

Отзыв официального оппонента
на диссертацию Кетова Петра Александровича
«Минимизация негативного воздействия на окружающую среду отходов
стекла путем использования в строительстве»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.36 – Геоэкология (в строительстве и ЖКХ)

Актуальность диссертационной работы П.А. Кетова, имеющей целью предотвращение техногенного воздействия на окружающую среду отходов стекла, не вызывает сомнения. Научное обоснование рационального использования стеклобоя как вторичного ресурса с разработкой новых технических решений позволяет предотвратить загрязнение почв, вовлечь отходы стекла в ресурсный цикл и получить экологически безопасные материалы для строительной отрасли. Тема диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.36 – Геоэкология, пункту 5.16 «Технические средства, технологии и сооружения для локализации и ликвидации негативных природных и техногенных воздействий на окружающую среду при осуществлении строительной и хозяйственной деятельности».

Первая глава диссертации представляет собой литературный обзор по тематике работы. Рассмотрены вопросы образования стеклобоя в качестве компонента твердых отходов городского хозяйства, в том числе твердых коммунальных отходов (ТКО), и его накопления в объектах окружающей среды, ресурсный потенциал и методы вторичного использования отходов стекла. Подробно освещены ионообменные и вяжущие свойства мелкодисперсных стекол, процессы, протекающие при высокотемпературной обработке отходов стекла, специфика переработки свинецсодержащих силикатных стекол. Сделан вывод о необходимости разработки технологии переработки отходов стекла в экологически безопасный материал, обладающий высокой добавленной стоимостью. Определены основные направления исследований, основанные на ионообменных свойствах стекла и его пиропластичности.

Во второй главе дана оценка экологической техногенной нагрузки, формируемой отходами стекла, которая складывается из загрязнения почв выщелачиваемыми из стекла компонентами и выведением земель из хозяйственного оборота при отсутствии вторичной переработки отходов. Расчет вреда произведен в соответствии с «Методикой исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды» и составил для натрий-кальциевого стекла 5200 руб./т, для свинецсодержащего стекла 7800 руб./т. Для оценки эмиссии ионов, а также возможности создания вяжущих композиций исследованы ионообменные свойства натрий-кальциевых и свинецсодержащих стекол. Показано, что количество выщелачиваемых ионов натрия зависит от типа стекла, дисперсности порошка, кислотности среды и существенно выше количества ионов калия и кальция. Определена эмиссия ионов натрия в условиях, близких к условиям полигона ТКО, равная 7 г/т

стеклобоя. Изучено выщелачивание свинца из свинецсодержащих стекол в нейтральных, кислых и щелочных растворах.

В третьей главе показано, что ионно-модифицированное натрий-кальциевое и свинецсодержащее стекла высокой дисперсности могут участвовать в золь-гель процессе отверждения композиции дисперсного стекла и жидкого стекла. Структура материалов и прочностные характеристики позволяют сделать вывод о возможности создания вяжущих композиций с высокими структурно-механическими свойствами на основе отходов стекла.

Четвертая глава посвящена исследованию физико-химических и макро-структурных превращений при термообработке композиционных материалов. С использованием комплекса физико-химических методов анализа (термогравиметрический и рентгенофазовый анализы, электронная микроскопия) рассмотрен механизм процессов, протекающих при получении вяжущих композиций из отходов стекла. Показано, что термообработка композиционных материалов при 720-850°C приводит к вспениванию материала парами воды и формированию стеклокристаллических материалов пористой структуры. Добавление углерода в количестве до 0,5 масс. % приводит к существенному снижению плотности получаемого материала за счет дополнительного газовыделения при окислении углерода парами воды. Установлено, что количество ионов, выщелачиваемых из материалов, полученных из натрий-кальциевого и свинецсодержащего стекла, не представляет опасности для окружающей среды.

