,837	12	3
6.	ООО «КОРМЗ» (г. Кемерово)	0,3523	1,532	8	4
7.	ОАО «Теплоэнерго» (г. Кемерово)	0,2338	1,262	17	11
8.	ОАО «Завод Универсал» (г. Новокузнецк)	0,2862	0,650	8	3
9.	ОАО «НКАЗ» (г. Новокузнецк)	0,5155	2,566	19	7
10.	МКП «Теплоэнергия» (г. Новокузнецк)	0,1824	0,863	5	8
11.	ОАО «Сибтензоприбор» (г. Топки)	0,3123	0,335	6	0
12.	ООО «Анжеромаш» (г. Анжеро-Судженск)	1,1231	1,582	15	0
13.	ОАО «Севкузмаш» (г. Анжеро-Судженск)	0,1213	0,677	9	2
14.	ООО «Электромехзавод» (г. Прокопьевск)	0,2244	0,478	5	0
15.	МП КК и ТС (г. Ленинск-Кузнецкий)	0,2343	1,405	11	2
16.	ОАО з-д «Красный октябрь» (г. Ленинск-Кузнецкий)	0,2233	0,106	3	0
17.	ОАО з-д «Кузбассэлемент» (г. Ленинск-Кузнецкий)	0,1118	0,151	4	1
18.	Вагонное ремонтное депо (г. Ленинск-Кузнецкий)	0,1654	0,177	2	2
19.	Всего по указанным предприятиям		22,250	166	25

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Диаметр исходных аэродисперсных частиц колеблется в интервале 0,1-0,5 мкм, диаметр агломератов составляет 5-10 мкм, удельная геометрическая поверхность – 2,1-2,5 м²/г. Наличие в составе ТССА металлов и оксидов переходных металлов должны обуславливать ее сорбционно-каталитическую активность по отношению к ряду газов и паров. Как известно, ТССА является достаточно эффективным хемосорбентом фторосодержащих газообразных соединений (150 мг F/г пыли). В принципе ТССА должна сорбировать и остальные кислые газы: при взаимодействии оксидов металлов с кислыми газами в присутствии паров воды протекают реакции кислотно-основного взаимодействия с образованием соответствующих солей. С другой стороны, наличие на поверхности ТССА оксидов кремния открывает широкие возможности модифицирования их поверхности путем введения различных функциональных групп и получения сорбентов с заданными свойствами для внедрения в различных областях химии, медицины, промышленности.

Для дуговой сварки плавлением, которая имеет широкое применение во многих отраслях хозяйственной деятельности, характерен высокотемпературный нагрев сопровождающийся испарением некоторой части основного и электродного материала. В результате рассеяния образующейся газопаровой смеси из высокотемпературной зоны дугового разряда в окружающую среду с более низкой температурой происходит конденсация паровой фазы с образованием мельчайших твердых частиц, взвешенных в потоке газов.

Установлено, что при сварке покрытыми электродами испаряется 1 - 3 % электродного материала. Интенсивность испарения металлического и шлакового расплавов, образующихся при плавлении электрода и основного металла, зависит от режимов сварки, техники сварки, пространственного положения сварки, составов электродного покрытия, основного и присадочного металлов. Эти же факторы оказывают большое влияние и на состав СА. Скорость испарения однофазного расплава определяется площадью его свободной поверхности и давлением насыщенного пара. Чем меньше теплота испарения вещества и больше температура его нагрева, тем интенсивнее идет процесс испарения. При сварке, как правило, расплавляются не чистые металлы, а сплавы сложного состава. В этих случаях пар представляет собой смесь паров компонентов сплава, причем элементы с более низкой теплотой испарения будут составлять относительно большую часть (давление) паров. Избирательность является важнейшей особенностью испарения многокомпонентных систем. Например, из железомарганцевых расплавов при нагреве испаряется, прежде всего, марганец, причем этот процесс развивается тем интенсивнее, чем выше содержание марганца в расплаве. Пар, образующийся преимущественно при испарении составляющих покрытия и стержня электрода, под воздействием плазменных потоков и давления дуги вытесняется из нижней зоны столба дуги в окружающее пространство с более низкой температурой. Здесь происходит конденсация паровой фазы и окисление некоторых продуктов конденсации (металлов и низших оксидов).

