

задании А21, а в ЕГЭ это разные тесты 19 и 20, это способствует абитуриенту более осознанно и правильно выбирать ответ. Термохимические уравнения и расчеты по ним в ЕГЭ (тест 26) более простой, чем в ЦТ (тест В10) расчетная задача с достаточным уровнем сложности. Тесты по ОВР 36 ЕГЭ и А26 ЦТ даны без указания продуктов реакции, надо указать восстановитель и окислитель или выбрать процессы окисления и восстановления, или указать коэффициенты перед продуктами окисления или восстановления.

Все тесты В ЦТ одного типа (вида) по определенной теме с одинаковым уровнем сложности, что делает их равноценными для всех абитуриентов. Если сравнить задачи 39,40 в ЕГЭ, которые могут быть нестандартными на первый взгляд, но с химическим подходом, а не с математическими особыми подходами, как ЦТ В10, В11. Химия использует математические возможности для решения задач, но химические компетенции должны быть на первом месте.

Отдельными тестами А в ЦТ представлены углеводы, аминокислоты и пептиды, реакции полимеризации и/или поликонденсации. Тесты по сравнению кислотных свойств спиртов, фенолов и карбоновых кислот, или как цепочки превращений в получении многоатомных спиртов А32 или сложных эфиров А35.

Электронное строение углерода в различных видах гибридизации с характеристиками валентного угла, длин связи, расположения в пространстве представлено тестом А30.

В ЕГЭ, к сожалению, нет теста по определению первичных, вторичных, третичных, четвертичных атомов углерода. Эти знания важны для определения структуры спиртов, а в дальнейшем для сравнения продуктов окисления – альдегидов и кетонов.

Хорошие результаты ЕГЭ и ЦТ будут достигнуты, если абитуриенты учатся при подготовке как особенности в каждой из программ, так и содержание вопросов тестов.

#### Список использованных источников

1. Соколова, Т. Н. Сравнение химических компетенций в программах для абитуриентов / Т. Н. Соколова, Г. Н. Дрюкова // Материалы докладов 49 Международной научно - технической конференции преподавателей и студентов: в 2 т. / УО «ВГТУ». - Витебск, 2016. - Т. 1. - С. 310-312.
2. «Программа вступительных испытаний по учебному предмету «Химия» для лиц, имеющих общее и среднее образование, для получения высшего образования I ступени и (или) среднего специального образования, 2016 год» утверждена приказом Министра образования Республики Беларусь от 30.10.2015 № 817.
3. «Программа по химии для поступающих в вуз» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://himiamvteste.narod.ru/abitura.html>. – Дата доступа: 10. 03. 2016.
4. Централизованное тестирование. Химия: сборник тестов / Респ. ин-т контроля знаний Министерства образования Республика Беларусь. – Минск: Авэрсев, 2016. - 47 с.
5. Савинкина, Е.В. Химия 50 вариантов экзаменационных работ для подготовки к единому государственному экзамену / Е. В. Савинкина, О. Г. Живейнова. - Москва: АСТ Астрель, 2016. - 320 с.

УДК 691

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ КЕРАМИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ковчур С.Г., проф., Гречаников А.В., доц.,  
Ковчур А.С., доц., Тимонов И.А., доц.

Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь

**Реферат.** В статье рассмотрены вопросы влияния вложения неорганических железосодержащих отходов на свойства и структуру керамических материалов. Исследовано влияние содержания в исходном сырье железосодержащих неорганических отходов на процессы структурообразования, происходящие в керамических строительных материалах.

**Ключевые слова:** керамический кирпич, керамическая плитка, неорганические отходы теплоэлектроцентралей, физико-механические свойства кирпича.

Рациональное использование природных ресурсов в настоящее время приобретает особое значение. Решение этой актуальной народнохозяйственной проблемы предлагает разработку эффективных безотходных технологий за счёт комплексного использования сырья, что одновременно приводит к ликвидации огромного экологического ущерба, оказываемого хранилищами отходов. Большинство отходов промышленного производства отходами не являются, поскольку могут заменить природные ресурсы, а во многих случаях по своим качественным показателям являются уникальным сырьём [1,2]. Годовой экономический ущерб от загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления оценивается на уровне 10 % ВВП. Наиболее рациональным направлением утилизации промышленных отходов является их использование как техногенного сырья при получении продукции строительного назначения. Важнейший резерв ресурсосбережения в строительстве – использование вторичных материальных ресурсов, которыми являются отходы производства. Одно из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов – их использование в производстве строительных материалов, что позволяет удовлетворить потребности в сырье до 40 %. Применение отходов промышленности позволяет на 10 – 30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с их производством из природного сырья [3].

В качестве сырья для производства керамических строительных материалов (керамический кирпич, керамическая плитка для наружной отделки) используются смеси различных материалов: глинистые материалы, которые обеспечивают пластичность влажной массы, необходимую для формовки заготовок плитки; кварцевое сырье – в основном кварцевый песок, который образует «скелет» керамического изделия, то есть выполняет структурную функцию, необходимую для того чтобы ограничить и контролировать изменение размеров изделия, неизбежное при сушке и обжиге; материалы, содержащие полевые шпаты (алюмосиликаты натрия, калия, кальция и т.д.) или карбонаты (в частности, кальция), благодаря которым при обжиге достигается нужная вязкость, которая обеспечивает стекловидную и плотную структуру готового изделия.

