

ется в различных видах, позволяя осуществлять немедленные и эффективные действия при разливах нефтепродуктов. Недостатком сорбента является его высокая стоимость (68 дол США/кг).

Несмотря на то, что синтетические сорбенты производятся во многих странах Европы, в Республику Беларусь они не импортируются. Это обусловлено, в частности, их достаточно высокой стоимостью на мировом рынке, а также тем, что легковесные сорбенты выгоднее производить на месте потребления. Одним из важных требований, предъявляемых к синтетическим сорбентам, является их экологическая чистота. При эксплуатации и утилизации они не должны выделять в окружающую среду вредные вещества.

В РУП СКТБ «Металлополимер» (г. Гомель) разработан сорбирующий волокнисто-пористый материал (ТУ РБ 400052285.059–2000), предназначенный для сбора жидких углеводородов. Материал изготавливается модернизированным аэродинамическим способом из гранулированного полипропилена низкого давления как первичного, так и вторичного. Он представляет собой нетканый холст толщиной 10–15 мм, состоящий из волокон диаметром не более 25 мкм с плотностью укладки не более 20 кг/м³, его

сорбционная емкость до 30 весовых частей к собственному весу. При использовании материал расстилается на поверхность разлитых нефти или нефтепродуктов и после их впитывания сжимается. Поскольку данный сорбционный материал производится только в виде холста, он в наибольшей степени эффективен для удаления нефтяной пленки с поверхности воды. Применение его для сбора жидких углеводородов с почвы зачастую бывает сопряжено с определенными трудностями из-за неплотного прилегания к поверхности, необходимости настила многих слоев материала при больших объемах разлива и отсутствия механизированных средств нанесения.

Данные проблемы можно решить при применении нефтесорбентов на основе пенополимеров, формованных в виде гранул различного размера, которые в зависимости от задачи могут применяться либо путем непосредственного нанесения на место разлива (в том числе и с использованием технических средств нанесения и сбора), либо в виде матов и подушек, представляющих собой прошитые сетки с гранулами сорбента, или в виде пористых плит, дисков и т. д.

УДК 667.662

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ГАЗООЧИСТКИ СТЕКЛОВАРЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Канд. техн. наук, доц. САВЕЛОВ И. Н., инженеры ПАВЛОВ А. В., БАЧИЛО В. В., ТРУБАЧ П. В.

Белорусская государственная политехническая академия

Экологическое состояние окружающей среды крупных промышленных зон Республики Беларусь вызывает обеспокоенность государственных и общественных организаций. В частности, с дымовыми газами стекловаренных печей в окружающую среду попадают вредные соединения фтора, свинца, натрия, оксиды азота и т. д. А очистка дымовых газов не производится в полном объеме в связи с отсутствием технологии утилизации твердых продуктов газоочистки и ее низкой эффективностью. Отсутствие эффективных способов их переработки способствует накоплению токсичных веществ и требует специальных условий складирования, что является потенциальной экологической угрозой.

В странах СНГ и за рубежом свинецсодержащие отходы газоочистки практически не перерабатываются, а утилизируются методом складирования.

В то же время отсутствие сырьевых ресурсов для предприятий химической промышленности республики является одной из причин экономических трудностей. Элементный состав продуктов газоочистки стекловаренных печей может служить исходным сырьем при получении пигментов для производства лакокрасочной продукции, пластмасс и т. д., которые в настоящее время импортируются из ближнего и дальнего зарубежья.

Местом образования отходов газоочистки являются рукавные фильтры системы очистки ды-

мовых газов ваннных печей варки хрустала. Условия образования, формирования, а следовательно, и химический состав отходов имеют многофакторную природу.

Как показало обследование работы печи, состав отходов функционально определяется применяемым сырьем, окислительно-восстановительными процессами, протекающими в печи, условиями в зоне определения отхода от дымовых газов и др.

В табл. 1 приведен анализ проб, взятых из пяти различных мест партии отходов, наработанных в течение шести месяцев. Анализ проб проводили на атомно-эмиссионном спектрометре ARL-3410. Отобранные пробы высушивали при температуре 100 ± 5 °C до постоянного веса, растирали в ступке. Навеску отхода 2,000 г переносили в термостойкий стакан, заливали раствором азотной кислоты и при нагреве растворяли. Полученный раствор охлаждали, фильтровали, переносили в мерную колбу объемом 500 мл и после разбавления водой до метки анализировали.

Из табл. 1 видно, что в пробах преобладают соединения свинца. Установлено, что содержание PbO составляет 46,8–51,1 %. Количество щелочноземельных элементов $K_2O + Na_2O$ содержится в пределах 15,4–16,7 %, B_2O_3 – до 8,9 %. Влагосодержание отхода не превышает 5,5 %.