В пятой главе предложены основные технологические операции получения ячеистого стеклокристаллического материала из отходов стекла, включающие измельчение отходов стекла, затворение порошковой смеси раствором жидкого стекла, отверждение композиции, термообработку заготовок, калибровку полученных изделий. С целью утилизации отхода калибровки – пенокристаллического щебня – выполнен комплекс исследований по изготовлению из него плитного ячеистого материала. Определены кажущаяся плотность и прочность на сжатие полученных образцов. Предложена технологическая схема переработки отходов стекла с получением ячеистой стеклокерамики и изделий из нее по ТУ 5752-001-13572436-2014. Имеется акт об опытном внедрении ячеистого стеклокристаллического материала.

Диссертация П.А. Кетова содержит новые научные результаты по оценке ущерба, наносимого окружающей среде отходами стекла, созданию вяжущих композиций с высокими структурно-механическими свойствами на основе отходов стекла, разработке технологий и технических решений по утилизации различных видов стеклобоя. Научная новизна работы заключается в установлении структуры и масштаба экологической техногенной нагрузки, формируемой отходами стекла при размещении в окружающей среде, определении специфичных ресурсных свойств стеклобоя - выщелачиваемости в дисперсном состоянии и термопластичности, научном обосновании возможности получения экологически безопасного ячеистого стеклокристаллического материала из отходов стекла.

Практическая значимость разработанных технических решений подтверждена актом внедрения и 4 патентами Российской Федерации.

Научные положения диссертационной работы, вынесенные на защиту, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы и аргументированы. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений и обеспечивается применением современных приборных комплексов и аналитических методов.

Замечания по диссертации.

1. На стр. 35 имеется текст, изложенный ранее на стр. 34.

2. Интерпретация данных рисунка 1.1 по размерам частиц стекла (менее 5 мм) не совпадает с размерностью частиц стекла на рисунке, выраженной в см.

3. Во второй главе не приведены значения концентрации Na_2O в различных типах исходных стекол.

4. На стр. 61 приведено значение количества ионов натрия, выщелачиваемых дистиллированной водой, 0,007 мг/г стекла, на стр. 72 0,5-0,7 мг/г, а на стр. 59 – 1,622 мг/г для чистой воды и 2,263 мг/г для 0,1 М раствора соляной кислоты.

5. Непонятно, почему в опытах по длительному выщелачиванию количество вымываемых ионов натрия одинаково для дистиллированной воды и буферного раствора с $\text{pH}=4,8$ (стр. 61), в то время как на стр. 57 указано, что скорость и глубина выщелачивания существенно зависят от кислотности раствора.

6. В выводах по главе 3 приведены численные данные об ионообменной активности натрий-кальциевого и свинецсодержащего стекол, которые отсутствуют в тексте главы.

7. В тексте диссертации имеются опечатки, грамматические и синтаксические ошибки (например, стр. 28, 36, 39, 54, 105 и др.).

Высказанные замечания не препятствуют общей высокой оценке диссертации.

Диссертационная работа П.А. Кетова написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Основные результаты работы апробированы на научно-технических конференциях и опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Публикации включают 12 статей и 4 патента РФ.

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе по направлению «Техносферная безопасность» на кафедре «Охрана окружающей среды» ПНИПУ.

Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертации.

Диссертация П.А. Кетова является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Диссертационная работа соответствует критериям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Кетов Петр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (в строительстве и ЖКХ).

Научный руководитель ФГБУ УралНИИ «Экология»,
доктор технических наук, профессор

Б.Е. Шенфельд

05 февраля 2019 г.

Шенфельд Борис Евгеньевич, научный руководитель Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем», доктор технических наук, профессор.

Докторская диссертация защищена по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ.

614039, г. Пермь, Комсомольский пр., 61а,

тел.: +7 (912) 885-29-27, e-mail: shenfeld@ecology.perm.ru

Подпись Шенфельда Б.Е. заверяю

Начальник отдела по правовому и кадровому обеспечению
ФГБУ УралНИИ «Экология»

Е.В. Симакова