В процессе сварки в паровую фазу могут попадать многие элементы, входящие в состав электрода и свариваемого металла. В результате конденсации пара образуются твердые частицы сложного состава - основные (Mn, Fe, Si, K, Na, Ca, Mg, Ti, Al, Cr, Ni, F) и примесные (As, Cu, Rb, Sn, Zr, Sr, Nb, Mo, Ag, Sb, Ba, Pb) элементы. Содержание основных элементов колеблется от нескольких десятых до десятков процентов в зависимости от типа сварочного материала. В табл. 2 приведены данные о пределах изменения состава ТССА при сварке покрытыми электродами [3].

Содержание той или иной фазы ТССА зависит от состава сварочного материала, температуры и окислительного потенциала атмосферы дуги, давления паров элементов и их соединений при температуре плавления сварочной проволоки или электрода. Неоднородность фазового состава частиц СА связана с тем, что высокотемпературный пар имеет сложный состав и отдельные его составляющие конденсируются при различной температуре. В первую очередь происходит конденсация элементов с более низким давлением пара ($P_{1040\text{K}}^{\text{Mn}} = 0,215 \text{ Па}$, $P_{1052\text{K}}^{\text{Fe}} = 0,148 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$), а затем элементов с более высоким давлением пара ($P_{1196\text{K}}^{\text{Na}} = 31,02 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $P_{1053\text{K}}^{\text{K}} = 30,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$).

Компоненты ТССА, аналогично металлургическим шлакам, находят применение в производстве строительных материалов, дорожном строительстве, в качестве пигментов для строительных отделочных материалов, в сельском хозяйстве (для раскисления почв, получения минеральных удобрений и др.)

Таблица 2

Значения состава ТССА при сварке покрытыми электродами, масс. %

Состав ТССА	Ильмени- товое	Рутиловое	Вид покрытия		Специальное для сварки нержавею- щих сталей
			Целлюлозное	Основное	
SiO ₂	18,0-27,0	17,0-36,0	10,0-12,0	3,8-11,5	1,4-16,5
TiO ₂	0,6-4,9	0,6-5,5	1,9-1,5	0,1-0,93	0,3-46,7
Al ₂ O ₃	0,1-0,54	0,1-1,4	0,1-0,6	0,1-2,2	0,7-4,4
Fe ₂ O ₃	24,3 - 50,6	24,0 - 53,8	42,0 - 80,0	10,5-35,2	1,9-31,3
MnO	5,3-11,2	4,7-10,2	5,0-5,5	2,5-8,2	1,0-15,8
CaO	0,1-1,89	0,1 - 1,8	0,2 - 0,3	1,5-17	3,9-57,0
MgO	0,4-3,0	0,1-2,5	до 0,7	0,1 - 15,0	0,12-2,67
K ₂ O	4,6-11,2	3,0-11,4	0,4-5,2	1,9-33,6	0,3 - 24,5
Na ₂ O	2,7-12,7	5,0-10,8	3,3-7,5	1,0-30,3	2,3-29,9
F	—	—	—	11,4-23,5	2,5-32,7
Cr ₂ O ₃	—	—	-	-	1,0-34,5
Ni	-	-	-	-	0,01 - 1,30

Применение ТССА возможно так же непосредственно при изготовлении отдельных узлов сварочной аппаратуры и приспособлений. Так при эксплуатации сварочной горелки используемой для механизированной сварки в среде защитных газов применяются текстолитовые втулки, изолирующие сопло от токоведущих частей. Эти втулки являются слабым звеном конструкции держателя, так как быстро выходят из строя: они сгорают за 4...4,5 часа работы полуавтомата. Поэтому при эксплуатации горелки такие втулки расходуются в больших количествах. Втулки из асбестового полотна, склеенного жидким стеклом, дешевле, стойкость их дольше (112...115 ч.), но технология их изготовления сложна.

С целью увеличения стойкости и упрощения технологии изготовления для облегченного держателя возможно применение конструкции металлокерамической втулки (рис. 1) состоящей из стального корпуса 1, стальной втулки с резьбой 2 и изолятора 3, изготовленного из смеси следующего состава: ТССА, электродный силикат натрия, каолин, бура и борная кислота (патент РФ на изобретение № 2439023 от 10.01.2012 г.).

