

4. Экологическое обоснование места размещения полигона твёрдых бытовых отходов / Е. В. Левин, Р. Ф. Сагитов, Т. А. Гамм и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (59). С. 182–184.

## **УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЛИЦЕВОГО КИРПИЧА**

*О. В. Кичкайло, А. В. Пожарская*

*Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь, kichkailo@belstu.by*

Проведены исследования по разработке составов масс для производства лицевого кирпича с использованием осадков очистных сооружений гальванических производств ОАО «Минский тракторный завод». Изучено влияние отходов на физико-химические и прочностные характеристики образцов, их структуру и фазовый состав.

Ключевые слова: лицевой керамический кирпич, отходы гальванических производств, утилизация.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в настоящее время одной из важнейших проблем является переработка значительных объемов промышленных отходов, в частности очистных сооружений гальванических производств, основная часть которых не перерабатывается и ухудшает экологическую обстановку. Наиболее приемлемым направлением утилизации гальванических отходов различного состава является вовлечение в многотоннажное керамическое производство, так как при обжиге изделий оксиды тяжелых металлов консервируются в кристаллической и стекловидной фазах в виде химических соединений.

Цель данного исследования – разработка составов масс для производства лицевой стеновой керамики с использованием осадков очистных сооружений гальванических производств ОАО «Минский тракторный завод» (МТЗ), изучение влияния отходов на физико-химические свойства, структуру и фазовый состав изделий.

Используемые осадки гальванических производств МТЗ характеризуются непостоянством химического состава, который изменяется в значительных пределах при превалировании содержания оксидов железа – до 60 мас. %.

Основным компонентом для синтеза образцов стеновой керамики являлась легкоплавкая глина «Заполье» (Республика Беларусь, Витебская область, Шумилинский район), а в качестве добавки – отходы гальванических производств МТЗ при их содержании 10, 15 и 20 мас. %.

Сырьевые материалы предварительно высушивались при температуре  $100 \pm 5$  °С, измельчались до прохождения через сито № 1 и перемешивались

после дозирования. Изготовление керамических образцов в виде параллелепипеда с размерами 60×30×15 мм осуществлялось пластическим способом при влажности масс 23–25%. Сушка осуществлялась в сушильном шкафу при температуре 100±5 °С. Высушенные образцы обжигались в электропечи при 900, 950 и 1000 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч.

Образцы после обжига характеризовались однотонной окраской черепка с однородной структурой на изломе. Образование дефекта черной сердцевины не отмечено. Повышение температуры обжига и увеличение количества вводимых гальванических отходов МТЗ в составах исследуемых масс способствовали усилению интенсивности окраски черепка от светло-коричневой до темно-коричневой цветовой гаммы, что, очевидно, связано с интенсификацией образования железосодержащих кристаллических фаз.

Экспериментальные значения физико-химических свойств синтезированных образцов сведены в таблицу.

*Таблица*

**Физико-химические свойства опытных образцов  
в зависимости от состава и температуры обжига**

Количество отхода МТЗ, мас. %	Температура обжига, °С	Общая усадка, %	Водопоглощение, %	Открытая пористость, %	Кажущаяся плотность, кг/м <sup>3</sup>
10	900	7,8	20,0	30,8	1531
	950	7,4	19,9	30,7	1543
	1000	7,4	16,9	26,1	1569
15	900	7,8	24,0	32,2	1437
	950	6,6	22,4	31,0	1416
	1000	7,8	21,6	31,2	1461
20	900	7,8	27,4	37,2	1358
	950	6,8	27,2	36,1	1360
	1000	6,8	24,3	34,6	1380

При изучении влияния введения гальванических осадков на физико-химические свойства стеновых изделий установлено, что повышение количества введенных отходов МТЗ от 10,0 до 20,0 мас. % вызывает рост показателей водопоглощения и открытой пористости образцов при одновременном снижении общей усадки и кажущейся плотности. Это обусловлено снижением степени спекания керамических материалов при использовании исследуемых отходов в составах масс.

Исследование прочностных характеристик лицевого кирпича показало, что при увеличении количества введенных отходов МТЗ значения механической прочности образцов уменьшаются. Так, при температуре обжига 1000 °С механическая прочность при изгибе синтезированных образцов составляет 10–12 МПа (количество отходов МТЗ – 10 мас. %), 8–9 МПа (15 мас. %) и 6–7 МПа (20 мас. %).

