

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
Пермского национального
исследовательского политехнического
университета,
доктор технических наук, профессор



Коротаев Владимир Николаевич

« 14 » сентября 2018 г.

М.П.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

Диссертация «Минимизация негативного воздействия на окружающую среду отходов стекла путем использования в строительстве» выполнена на кафедре «Охрана окружающей среды».

В период подготовки диссертации соискатель Кетов Петр Александрович обучался в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» на кафедре «Охрана окружающей среды». В настоящее время работает в должности ведущего инженера-эколога автономной некоммерческой организации «Испытательный центр «НОРТЕСТ».

В 2011 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» по специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов». Прошел заочное обучение в аспирантуре ПНИПУ с 1.11.2011 по 31.10.2016 по специальности 03.02.08 – Экология.

Научный руководитель – доктор медицинских наук, профессор Вайсман Яков Иосифович, работает научным руководителем кафедры «Охрана окружающей среды».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем: в постановке цели и задач диссертации, в проведении лабораторных исследований, обобщении и верификации полученных результатов, разработке основных положений, определяющих научную новизну, выносимую на защиту и практическую значимость работы, разработке методов переработки техногенных отходов

стекла и оценке ресурсного потенциала отходов; разработке и обосновании экологически безопасной технологии утилизации техногенных отходов стекла с получением ячеистого стеклокристаллического материала, соответствующего принципам зеленого строительства; обосновании алгоритма разработки экологически безопасного строительного материала на основе или с добавлением отходов производства и потребления; разработке и обосновании экологически безопасной технологии вторичного использования стеклокристаллического материала и его переработки по окончании жизненного цикла здания; в проведении работ по практическому использованию результатов диссертационного исследования при опытном внедрении технологии переработки отходов стекла в стеклокристаллический материал; подготовке публикаций по материалам диссертационной работы.

2. Степень достоверности результатов проведенных исследований обеспечивается применением современных методов исследований и анализа, результатами экспериментов, выполненных по общепринятым методикам. При разработке методики экологически обоснованной переработки отходов стекла использованы апробированные положения и предпосылки. При получении новых данных и испытаниях новых составов использовалось необходимое число измерений, обеспечивающих получение результатов, находящихся в интервале доверительной вероятности 0,95.

3. Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- Установлены структура и масштабы экологической техногенной нагрузки, формируемой отходами стекла при размещении в окружающей среде. Выявлено, что структура экологической нагрузки состоит из трех основных составляющих: выведении из хозяйственного оборота земель, занятых под складирование не утилизируемых остатков отходов стекла; загрязнения почв и водных объектов компонентами, выщелачиваемыми из отходов стекла; ограничением природопользования в результате засорения травмоопасными осколками стекла объектов окружающей среды.
- Определены специфические ресурсные свойства стеклобоя, такие как выщелачиваемость в дисперсном состоянии и термопластичность, отличающие его от других отходов. Эмиссия ионов натрия из отходов натрий-кальциевого силикатного стекла при дисперсности стекла менее 0,04 мм достигает 0,5-0,7 мг Na⁺ на грамм стекла. Показано, что силикатное свинецсодержащее стекло при дисперсности менее 0,063 мм в нейтральной среде выделяет 1,1 мг свинца (II) на грамм стекла, в щелочной среде до 7,5 мг свинца (II) на грамм стекла и 6,5 мг свинца (II) на грамм стекла в кислой среде. Доказано, что химической активности дисперсного стекла, выраженной в выщелачивании поверхности, достаточно для создания вяжущих композиций и их отверждения.
- Впервые доказано, что вспенивающим агентом при получении

ячеистого материала из отходов стекла в термопластичном состоянии могут быть пары воды. Установлен факт газовыделения в интервале температур 720-820°C. Экспериментально доказана возможность получения ячеистого материала из вторичных отходов стекла вместо первичного специального стекла. Выявлены условия получения ячеистого стеклокристаллического материала с кажущейся плотностью 160-500 кг/м³ и частичной кристаллизации материала. Впервые изучены физические свойства ячеистого стеклокристаллического материала, получаемого из несортowego стеклобоя (кажущаяся плотность, прочность, теплопроводность) и установлено их соответствие требованиям, предъявляемым к строительным теплоизоляционным материалам, аналогичным пеностеклу.