Керамическую плитку для внешней отделки (улицы, фасады) изготавливают пластическим способом (из тестообразной массы с помощью тепловой обработки - под давлением глину дробят, затем направляют в глиносмеситель, где она перемешивается с добавками до получения однородной пластичной массы). Неорганические отходы станций обезжелезивания по своему химическому составу и техническим свойствам близки к глинистому сырью и имеют ряд преимуществ (предварительная термическая обработка, повышенная дисперсность), их применение в производстве строительных материалов является одним из основных направлений снижения материоёмкости этого производства.

Для изготовления керамических строительных материалов применяется глинистое сырьё. Глинистая порода светло-коричневого цвета. Структура – крупнодисперсная, легко поддаётся дроблению, хорошо размокает в воде, бурно вскипает, обработанная 10 % раствором HCl. В таблице 1 приведён состав легкоплавкой глины.

Таблица 1 – Состав легкоплавкой глины

Компонент	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	примеси
Доля в масс %	55,70	14,00	6,07	0,68	7,23	2,40	0,15	1,45	2,83	9,49

По содержанию основных химических составляющих глинистая порода должна состоять из: диоксида кремния SiO<sub>2</sub> – не более 85 % по массе, в том числе свободного кварца – не более 60 %; суммы оксидов алюминия и титана (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub>) – не менее 7 %; суммы оксидов кальция и магния (CaO + MgO) – не более 20 %; суммы оксидов железа (FeO + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) – не более 14 %; суммы оксидов калия и натрия (K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O) – не более 7 %; суммы соединений серы в пересчёте на SO<sub>3</sub> – не более 2 %. Содержание в глинистой породе тонкодисперсной фракции менее 1 мкм должно быть около 15 %, фракции менее 10 мкм – не более 30 % по массе, содержание фракции 0,01-0,05 мм не регламентируется. Содержание в глинистой породе крупнозернистых (размером частиц свыше 0,5) включений не должно превышать 5 % по массе. Водопоглощение, характеризующее спекаемость,

должно быть не менее 8 %. Глинистое сырьё должно обеспечивать механическую прочность керамических строительных материалов не ниже 75.

Неорганические отходы ТЭЦ могут служить в качестве отщающих добавок при производстве керамической плитки и других строительных материалов на основе глинистых пород. Отщающая добавка необходима для уменьшения выхода трещиноватого сырца. В качестве отщающих добавок чаще всего используют шамот (молотый кирпич с фракциями от 0,5 до 5 мм) или керамзиты в количестве от 12 до 18 % (масс.). Отщающая добавка уменьшает пластичность глины, связывает воду, в результате изделие легче формуется, улучшается технологический процесс и повышается качество продукции. Использование отходов ТЭЦ в составе исходного сырья позволяет производить облицовочные керамические строительные материалы без дополнительного введения в глину шамота. Оптимальное содержание железосодержащих отходов ТЭЦ зависит от пластичности применяемого глинистого сырья. В среднепластичные глины можно добавлять отходы в количестве 25 – 35 % (масс.), в умеренно пластичные: 20 – 25 %, в малопластичные: 20 – 25 % [4].

Неорганические отходы теплоэлектроцентралей по своему химическому составу и техническим характеристикам близки к глинистому сырью и имеют ряд преимуществ (предварительная термическая обработка, повышенная дисперсность), их применение в производстве строительных материалов является одним из основных направлений снижения материалаёмкости этого многотоннажного производства.

Проведённые предварительные исследования по замене традиционных отщающих добавок неорганическими железосодержащими отходами показали, что при использовании этих отходов качество продукции не ухудшается.

Для производства экспериментальной партии керамической плитки и проведения дальнейших исследований были подготовлены 3 состава керамической массы (таблица 2). Керамическую массу готовили пластическим способом при влажности 18–20 %, из которой формировали плитку, а затем обжигали при температуре 1050 °C [5].

Таблица 2 – Составы керамической плитки для внешней отделки

Компонент	Содержание компонентов, масс. %		
	Состав 1	Состав 2	Состав 3
Легкоплавкая глина	90	50	70
Неорганические отходы ТЭЦ	10	20	30

На рентгеновском дифрактометре D8 Advance Bruker AXS (Германия) изучена кристаллическая структура образцов плитки. На сканирующем электронном микроскопе JSM-5610LV с системой химического анализа EDX JED-2201 (SEOL, Япония) изучен химический состав и микроструктура образцов.

Гранулометрический состав легкоплавкой глины: 0,5 – 0,063 мм – 9,7 %; 0,063 – 0,01 мм – 25,39 %; 0,01 – 0,005 мм – 18,95 %; 0,005 – 0,001 мм – 23,32 %; менее 0,001 мм – 22,55 %.