Таким образом, используемые осадки очистных сооружений гальванических производств МТЗ вызывают отошающее действие на керамические

массы для изготовления лицевого керамического кирпича в исследованном интервале температур обжига (900–1000 °С), что выражается в разрыхлении структуры исследуемой керамики. Так, наибольшей степенью спекания характеризуются образцы, содержащие минимальное количество осадков МТЗ (10 мас. %) и при температуре обжига 1000 °С.

Проведенные исследования позволили определить оптимальный шихтовой состав для изготовления лицевого керамического кирпича, который включает 90 мас. % глинистой составляющей (легкоплавкая глина «Заполье») и 10 мас. % осадков гальванических производств МТЗ. При указанном соотношении компонентов достигнут следующий комплекс физико-химических параметров изделий: общая усадка составляет 7–8%; кажущаяся плотность – 1520–1590 кг/м<sup>3</sup>; открытая пористость – 25–27 %; водопоглощение – 16–17%; прочность при изгибе – 10–12 МПа; прочность при сжатии – 57–59 МПа; температура обжига – 1000 °С. Цвет образцов – темно-коричневый.

При изучении фазового состава опытных образцов стеновой керамики определено, что основными кристаллическими составляющими являются  $\alpha$ -кварц, анортит, гематит и магнетит. Введение в состав керамических масс большего количества гальванических осадков способствует более активному формированию железосодержащих фаз  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .

При исследовании микроструктуры керамических образцов методом оптической микроскопии с поверхности скола кирпича в отраженном свете установлено, что материалы представлены аморфизированным глинистым веществом сложного состава, кристаллической и стекловидной фазой (рис.).



Рис. Оптическое изображение поверхности сколов образца керамического кирпича (температура обжига – 1000 °С)

Анализ результатов комплексных исследований позволяет сделать вывод о возможности использования осадков очистных сооружений гальваниче-

ских производств МТЗ для изготовления лицевого керамического кирпича. Организация рециклинга позволит не только использовать образуемые отходы, но и решить вопросы ресурсосбережения и экологической безопасности.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА ДЛЯ ДООЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ОКСИДОВ АЗОТА**

*А. А. Кушков, А. А. Тормакова, С. Л. Фукс  
Вятский государственный университет, г. Киров, Россия,  
kushkov\_alexey@mail.ru, tormakova@bk.ru, tzb\_fuks@vyatsu.ru*

В результате сжигания в котлах ТЭЦ углеродного горючего в воздухе образуются оксиды азота, которые каталитическим или высокотемпературным способами подвергаются разложению до азота и кислорода. Экспериментальная доочистка воздуха от остаточного загрязнения осуществлялась адсорбцией на гидролизном лигнине с эффективностью очистки до ПДК<sub>р.з.</sub>.

Ключевые слова: воздух, оксиды азота, адсорбция, гидролизный лигнин, перманганат калия, очистка газов.

Для сжигания углеродного топлива (уголь, газ, мазут, торф) в котлах электростанций используется воздух. Эти виды топлива в разных количествах содержат примеси серы и тяжёлых металлов. Температура топочных газов, содержащих азот, остаточный кислород, оксиды углерода и серы, а также золу уноса на выходе из котла превышает 900 °С. В этих условиях происходит диссоциация молекул азота  $N_2 \leftrightarrow 2N\cdot$ . Радикалы взаимодействуют с остаточным кислородом с образованием оксида азота NO и дальнейшим окислением его части до диоксида азота NO<sub>2</sub>. В связи с этим в дымовых газах присутствует смесь NO<sub>x</sub>. При попадании в атмосферу газ охлаждается и оксид азота окисляется до диоксида азота. Диоксид азота обладает выраженным раздражающим действием на дыхательные пути, приводя к отеку легких, а также обладает общетоксическим действием. ПДК NO<sub>2</sub> в воздухе рабочей зоны – 2,0 мг/м<sup>3</sup>. Относится к III классу опасности [1].

В производстве тепловой и электрической энергии очистку воздуха от оксидов азота рекомендуется проводить высокотемпературным или каталитическим способами [2]. При очистке дымовых газов методом селективного некаталитического восстановления оксидов азота (СНКВ) продукты сгорания обрабатывают аминсодержащими компонентами (аммиаком, аммиачной водой или карбамидом), при этом образуются молекулярный азот и пары воды. Остаточная концентрация непрореагировавшего NO<sub>2</sub> при нормальных условиях не должна превышать 20 мг/м<sup>3</sup>. По технологии селективного каталитического восстановления оксидов азота (СКВ) оксиды азота восстанавливаются до молекулярного азота и кислорода. Содержание остаточного NO<sub>2</sub> по технологии СКВ должно составлять 4 мг/м<sup>3</sup>. Технологические параметры СНКВ