

достаточно новым. Однако интерес к получению дешевых ресурсов, которыми являются вторичные полимеры, весьма ощутим, поэтому мировой опыт их вторичной переработки должен быть востребован.

Список использованных источников

1. Охрана окружающей среды Республики Беларусь 2017: Статистический сборник / И. С. Кангро [и др.]; под общ. ред. И. В. Медведевой. – Минск, 2017. – 194 с.
2. Охрана окружающей среды Республики Беларусь 2018 : Статистический сборник / И. С. Кангро [и др.]; под общ. ред. И. В. Медведевой. – Минск, 2018. – 182 с.
3. Вторичные материальные ресурсы [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://center-yf.by> – Дата доступа : 20.02.2019.

УДК 691.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ОТОЩАЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

*Ковчур А.С.¹, доц., к.т.н., Рыжинский И.А.¹, маг.,
Климентьев А.Л.¹, ст. преп., Манак П.И.², дир.*

*¹Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

*²ОАО «Обольский керамический завод»,
г. п. Оболь, Витебская обл., Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрена возможность утилизации осадков химводоподготовки, выполнены исследования свойств керамических кирпичей с добавлением осадков. Выполнено прогнозирование прочностных свойств керамического кирпича с отощающими добавками на основе осадков химводоподготовки.

Ключевые слова: керамический кирпич, техногенные продукты, осадки химводоподготовки, свойства, водопоглощение, морозостойкость, предел прочности.

Одной из важнейших мировых проблем является загрязнение окружающей среды промышленными отходами, которые засоряют окружающую среду и оказывают на неё неблагоприятное экологическое воздействие. Актуальным и перспективным использованием таких отходов является их переработка и использование как добавки к схожим по химическому составу материалам.

Так, например, К. В. Решетниковой и М. А. Ращупкиной было рассмотрено регулирование свойств силикатного кирпича введением тонкодисперсных добавок. Преимуществом данной технологии является также экологический эффект от применения промышленных отходов взамен природных материалов, на 25–30 % меньшая плотность в сравнении с традиционным силикатным кирпичом и, соответственно, лучшие теплозащитные свойства, а также более низкой ценой кирпича. [1]

В исследованиях Н. К. Скрипниковой и В. Ю. Юрьева были выявлены, что прочностные характеристики полученных керамических изделий возрастают с повышением дисперсности алюмосиликатных соединений, представленных в виде золошлаковых отходов. [2]

Целью работы является изучение влияния добавок в керамическом кирпиче. В качестве отощающих добавок в смесь использовались осажденные техногенные продукты (осадки химводоподготовки).

Техногенные продукты, образующихся при химической водоподготовке на ТЭЦ, а также в процессе водоподготовки на станциях обезжелезивания, представляют собой влажную массу тёмно-коричневого цвета. В зависимости от времени года и места образования отходы содержат от 5 до 35 % влаги могут иметь незначительно различающийся состав [3]. Перед внесением в глинистое сырье для подсушивания и стабилизации состава обычно «вылеживаются» на территории завод в течение 3–4 месяцев. Содержание оксидов определялось по ГОСТ 2642–97, ГОСТ 21216–2014. Оксидный состав осадков химводоподготовки для изготовления керамического кирпича перед добавлением в керамическую смесь по массе: SiO₂ – 0,24 %, Al₂O₃ – 0,64 %, Fe₂O₃ – 1,77 %, FeO – 2,85 %, TiO₂ – 0,03 %, CaO – 47,66 %, MgO – 2,26 %, Na₂O – 0,2 %, K₂O – 0,08 %, потери при

прокаливании – 44,15 %.

Исследование гранулометрического состава осадков химводоподготовки проводили методом сухого просеивания набором сит, аттестованных РУП «БелГИМ» в соответствии с МА. МН 63–98 «Сита лабораторные строительные». Погрешность метода составляет 5–7 относительных процентов. Размер частиц (остаток на сите) 0,1 мм – 21,5 %; 0,1 мм – 11,1 %; 0,2 мм – 22,9 %; 0,5 мм – 13,1 %; 1,0 мм – 9,6 %; 2,0 мм – 20,3 %.

При изготовлении образцов изделий (керамического кирпича) осадки смешивались с глиной в количестве 5, 10, 15, 20, 25 % от общей массы смеси. Общее процентное содержание глины и осадков в смеси не превышало 76 %. Помимо того, в смесь добавлялись песок 15 % и шамот 5 %. Полученные образцы в целях оценки соответствия требованиям ТНПА проверялись на водопоглощение, морозостойкость, прочность на сжатие и прочность на изгиб.

Перед испытанием на водопоглощение образцы предварительно высушивались до постоянной массы в электрошкафу при температуре 105 ± 5 °С. Далее их укладывали в ёмкость и выдерживали в воде 48 ч. После насыщенные водой образцы вынимали из резервуара, обтирали влажной тканью и взвешивали. После взвешивания образцы были снова высушены до постоянной массы.

Водопоглощение образцов определяется по формуле

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \times 100,$$

где m_1 – масса образца, насыщенного водой, г; m – масса образца, высушенного до постоянной массы, г. Результаты проверки образцов приведены в таблице 1.

Проведенные испытания образцов на морозостойкость показали, что средняя морозостойкость около 20 циклов, при этом стоит отметить, что на некоторых образцах наблюдалось шелушение.