Таблица 1

Химический состав отходов газоочистки стекловаренных печей

Массовое содержание, %							Влажность, %
K_2O	Na_2O	PbO	B_2O_3	ZnO	R_2O_3	RO_x	
15,7	0,7	8,4	49,2	0,3	1,4	20,5	3,9
15,9	0,8	8,9	46,8	0,2	1,5	20,5	5,5
14,7	0,7	7,4	47,4	0,3	1,7	26,7	1,1
14,9	0,8	7,5	51,1	0,1	1,4	22,1	2,1
15,1	0,8	8,1	48,3	0,2	1,6	24,0	1,9

Кроме того, было установлено в отходе наличие оксидов NO_x , являющихся сильными окислителями и оказывающими вредное влияние на физико-химические и малярно-технические свойства пигментов. Использовать отход в таком виде для получения качественных цветных пигментов нецелесообразно. Поэтому нами была

проведена предварительная обработка отходов газоочистки с целью их обогащения и установлено влияние ее способов и параметров на получаемый продукт.

Из данных химического анализа (табл. 1) видно наличие в отходе водорастворимых соединений, удаление которых позволит повысить содержание основного вещества для получения цветных пигментов – соединений свинца и удалить оксиды NO_x .

Результаты опытов по изучению влияния условий обработки отхода водой на содержание нерастворимого остатка приведены в табл. 2.

Таблица 2

Условия обработки и свойства отходов

Условия обработки		Анализ осадка		
Температура растворения, °C	Время контакта отхода с водой, мин.	Масса нерастворенного осадка, г	Масса веществ, растворенных в воде, г	Содержание веществ, растворимых в воде, %
20	30	39,1	10,9	21,7
20	60	38,9	11,1	22,1
20	90	37,1	12,9	25,9
20	120	35,4	14,6	29,3
40	60	34,3	15,7	31,5
60	60	33,3	16,7	33,4
80	60	32,3	17,7	35,5
100	60	31,9	18,1	36,1

Так как исследуемый процесс обработки осадка водой на всем протяжении является гетерогенным, формирование осадка в рассматриваемой системе (в том числе и соединений свинца) осложняется также взаимодействием компонентов осадка между собой. Изменения в осадке закономерно оказывают воздействие на характер разделения жидкой и твердой фаз при фильтрации, поскольку гидродинамические закономерности определяются его физико-химическими свойствами. Это подтверждает измерение скорости фильтрации отхода после контактирования с водой.

Скорость фильтрации суспензии отхода в воде после обработки при 100 °C имеет наибольшее значение и составляет 380 л/(м²·ч).

Процесс фильтрации осуществлялся на пористых фильтровальных перегородках, кото-

рые задерживают твердую фазу и пропускают жидкую.

Твердая фаза, после отделения от жидкой, удерживает определенное количество маточного раствора как между частицами, так и на поверхности самого отхода. Это загрязняет целевой продукт компонентами маточного раствора, ухудшающими его физико-химические свойства. Для извлечения компонентов маточного раствора, оставшегося в порах между частицами, применяли промывку.

При контакте с влагой воздуха и первичной обработке водой образуются гидрооксиды свинца. Эти соединения при контакте в воде с карбонатом калия отхода образуют плохо растворимый основной карбонат свинца $PbCO_3 \times Pb(OH)_2$. В условиях щелочной среды, которая возникает при контакте отхода с водой (содержание $K_2O + Na_2O$ более 16 %), практически все соединения свинца находятся в твердой фазе. Фильтрацией карбонаты свинца отделяют от маточника. На второй стадии процесса получения цветных пигментов карбонаты свинца обрабатывают в жидкой фазе соединениями хрома в присутствии серной кислоты. В результате проведения реакции взаимодействия в твердой фазе образуется изоморфная смесь хромата и сульфата свинца (формула $PbCrO_4 \times PbSO_4$). Варьируя содержание компонентов, получают продукты различных оттенков желтого цвета.

Ввиду сильного колебания состава отходов газоочистки, которые зависят от технологических условий варки стекла и гидродинамических условий удаления топочных газов, нами осуществлялись входной контроль каждой порции сырьевых продуктов и корректировка технологических параметров синтеза цветных пигментов. Последняя включала изменение соотношения серной кислоты и хромового ангидрида, времени и температуры синтеза, контроль pH реакционной среды и при необходимости достижение величины $pH = 6 - 7$. Только после проведения комплексных мероприятий по переработке отходов возможно получение качественных цветных пигментов.

Нами было изучено влияние промывных вод как ингибитора коррозии при производстве вододисперсионных красок. Как показали исследования, при разбавлении маточного раствора в 50, 75, 100, 200 раз коррозия образцов железных пластин, помещенных в раствор, в первые трое суток наблюдалась только в растворе, разбавленном в 100 и 200 раз. После выдержки в течение 90 суток небольшая коррозия зафиксирована в растворе, разбавленном в 75 раз.

Применение также маточного раствора, получаемого в результате фильтрации отхода газоочистки после предварительной обработки, позволит комплексно использовать все продукты переработки отходов газоочистки стекловаренных печей.