Изготовление изоляционных втулок достаточно просто и не требует дорогостоящей оснастки. Стальные детали втулки I (рис. 2) устанавливают на медную оправку 2 и прижимают направляющим цилиндром 3, в полость которого засыпается определенное количество порошкообразной смеси. Пуансоном 4 за один ход поршня пресса смесь спрессовывается. Затем цилиндр и пуансон снимают, а изоляционную втулку с помощью медного кольца 5 и клина 6 закрепляют на оправке и помещают в электропечь, где при температуре 850...900 С ее спекают в течение 30 мин. После остывания на воздухе изоляционную втулку снимают с оправки и калибруют в ней резьбу.

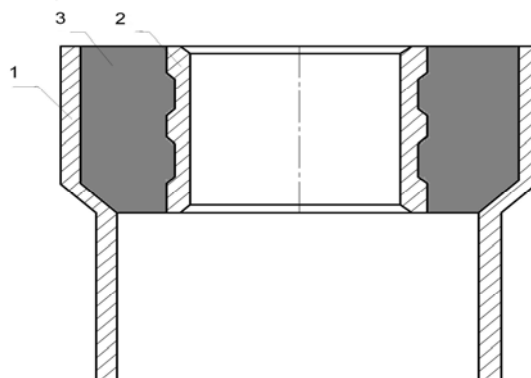


Рис. 1. Металлокерамическая изоляционная втулка

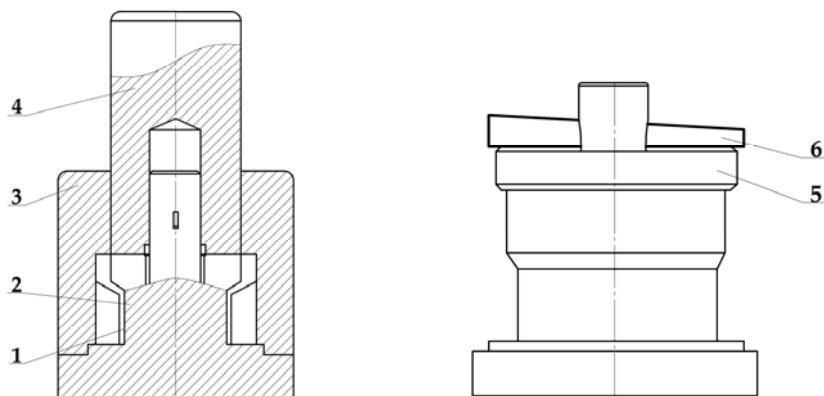


Рис. 2. Приспособление для изготовления изоляционных втулок

Рабочее место по изготовлению металлокерамических втулок должно быть оснащено 15...20 оправками, направляющим цилиндром, пуансоном, прессом небольшой мощности и электропечью МП-2У.

Производственные испытания металлокерамических изоляционных втулок на горелках полуавтоматов, выполняющих сварку на форсированных режимах проволокой диаметром 1,6 мм, показали их высокие изоляционные свойства и хорошую огнеупорность. Стойкость каждой втулки достигает 1800...2000ч.

ТССА так же применяют как добавку в синтетические композиционные материалы (КМ). Метод получения КМ, названный полимеризационным наполнением, теоретически обоснован в работах [4]. Синтетические КМ получали полимеризацией этилена в суспензионном режиме на поверхности частиц ТССА в среде деароматизированного бензина при давлении этилена 0,3-1,0 МПа, температуре 60-80°C, времени контакта - 30-60 мин. В связи с тем, что собственный каталитический ресурс ТССА оказался недостаточным для полной конверсии мономера в полимер, поверхность частиц ТССА дополнительно активировали комплексными металлоорганическими катализаторами $TiCl_4$ и $Al(изо-C_4H_9)_3$. Содержание $TiCl_4$ составляло 2 ммоль/л, мольное соотношение Al/Ti равно 1,5-2,0.

Деформационно-прочностные характеристики синтетических и смесевых композитов ПЭСВМ-ТССА, содержащих до 30 масс.% ТССА, практически одинаковы. С увеличением степени наполнения синтетические КМ имеют более высокие показатели деформационно-прочностных свойств, по-видимому, вследствие уменьшения агрегации и равномерного распределения частиц ТССА в полимерной матрице.

Смесевые и синтетические КМ на основе полиэтилена, наполненные ТССА (20-40 масс.%), могут быть использованы в качестве конструкционных материалов для изготовления продукции бытового и специального назначения.

На рис. 3 представлены образцы изделий технического назначения - пенал с закручивающейся крышкой для хранения сыпучих материалов, декоративная пластинка - облицовочный материал, фрагмент трубы (для подземных канализационных коммуникаций).