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов на водопоглощение, %

Номер испытания	Содержание добавок, %				
	5	10	15	20	25
1	16,1	15,9	16	15,8	15,6
2	16,1	16,2	16,1	16,1	15,7
3	16,2	16,1	16	15,9	15,9
4	16,3	15,9	16	15,8	15,7
5	16,2	16	15,9	15,7	15,6

Перед началом испытания на сжатие были нанесены вертикальные осевые линии на боковые поверхности образца, далее его устанавливали в центре плиты пресса, совмещая геометрические оси образца и плиты, и прижимали верхней плитой пресса. Нагрузка на образец возрастала непрерывно и равномерно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 20–60 с после начала испытания.

Предел прочности при сжатии $R_{сж}$ (МПа), образца определяется по формуле

$$R_{сж} = \frac{P}{F},$$

где P – наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, МН; F – площадь поперечного сечения образца, вычисляемая как среднее арифметическое значение площадей верхней и нижней его поверхностей. Данные испытаний образцов на предел прочности при сжатии представлены на рисунке 1.

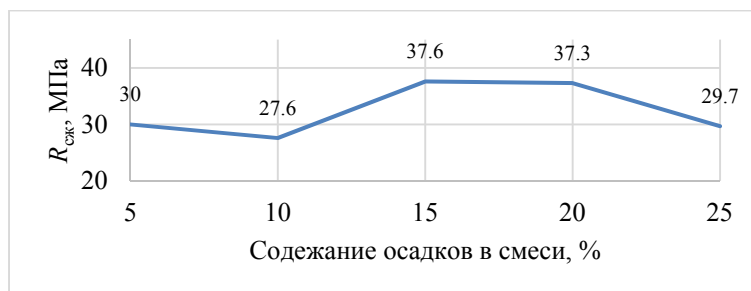


Рисунок 1 – Зависимость значений пределов прочности на сжатие образцов в зависимости от содержания осадков в смеси

Для проверки пределов прочности на изгиб образец устанавливали на двух опорах прессы и прикладывали нагрузку в середине пролета и равномерно распределяли по ширине образца. Нагрузка на образце должна возрастать непрерывно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 20–60 с после начала испытания.

Предел прочности при изгибе $P_{изг}$ (МПа), образца определяется по формуле

$$P_{изг} = \frac{3 \cdot P \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2},$$

где P – наибольшая нагрузка, установления при испытании образца, МН; l – расстояние между осями опор, м; b – ширина образца; h – высота образца посередине пролета без выравнивающего слоя. Данные испытаний образцов на предел прочности на изгиб представлены на рисунке 2.

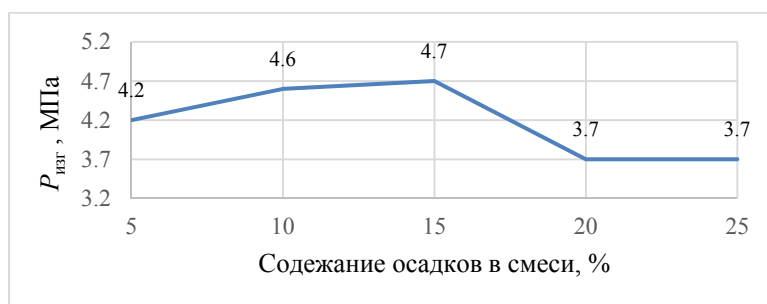


Рисунок 2 – Зависимость значений пределов прочности на изгиб образцов в зависимости от содержания осадков в смеси

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы. Применение техногенных продуктов химводоподготовки ТЭЦ возможно в качестве отощающего сырья при производстве керамического кирпича с целью замены основного сырья. Наиболее рациональное содержание продуктов химводоподготовки в исходной смеси составляет от 10 до 15 %. Помимо экономического эффекта при производстве керамического кирпича за счет использования осадков химводоподготовки можно улучшить экологическую обстановку на территории ТЭЦ.

Список использованных источников

1. Решетникова, К. В. Регулирование свойств силикатного кирпича введением тонкодисперсных добавок / К. В. Решетникова, М. А. Ращупкина // Архитектура, строительство, транспорт материалы Международной научно-практической конференции (к 85-летию ФГБОУ ВПО «СибАДИ»). – Омск, 2015. – С. 545–549.
2. Обжиговые строительные материалы с использованием отходов теплоэнергетики / Н. К. Скрипникова [и др.] // Инновационные технологии в машиностроении : сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции / Юргинский технологический институт. – Юрга, 2017. – С. 231–233.
3. Ковчур, А. С. Комплексное использование неорганических отходов водонасосных станций и теплоэлектроцентралей : монография / А. С. Ковчур [и др.]. – Витебск : УО «ВГТУ», 2018. – 161 с.

УДК 621.001.63, 621.81:539.4

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДНЕЙ СЕКЦИИ СТРЕЛЫ КРАНО-МАНИПУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТИПА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Хмельёв К.Г., маг., Ольшанский В.И., проф., Махаринский Ю.Е., доц.

*Витебский государственный технологический университет
г. Витебск, Республика Беларусь.*

Реферат. В статье рассмотрена последовательность синтеза конструкции секций стрелы крано-манипуляторной установки.