

развитие новых технологий, способных заменить озоноразрушающие вещества. Это подтолкнуло инновации в области хладагентов, изоляционных материалов, медицинских газов и других применений, что способствует созданию более устойчивых и экологически безопасных продуктов.

Успех Монреальского протокола показывает, что международные соглашения могут сыграть важную роль в решении глобальных проблем окружающей среды. Важно сохранять и развивать подобные договоренности, чтобы обеспечить устойчивое будущее для нашей планеты.

Список использованных источников:

Ларин И.К. Химия озонового слоя и жизни на Земле // Научно-популярный журнал «Химия и жизнь» 2000№7.

2. Учебник по астрономии 11 класс. Воронцов-Вельяминов Б. А. В75 Астрономия. 11 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений / Б. А. Воронцов-Вельяминов, Е. К. Страут. — 4-е изд., стереотип. — М.: Дрофа, 2003. — 224 с.: ил., 8 л. цв. вкл.

УДК 502:628.4.038

**ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСАДКА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Шевчик А.В., Крот К.А.,

учащиеся УО «Национальный детский технопарк»

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Залыгина О.С.

Белорусский государственный технологический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время гальваническое производство получило широкое распространение в различных отраслях промышленности для нанесения защитных и декоративных покрытий.

Вместе с тем, для гальванического производства характерно образование различных отходов. Отходы и места их складирования и захоронения представляют токсикологическую и эпидемиологическую опасность для людей и природы. Больше всего в гальваническом производстве образуется осадка очистных сооружений [3]. Существуют различные методы очистки сточных вод гальванического производства, но в большинстве случаев используются реагентный метод, электрокоагуляция или гальванокоагуляция, при реализации которых выпадает осадок, содержащий труднорастворимые соединения тяжёлых металлов [4]. В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, осадок очистных сооружений гальванических производств (ООСГП) относится к отходам 3 класса опасности [1].

В настоящее время чаще всего этот отход хранится на территории предприятий, тем самым являясь потенциальной угрозой для состояния

почвы, подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха [2].

Для исследования был отобран осадок очистных сооружений гальванического производства одного из белорусских предприятий.

Исходя из состава сточных вод гальванического производства и применяемого на предприятии реагентного метода очистки сточных вод, можно предположить, что в состав осадка очистных сооружений гальванического производства входят гидроксиды железа, а также гидроксиды цинка, хрома и других металлов, нанесение которых реализовано на предприятии. Это связано с добавлением к очищаемым сточным водам, содержащим ионы тяжелых металлов, гидроксида кальция, в результате чего протекают реакции образования соответствующих гидроксидов тяжёлых металлов. Элементный состав исследуемого отхода, определённый методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 (Япония), представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Элементный состав ООСГП, масс.%

C	O	Na	Mg	Al	Si	K	Cl	Ca	Cr	Fe	Zn
11,4	27,86	1,26	0,87	0,15	2,06	0,14	0,64	4,96	5,22	41,27	4,09

Химический состав отхода свидетельствует о возможности его использования в производстве керамического кирпича.

Для изготовления опытных образцов керамического кирпича использовалась глина месторождения «Гайдуковка», содержание отхода варьировалось от 5 до 40 масс.% по сухому веществу. Образцы формовались пластическим методом, далее высушивались и подвергались обжигу с изотермической выдержкой в течение часа при температуре 1000°C. Для полученных образцов определяли линейную усадку, водопоглощение, среднюю плотность, предел прочности при сжатии (таблица 2).

Таблица 2 – Свойства опытных образцов керамического кирпича

Состав, масс.%		Усадка, %	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа
Глина	ООСГП				
100	-	8,8	1820	14	39,8
95	5	9,0	1790	14	39,1
90	10	9,2	1770	15	38,3
80	20	10,2	1600	21	28,7
70	30	11,3	1450	25	22,8
60	40	12,5	1330	26	20,2

Как видно из таблицы 2, с увеличением содержания осадка очистных сооружений гальванического производства физико-механические свойства

образцов керамического кирпича ухудшаются. При этом при введении отхода до 10 масс.% снижение свойств незначительно – прочность при сжатии уменьшается на 4%, плотность – на 3%, водопоглощение остаётся практически неизменным. При дальнейшем увеличении содержания осадка очистных сооружений гальванического производства наблюдается резкое ухудшение свойств полученных экспериментальных образцов, исходя из чего можно сделать вывод, что введение в состав керамического кирпича более 10 масс.% исследуемого отхода нежелательно.