- Доказана возможность получения из отходов стекла экологически безопасного для геосферы материала, количество выщелачиваемых компонентов из которого находится ниже предела обнаружения. Получение ячеистого материала из отходов стекла позволяет исключить их размещение в окружающей среде и снизить применение первичных природных ресурсов.

4. Практическая значимость исследования

Результаты научных исследований использованы при научном обосновании способов снижения негативного влияния на геосферные оболочки Земли от стеклобоя и рационального использования отходов стекла в качестве вторичных материальных ресурсов для нужд строительной отрасли:

- исследованы процессы образования и накопления отходов стекла, особенности формирования экологической техногенной нагрузки при их размещении в окружающей среде, выявлен комплексный характер ущерба от размещения стеклобоя в окружающей среде;

- определен ущерб от размещения не утилизируемых отходов стекла, который составляет при расчете по стандартной методике для натрий-кальциевого стекла 5200 рублей на тонну, для свинецсодержащего стекла размер ущерба составляет 7800 рублей на тонну;

- разработана технология вяжущих композиций на основе тонкодисперсных отходов стекла различных видов и щелочно-силикатного вяжущего, позволяющая получать материалы с прочностью на сжатие до 80-90 МПа, применимые для производства бетонов или ячеистых материалов после термообработки;

- предложены технические решения и найдены составы для направленного изменения вяжущих композиций на основе тонкодисперсных отходов стекла для получения ячеистых материалов с плотностью от 180 кг/м³ до 550 кг/м³ термообработкой при температуре 720-850°C;

- разработана технология производства ячеистых стеклокристаллических изделий из вторичного сырья - отходов стекла, без использования серосодержащих компонентов, характерных для производства из первичного сырья аналогичного материала – пеностекла, по известным

технологиям;

- предложены технические решения рециклинга полученного ячеистого стеклокристаллического материала в производстве строительных теплоизоляционных изделий;

- по результатам работы получено четыре патента РФ, два из которых положены в основу проектируемых производств;

- результаты работы используются в учебном процессе по направлению «техносферная безопасность» на кафедре «Охрана окружающей среды» ПНИПУ;

- разработаны Технические условия – «Ячеистая стеклокерамика и изделия из нее «ТеплоСтек» ТУ 5752-001-13572436-2014 от 05.02.2014 г. утвержденные ООО «ТеплоСтек». Проведена промышленная апробация разработанных предложений по производству из отходов стекла ячеистых стеклокристаллических блоков. Выпущена опытная партия ячеистых стеклокристаллических блоков;

- экономический эффект от использования материала при строительстве пилотного объекта - индивидуального жилого дома, составил 7200 рублей на кубометр материала или суммарно 468 тысяч рублей.

5. Ценность научных работ, полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 12 работах, из которых 2 статьи в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (перечень ВАК), на соискание ученой степени доктора наук и 3 статьи в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Chemical Abstracts, Scopus, Springer, Web of Science; получено 3 патента на полезную модель и 1 патент на изобретение РФ (общий объем публикаций 1,83 печатных листа, из них авторских 0,75 печатных листа).

1. Бубенков О.А., Кетов А.А., Кетов П.А., Кетов Ю.А., Лобастов С.В. Синтез мелкогранулированного пеностеклянного материала из природного аморфного оксида кремния с наноразмерной пористостью // Нанотехнологии в строи-тельстве: научный Интернет-журнал. – www.nanobuild.ru. - 2010. - № 4. - С. 19-26 (0,44 п.л., авт. 0,19 п.л.) (**Chemical Abstracts, Web of Science**).

В работе представлены результаты исследования формирования ячеистой структуры материала при вторичном использовании отходов стекла при производстве строительного материала.

