

УДК 691.4

А.В. ГРЕЧАНИКОВ, к.т.н., доцент, (ВГТУ)

А.С. КОВЧУР, к.т.н., доцент, (ВГТУ)

г. Витебск

П.И. МАНАК, директор (ОАО «Обольский керамический завод»)

г.п. Оболь

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Современные тенденции развития в области строительства предъявляют всё более высокие требования к характеристикам строительных материалов и изделий, что, в свою очередь, в большинстве случаев ведет к их удорожанию. В то же время всё более востребованными становятся технологии рационального, бережливого использования природных ресурсов. В ряде случаев использование отходов промышленного производства позволяет заменить природные ресурсы. Наряду с этим применение техногенного сырья решает важную экологическую проблему загрязнения окружающей среды, позволяя уменьшить затраты на производство строительных материалов по сравнению с производством из природного сырья [1].

В настоящее время на ОАО «Обольский керамический завод» планируется расширение ассортимента продукции строительного назначения за счет выпуска керамических кирпича и клинкерных изделий с использованием техногенных продуктов химической водоподготовки теплоэлектростанций (ТЭЦ). Для решения этой задачи на кафедре экологии и химических технологий Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» совместно с ОАО «Обольский керамический завод» были проведены исследования возможности использования техногенных продуктов энергетического комплекса (осадков химической водоподготовки ТЭЦ) в качестве добавки при изготовлении керамических материалов: кирпича керамического, кирпича клинкерного [1,2]. Работа была проведена в рамках проектов, выполненных по заданию Государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии».

К основным материалам, являющимся сырьём для производства керамического и клинкерного кирпичей, относятся глины, каолины, а также различные добавки и модификаторы (плавни, отошающие, порообразующие, пластифицирующие добавки). Так, отошающие добавки вводятся в состав керамической массы для снижения пластичности, а также уменьшения воздушной и огневой усадки глин в процессе обжига. В качестве таких добавок используются шамот, дегидратированная глина, песок, гранулированный доменный шлак и техногенные продукты энергетического комплекса (осадки химической водоподготовки теплоэлектростанций и станций обезжелезивания). [3]

Ежегодно на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) и станциях обезжелезивания образуются тысячи тонн отходов, которые в основном состоят из нерастворимых оксидов, гидроксидов, карбонатов железа, кальция и магния, являясь ценным химическим сырьём. Вопрос переработки отходов, образующихся после водоподготовки на станциях обезжелезивания и ТЭЦ, в Республике Беларусь до сих пор не решён [2]. Предварительно проведенный анализ литературных источников показал отсутствие сведений об использовании техногенных продуктов химической водоподготовки ТЭЦ в качестве добавки при изготовлении керамических строительных материалов. [4]

Исследуемые осадки химической водоподготовки на ТЭЦ в естественном виде представляют собой влажную массу тёмно-коричневого цвета с рабочей влажностью 17-20% [5]. В изученных нами работах [5,6] были проведены исследования химического и оксидного состава отходов. Состав осадков химводоподготовки теплоэлектроцентралей установлен методами рентгенофлуоресцентного, микрорентгеноспектрального и рентгенофазового анализов и составляет (мас. %): CaCO_3 и MgCO_3 – 71,1; SiO_2 – 10,2; FeO – 8,6; Al_2O_3 – 4,9; K_2O – 1,2; ZnO – 0,5; TiO_2 – 0,4; Na_2O – 0,3; примеси – остальное. В таблице 1 приведен усреднённый оксидный состав осадков химической водоподготовки теплоэлектроцентралей.

Таблица 1. Усредненный оксидный состав осадков химической водоподготовки теплоэлектроцентралей

Компонент	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	TiO_2	P_2O_5	CaO	MgO	П.п.п.	SO_3	Na_2O	K_2O
Доля в мас. %	0,24	0,64	1,77	2,85	0,03	н.о.	47,66	2,26	44,15	н.о.	0,20	0,08

Гранулометрический состав осадков химводоподготовки теплоэлектроцентралей установлен методом сухого просеивания набором сит [7]. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Гранулометрический состав осадков химводоподготовки Теплоэлектроцентралей

Рег. № 20479	Размер частиц (остаток на сите), мм					
	Менее 0,1	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0
Количество, %	21,5	11,1	22,9	13,1	9,6	20,3

Результаты исследований показали, что состав неорганических отходов химической водоподготовки варьируется в зависимости от времени года и метеорологических условий. Также результаты исследований фазового и оксидного состава осадков химической водоподготовки ТЭЦ показали наличие значительного количества неблагоприятных для изготовления керамических материалов фаз кальцита (CaCO_3) и $\text{FeO}(\text{OH})$, а также оксида кальция (CaO). Наличие этих примесей в виде крупных включений способно привести к разрушению изделий после обжига. Для того, чтобы снизить вредное влияние присутствия в осадках химической водоподготовки ТЭЦ этих фаз и оксидов на физико-механические и эксплуатационные свойства кирпича, отходы необходимо предварительно измельчить в шаровой мельнице до степени дисперсности менее 100 мкм. Наличие кальцита (CaCO_3) и $\text{FeO}(\text{OH})$, а также оксида кальция (CaO) в тонкодисперсном состоянии препятствует образованию вздутий в процессе обжига, что положительно сказывается на качестве полученных изделий [6].