Однако, если основной целью является получение декоративного объёмно-окрашенного кирпича содержание отхода может быть увеличено. Более яркий красно-коричневый цвет образцов, содержащих 30-40 масс.% осадка очистных сооружений гальванического производства, обусловлен наличием в составе отхода соединений железа (таблица 1). При термообработке гидроксид железа переходит в оксид Fe_2O_3 (гематит), который обладает хромофорными свойствами и характеризуется красно-коричневым цветом. Это подтверждается данными рентгенофазового анализа, согласно которому фазовый состав керамического кирпича без добавления отхода представлен анортитом $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, диопсидом $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ и кварцем SiO_2 . На рентгенограммах образцов, полученных с использованием осадков очистных сооружений гальванического производства, кроме указанных соединений наблюдаются характеристические пики, соответствующие α -модификации гематита Fe_2O_3 . Как видно из рисунка 1, при увеличении содержания отхода интенсивность характеристических пиков Fe_2O_3 повышается, а интенсивность пиков, соответствующих кварцу, анортиту и диопсиду, снижается (содержание различных соединений в опытных образцах оценивалось по высоте и площади соответствующих им характеристических пиков на рентгенограммах).

Таким образом, использование осадка очистных сооружений гальванического производства, характеризующегося повышенным содержанием железа, при производстве керамического кирпича позволит получить объёмно-окрашенные изделия красно-коричневых оттенков без применения дорогостоящих пигментов.

Несмотря на то, что свойства образцов керамического кирпича с повышенным содержанием отхода несколько ниже, все образцы соответствуют ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические» (таблица 4.4).

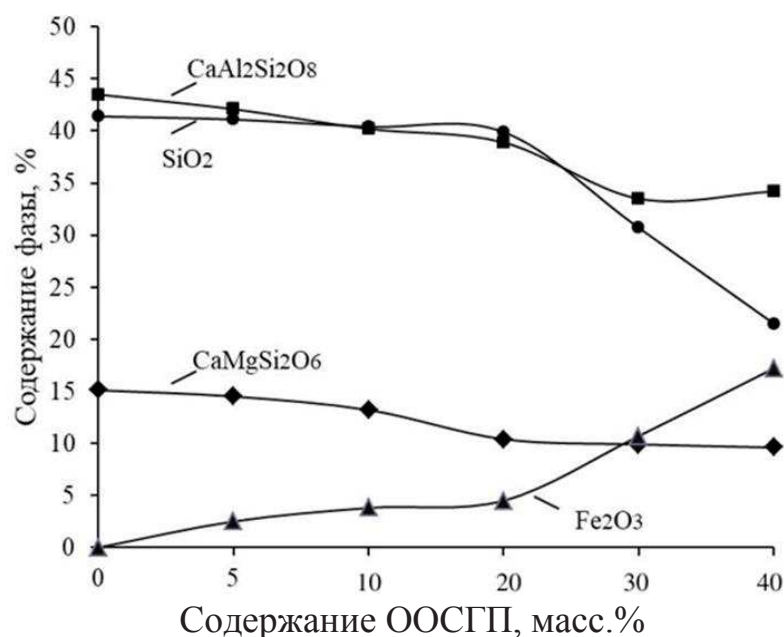


Рисунок 1 – Зависимость содержания анортита $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, диопсида $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, кварца SiO_2 и гематита Fe_2O_3 от содержания осадка очистных сооружений гальванического производства в опытных образцах

Таблица 3 – Марки опытных образцов керамического кирпича

№ образца	Содержание ООСП, масс. %	Предел прочности при сжатии, МПа		Марка кирпича по ГОСТ 530-2012
		Образцы	ГОСТ	
N	0	39,8	30,0	M300
1	5	39,1	30,0	M300
2	10	38,3	30,0	M300
3	20	28,7	25,0	M250
4	30	22,8	25,0	M250
5	40	20,2	20,0	M200

Таким образом полученный керамический кирпич, содержащий осадок очистных сооружений гальванического производства, соответствует ГОСТ и может использоваться для строительных нужд.

Список использованных источников:

1. Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь: утвержден Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 9 сентября 2019 г. № 3-Т // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2019. – № 8/34631. – 88 с.
2. Ковалёва А. А., Чепрасова В.И. Характеристика отходов гальванического производства и способов обращения с ними // Устойчивое развитие: региональные аспекты : сборник материалов XI Между-народной научно-практической конференции молодых ученых, Брест, 24–26 апреля 2019 г. – Брест : БрГТУ, 2019. – С. 317–319.
3. Марцуль В.Н., Залыгина О.С. Экологические вопросы организации гальванического производства // Экология на предприятии, №8, 2014. – С.34 – 49.
4. Марцуль В.Н., Залыгина О.С., Лихачёва А.В., Романовский В.И. Очистка сточных вод цехов предприятий Республики Беларусь // Труды БГТУ, 2013, №3. – С. 61– 66.