2. Vaisman Ya.I., Ketov A.A., Ketov P.A. Production of Foamed Materials from Synthesized Silicate // Russian Journal of Applied Chemistry. - 2013. - Vol. 86. - № 7. - pp. 952–957 (0,38 п.л., авт. 0,13 п.л.) (**Chemical Abstracts, Scopus, Springer, Web of Science**).

В работе показано, что при формировании полисиликатной связки между частицами дисперсного стекла термообработка полученного материала приводит к формированию ячеистой структуры продукта в условиях термопластичности. Установлено, что дисперсное стекло,

используемое как наполнитель в силикатной матрице слабо влияет на структурно-механические свойства получаемого продукта, что позволяет утилизировать описываемым методом различные виды отходов стекла.

3. Vaisman Y.I., Ketov A.A., Ketov P.A. The Scientific and Technological Aspects of Foam Glass Production // Glass Physics and Chemistry. - 2015. - V. 41. - № 2. - pp. 157-162. (0,51 п.л., авт. 0,17 п.л.) (**Chemical Abstracts, Scopus, Springer, Web of Science**).

Определены специфичные ресурсные свойства стеклобоя, такие как ионообменная активность в дисперсном состоянии и термопластичность, отличающие его от других отходов. Установлены закономерности при получении композиционного материала из отходов стекла.

4. Кетов П.А. Переработка свинецсодержащих стекол в строительные материалы / Кетов П.А., Фукалова Н.И. // Экология и промышленность России.-2013.-№4.- С. 24-27. (0,25 п.л., авт. 0,13 п.л.) (**из перечня ВАК**).

Выявлено, что для натрий-кальциевого стекла ущерб определяется размещением отходов стекла и в нем отсутствует составляющая от загрязнения почв выщелачиваемым компонентом, то для свинецсодержащего стекла на величину ущерба влияют как ущерб от размещения отходов, так и ущерб от загрязнения почвы.

5. Кетов П.А. Кетов П.А., Фукалова Н.И. Загрязнение водных объектов свинцом (II) электроннолучевых трубок и вторичное использование свинецсодержащего стекла // Теоретическая и прикладная экология.- 2013.- №1.- С. 44-47. (0,25 п.л., авт. 0,13 п.л.) (**из перечня ВАК**).

Установлены структура и масштабы экологической техногенной нагрузки формируемой отходами стекла на объекты окружающей среды. Разработаны научные основы охраны окружающей среды от негативного воздействия отходов стекла и рационального использования стеклобоя, как вторичного материального ресурса.

6. Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите

Содержание диссертационного исследования, представленного Кетова Петра Александровича, соответствует паспорту научной специальности 25.00.36 - Геоэкология (строительство и ЖКХ), пункт 5.8. «Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных ресурсов Земли, санация и рекультивация нарушенных земель, ресурсосбережение и утилизация отходов производства и потребления, возникающих в результате строительной, хозяйственной деятельности и эксплуатации ЖКХ»; пункт 5.12. «Геоэкологическое обоснование безопасного размещения, хранения и захоронения ... отходов, ... или загрязненные химическими веществами.» и пункт 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».

Представленная Кетовым Петром Александровичем диссертационная

работа является прикладным исследованием, в котором изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение.

7. Соответствие содержания диссертационной работы требованиям, установленным п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней»

В диссертационной работе соискатель приводит ссылки на авторов и источники заимствованных материалов и отдельных результатов. Результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций, материалах конференций, соответствующие ссылки присутствуют в тексте диссертации.

Диссертационная работа Кетова Петра Александровича «Минимизация негативного воздействия на окружающую среду отходов стекла путем использования в строительстве» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 25.00.36 - Геоэкология (строительство и ЖКХ).

Заключение принято на заседании кафедры «Охрана окружающей среды» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Присутствовало на заседании 29 чел. Результаты голосования: «за» - 29 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 2 от 12.09.2018 г.

«12» сентября 2018 г.

Заведующий кафедрой
«Охрана окружающей среды»,
доктор технических наук,
профессор

Рудакова Лариса Васильевна

Секретарь кафедры
«Охрана окружающей среды»

Фомина Людмила Георгиевна