В соответствии с требованиями СТБ 1450-2010 «Технологическая документация. Рецепттура. Общие требования к разработке» были созданы рецептуры и составы сырья для изготовления керамических кирпичей. Технологическим отделом ОАО «Обольский керамический завод» разработаны технологические регламенты изготовления керамического и клинкерного кирпичей с добавками осадков химической водоподготовки ТЭЦ. Схема процесса изготовления керамического кирпича представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Схема процесса изготовления керамического кирпича с добавками осадков химической водоподготовки ТЭЦ

В изученных работах [4,8] определены значения температуры окончательного обжига кирпича, а также оптимальное содержание техногенных продуктов химводоподготовки ТЭЦ.

В производственной лаборатории ОАО «Обольский керамический завод» проведены исследования физико-механических свойств керамического и клинкерного кирпича. Результаты испытаний образцов кирпичей с добавками осадков химической водоподготовки ТЭЦ приведены в таблицах 3, 4.

Таблица 3. Результаты испытаний керамического кирпича с добавками осадков химической водоподготовки ТЭЦ

Наименование показателя. Единицы измерения	Нормированное значение показателей, установленных СТБ 1160-99	Среднее значение показателей для образца с добавкой
1. Морозостойкость, циклы	Не менее 15	19
2. Предел прочности при сжатии, МПа	5,0-30,0	30,0
3. Предел прочности при изгибе, МПа	0,9-4,4	4,2
4. Водопоглощение, %	не менее 8	16

Таблица 4. Результаты испытаний клинкерного кирпича с добавками осадков химической водоподготовки ТЭЦ

Наименование показателя. Единицы измерения	Нормированное значение показателей, установленных СТБ 1787-2007	Среднее значение показателей для образца с добавкой
1. Плотность, кг/м ³	Не менее 2000	2200
2. Предел прочности при сжатии, МПа	25	30,6
3. Предел прочности при изгибе, МПа	1,7	3,4
4. Водопоглощение, %	не более 4	3,8
5. Наличие известковых включений	–	нет

В результате проведенных исследований установлено, что образцы кирпича керамического с добавлением осадков химической водоподготовки ТЭЦ соответствуют требованиям СТБ 1160-99 «Кирпич и камни керамические. Технические условия», а образцы клинкерного керамического кирпича согласно СТБ 1787-2007 «Кирпич керамический клинкерный. Технические условия» соответствуют классу А [1,2].

Результаты выполненных работ имеют практическое значение. На ОАО «Обольский керамический завод» (г. Оболь, Республика Беларусь) на базе цеха № 2 осуществлена реализация проекта «Изготовление инновационной продук-

ции методом пластического формования» ОАО за счёт средств инновационного фонда Витебского облисполкома и частично за счёт собственных средств предприятия [2].

По результатам исследований получены патенты Республики Беларусь № 18790 от 20.08.2014г., № № 23583 от 30.12.2021г. на изобретение «Керамическая масса для производства строительного кирпича». Также получен патент Российской Федерации № 2763232 от 28.12.2021г. на изобретение «Керамическая масса для производства строительного кирпича».

Разработанные составы для изготовления керамического кирпича с добавками осадков химической водоподготовки ТЭЦ отвечают практическим задачам получения высококачественных строительных материалов и позволяют улучшить экологическую ситуацию на территории ТЭЦ. Результаты работы в дальнейшем будут использованы при исследовании возможности изготовления керамической плитки для внешней отделки (улицы, фасады) с добавками техногенных продуктов энергетического комплекса.

Список литературы:

1. Гречаников, А. В. Исследование структуры и свойств керамических клинкерных материалов с добавками осадков химической водоподготовки / А. В. Гречаников, А.С. Ковчур, П. И. Манак, В. К. Шелег // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2021. – № 2(41). – С. 104 – 115.
2. Ковчур, А. С. Керамический кирпич с добавлением осадков химической водоподготовки теплоэлектростанций / А. С. Ковчур, А. В. Гречаников, С. Г. Ковчур, И. А. Тимонов, В. Н. Потоцкий // Труды БГТУ. – 2018. – Серия 2. – № 2. – С. 146–158.
3. Манак, П. И. Техногенные продукты химической водоподготовки теплоэлектростанций как добавка к клинкерным керамическим материалам / П. И. Манак, А. С. Ковчур, А. В. Гречаников, И. А. Тимонов // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2020. – № 1(38). – С. 150 – 158.
4. Kauchur A., Hrachanikau A., Manak P., Liatas A. (2020) Investigation of content of technogenic products of chemical water treatment of heat and electric power plants in clinker ceramic materials, V International Scientific and Practical Conference «Education and science in the 21st century» October 29, 2020, VSTU,. – Vitebsk, 2020. – pp. 25–30.
5. Комплексное использование неорганических отходов водонасосных станций и теплоэлектростанций : монография / А. С. Ковчур [и др.]. – Витебск : УО «ВГТУ», 2018. – 165 с.
6. Ковчур, А. С., Шелег, В. К., Жорник, В. И., Ковалева, С. А. (2020), Модифицирование керамического кирпича добавками неорганических техногенных продуктов водоподготовки ТЭЦ / А. С. Ковчур, В. К. Шелег, В. И. Жорник, С. А. Ковалева // Наука и техника. – 2020. – Т.19. – № 3. – С. 204–214.
7. МА. МН 63-98 «Сита лабораторные строительные».

8. Гречаников, А. В. Исследование влияния содержания в исходном сырье осадков химической водоподготовки на физико-механические свойства тротуарной плитки / А. В. Гречаников, А. С. Ковчур, В. Н. Потоцкий, И. А. Тимонов, А. И. Лятос // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2021. – № 1(40). – С. 115 – 123.