Гранулометрический состав неорганических отходов ТЭЦ: 5 – 3 мм – 2,5 – 7 %; 3 – 2 мм – 10 – 20 %; 2 – 1 мм – 20 – 40 %; 2 – 0,5 мм – 10 – 0,5 %; 0,5 – 0,25 мм – 5 – 20 %; менее 0,25 мм – 30 – 13,5 %.

Анализируя данные установлено, что с увеличением процента вложения неорганических железосодержащих отходов снижается содержания  $\text{SiO}_2$  (47,7641 до 39,3959 масс.% соответственно) и увеличивается содержания  $\text{FeO}$  (12,5671 до 15,1958 масс.% соответственно). Снижение содержания  $\text{SiO}_2$  связано с уменьшением количества исходной глинистой породы в составе сырья. Увеличение процента вложения отходов приводит также к увеличению содержания  $\text{CaO}$  (12,6099 до 20,8187 масс.% соответственно). Микроструктура образов показывает, что увеличение содержания железосодержащих отходов в составе для изготовления плитки приводит к появлению более гранулированной структуры. Эффективности добавок отходов зависит от их дисперсности и зернового состава. Мелкозернистая добавка неорганических отходов, ухудшая сушильные свойства сырца, вместе с тем повышает прочность готовых изделий, спекаясь с глинистой породой при обжиге. Как отщающая добавка шлам продувочной воды наиболее эффективен при максимальном размере зёрен и при содержании фракции менее 0,3 мм не более 5 %. Неорганические отходы ТЭЦ улучшают гранулометрический состав сырья [5].

#### Список использованных источников

1. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2015 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2016. – 363 с.

2. Гречаников, А. В. Керамические строительные материалы с использованием неорганических отходов станций обезжелезивания и ТЭЦ / А. В. Гречаников, А. П. Платонов, С. Г. Ковчур // Инновации. Инвестиции. Перспективы : материалы междунар. форума, Витебск 19–20 марта 2015 г. – Витебск : Витебский областной центр маркетинга, 2015. – С. 61–62.
3. Гречаников, А. В. Изготовление строительных материалов с использованием промышленных отходов / А. В. Гречаников, А. А. Трутнёв // Стройиндустрия. Инновации в строительстве. – 2013 : Сб. матер. науч.-практ. конф. ККУП «Витебский областной центр маркетинга», Витебск, 25–27 апр. 2013 г. – Стройаналитик. – 2013. – С.48–49.
4. Платонов, А. П. Изготовления керамического кирпича с использованием промышленных отходов / А. П. Платонов, А.В. Гречаников, А.С. Ковчур, С.Г. Ковчур, П.И. Манак // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2015. – № 28. – С. 128–134.
5. Ковчур, С. Г. Использование неорганических промышленных отходов при производстве тротуарной плитки / С. Г. Ковчур, А. В. Гречаников, А.А. Трутнёв // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления : матер. докладов Междунар. науч.-техн. конф. БГТУ, Минск, 19–21 октября 2016 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2016. – С. 143–145.

УДК 697.922.2

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНО ОТАПЛИВАЕМЫХ И АКТИВНО ВЕНТИЛИРУЕМЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Широкова О.Н., ст. преп., Липко В.И., доц.

Полоцкий государственный университет,

г. Новополоцк, Республика Беларусь

Реферат. Отопительно-вентиляционная система относится к отопительно-вентиляционной технике и может быть использована для энергоресурсоэффективного тепловоздухоснабжения малоэтажных зданий коттеджного типа с вторичным использованием теплоты бытовых тепловыделений, трансмиссионной теплоты, теряемой зданием через наружные ограждения, теплоты выбрасываемых газов от отопительного котла, теплоты удалаемого вытяжного воздуха, а также природной теплоты солнечной радиации.

Ключевые слова: экология, рекуперация, энергосбережение, тепловоздухоснабжение.

Комбинированное устройство приточно-вытяжной вентиляции здания включает газоход котла (печи), выполненный из жаропрочной стальной трубы и открывающийся сверху в атмосферу. Газоход котла (печи) расположен соосно внутри воздухопроводящего канала, предназначенного для забора наружного приточного вентиляционного воздуха в нижней части через воздухоприточный патрубок с регулируемой жалюзийной решёткой, соединённый со щелевым каналом, образованным навесным вентилируемым светопрозрачным фасадом и наружными поверхностями вертикальных наружных ограждающих конструкций. Под потолком каждого этажа здания воздухопроводящий канал открывается в вентилируемые помещения через приточные патрубки с регулируемыми жалюзийными решётками. Воздухопроводящий канал приточного вентиляционного воздуха с внешней стороны соосно окружён вытяжным вентиляционным каналом, который открыт в каждое вентилируемое помещение через вытяжные патрубки с регулируемыми жалюзийными решётками, снизу канал открыт в помещение котельной с герметичными наружными ограждающими конструкциями.

Конструктивно-технологическая схема комбинированного устройства приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией тепловых выбросов малоэтажных зданий коттеджного типа с индивидуальными отопительными котлами и навесными вентилируемыми светопрозрачными фасадными системами позволяет более экономично расходовать тепловую и электрическую энергию, существенно снизить расход топлива, капитальные и