Особый научный и практический интерес представляет использование ТССА для изготовления блочно-сотовых керамических катализаторов.

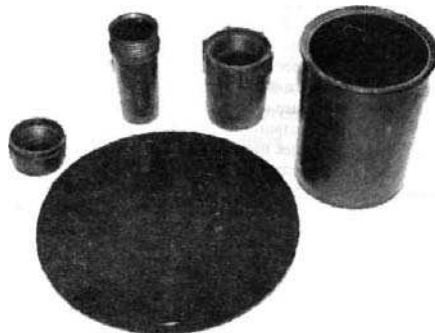


Рис. 3. Образцы изделий бытового и специального назначения, изготовленные из КМ на основе полиэтилена, наполненного ТССА (20-40 масс.%) [5]

Кроме того, ТССА можно использовать как наполнитель *реактопластов*. При отверждении полиэтиленполиамином олигомеров - эпоксидиановой смолы ЭД-20 (50 масс.%) и эпоксикремнийорганической смолы Т-111 (50 масс.%), наполненных ТССА, в зависимости от степени наполнения (а, %) определены [6] следующие значения физико-механических параметров шитых реактопластов:

- при а=38% разрушающее напряжение при сжатии - 69 МПа, напряжение при сдвиге - 5,5 МПа, термостойкость 120°C;
- при а=40% разрушающее напряжение при сжатии - 75 МПа, напряжение при сдвиге - 7,0 МПа, термостойкость 270°C;
- при а=45% разрушающее напряжение при сжатии - 80 МПа, напряжение при сдвиге - 7,5 МПа, термостойкость 270°C.

Величины измеренных физико-механических характеристик полученных полимерных композитов, наполненных ТССА, существенно превышают значения этих характеристик композитов, наполненных отходами производства перманганата калия. Из полученных результатов следует, что олигомеры - реактопласты, наполненные ТССА, можно рекомендовать в качестве термостойких покрытий, шпатлевок, составов для "холодной сварки" металлов при ремонте металлических поверхностей и деталей, в том числе в условиях повышенной влажности. Также обоснована возможность получения КМ с высокой степенью наполнения ТССА на основе олигомеров - полиэтиленовых восков, атактического полипропилена, олифы "Оксоль", олигоэфироакрилатов и др.

Выводы:

Благодаря комплексу физико-химических свойств ТССА могут найти широкое применение при изготовлении деталей сварочной аппаратуры, а также в качестве добавки в синтетические композиционные материалы, которые могут применяться в производстве строительных материалов и дорожном строительстве.

Литература.

1. Brunov O.G., Fed'ko V.T., Solodskii S.A. Transfer of electrode metal in welding with the pulsed feed of welding wire. *Welding International*. 2007. Т. 21. № 1. С. 50–54.
2. G.N. Shihaleeva, O.D. Chursina, L.M. Kutovai, N.G. Shenkevich, Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве, Труды 1-й Международной научно-практической конференции 11-13 сентября 2002 г., Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека, г. Одесса, «Астропринт», 2002, С. 352.
3. Iavdoshin, I.K. Pohodnia. Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве Труды 1-й Международной научно-практической конференции, 11-13 сентября 2002 г., Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека, г. Одесса, «Астропринт», 2002, С. 38.
4. S.S. Ivanchev, V.V. Konovalenko, G. Hoiblain, Реакции в полимерных системах, Химия, Ленинград, 2007, 303 с.
5. P.A. Ivanchenko, L.A. Mariniako, Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве, Труды 1-й Международной научно-практической конференции, 11-13 сентября 2002 г., Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека, г. Одесса, «Астропринт», 2002, С. 364.
6. Пат. 17837 А Украина, 2008/ А.А. Annan, P.A. Ivanchenko.

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ РАКОВИННЫХ АМЕБ В НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ ПОСЛЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Т.В. Денисова, к.б.н., доц.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: stv136@mail.ru*

Раковинные амёбы – простейшие с замедленным метаболизмом, которые играют важную роль в круговороте веществ в почве и являются одними из немногих первичных деструкторов целлюлозы и лигнина, а также, благодаря составу своих раковин, накапливают минеральные вещества в подстилке и в верхнем гумусовом горизонте почвы. Тестацеи играют значительную роль в качестве ре-