

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора химических наук, профессора кафедры технологии переработки пластмасс Российского химико-технологического университета имени Д.И.Менделеева Горбуновой Ирины Юрьевны на диссертацию Бурдонова Александра Евгеньевича «Композиционный материал на основе терморезактивных смол и золы уноса для теплоизоляции трубопроводов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

Актуальность темы диссертации

Известно, что в современных условиях создание и производство энергосберегающих строительных материалов является важнейшей задачей. Актуальность этой проблемы наиболее ярко выражена применительно к Российской Федерации. Длина теплопроводных систем теплоснабжения страны составляет 260 тысяч км. Из них порядка 60 тысяч км находятся в аварийном состоянии. Потери тепла при транспортировке достигают в среднем 60 %. Столь удручающее состояние в значительной степени определяется низкой эффективностью используемой теплоизоляции оборудования систем теплоснабжения или полным ее отсутствием.

Существует много проблем, связанных с рациональным использованием и сохранением природных ресурсов, в первую очередь их ограниченное количество. В связи с этим необходим переход к технологиям малоотходного производства, что сделает рассматриваемые в работе строительные материалы на основе вторичных ресурсов перспективным продуктом и с экономической и экологической точек зрения.

Работа посвящена исследованиям по разработке составов композиций и подбору технологических параметров производства полимерных

теплоизоляционных материалов из смеси реакционноспособных олигомеров с наполнением их отходами теплоэнергетики - золами уноса.

Диссертационная работа Бурдонова А.Е. выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК № 02.740.11.5080 «Разработка новых материалов на основе использования крупнотоннажных отходов», ГК № 14.132.21.1810 «Изучение закономерностей изменения структуры и свойств новых композиционных материалов на основе отходов производства под влиянием микро- и нанонаполнителей») и при поддержке АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2011 годы)» ГЗ № 3.2091.2011 от 11.01.12 г.

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, 5 глав, общих выводов и приложений, содержит 246 страниц текста, в том числе 37 рисунков, 55 таблиц, список литературы из 260 наименований.

Во введении сформулирована проблема и обоснована актуальность проводимых исследований, приведена краткая характеристика научной новизны и практической значимости работы.

В первой главе произведен анализ требований, предъявляемых к теплоизоляционным материалам, используемым для изоляции трубопроводов, приведена классификация дисперсных наполнителей, используемых при производстве композиционных материалов. Проанализированы наиболее распространенные виды наполненных пенопластов, а также влияние наполнителей на их структуру и свойства.

Во второй главе обоснован выбор основных компонентов, использованных в разработанных полимер-минеральных композициях, произведен анализ возможности использования зол уноса при производстве теплоизоляционных материалов.

В третьей главе разработаны основы технологии производства материалов на основе композиции фенолформальдегидных смол, минерального наполнителя и дополнительных компонентов. Оптимизированы составы композиций на основе фенолформальдегидных (смола А, смола Б, Красфор РF-23) и карбамидоформальдегидных (КФ-МТ-15) смол, зол уноса (ТЭЦ-9, ТЭЦ-6, У-И ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго»), а также активных вспомогательных компонентов (эмульгатор, газообразователь, отвердитель), и выявлены оптимальные составы материалов. Исследована возможность применения наполнителей разного химического состава и различных полимерных связующих. Представлены результаты оптимизации технологии изготовления опытной партии композиционных материалов.

В четвертой главе представлены результаты изучения физико-технических характеристик теплоизоляционного материала из разработанной полимер-минеральной композиции. Произведены анализ состава композитов с различным содержанием наполнителя и оценка их воздействия на окружающую среду. Изучены структурные особенности полимер-минерального материала методом электронной микроскопии. Приведены результаты санитарно-эпидемиологической оценки материала, определения группы горючести, распространения пламени и токсичности.

Пятая глава посвящена маркетинговым исследованиям вывода на рынок новых материалов. Представлены их конкурентные преимущества по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами. Определены перспективы применения изделий из разработанного теплоизоляционного композита.

Научная новизна исследования, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В ходе выполнения работы Бурдоновым А.Е. установлено влияние состава зол уноса ТЭЦ-9 г. Ангарск, ТЭЦ-6 г. Братск и Усть-Илимской ТЭЦ ОАО

«Иркутскэнерго» на процесс вспенивания фенолформальдегидной композиции. Использование золы уноса ТЭЦ-6, содержание оксида кальция в которой достигает 25 %, приводит к ингибированию процесса вспенивания и повышению содержания $\text{Ca}_9(\text{Al}_6\text{O}_{18})$ и SiO_2 . Также автором установлено, что при использовании данной золы и фенолформальдегидных смол образуются донорно-акцепторные связи между компонентами смеси, что приводит к образованию ряда новых химических соединений со связями Si-O, Si-C, Si-N.

Автором предложено использовать в составе композиции сочетание низкотемпературных физических газообразователей. Установлено, что введение смеси двух различных газообразователей – петролейных эфиров ПЭ (40-70) и ПЭ (70-100) с температурой кипения 40-70 °С и 70-100 °С, соответственно, приводит к вспениванию композиции в широком температурном интервале, что позволяет получать пенопласт смешанной мелкоячеистой структуры с более низкой плотностью.

Экспериментально установлены технологические условия и параметры вспенивания разработанных полимерных композиций: введение золы уноса свыше 70 % ингибирует процесс вспенивания смеси; оптимальная температура смеси компонентов составляет 25 °С, период индукции составляет от 18 до 28 секунд. На основании полученных результатов диссертантом, при помощи программного обеспечения, разработаны математические модели зависимостей: продолжительности пенообразования композиций от толщины заливаемого слоя смеси и кратности вспенивания от температуры и количества наполнителя – золы уноса, выраженные уравнениями регрессии.

Методом электронной микроскопии на двухлучевом сканирующем микроскопе JIB-4500 автором установлено влияние степени наполнения полимерной композиции золой уноса ТЭЦ-9 на структуру и теплопроводность вспененного материала: при наполнении 30 % масс. диаметр пор составляет 2–200 μm , при наполнении 30-35 % – 5–300 μm и при наполнении 40 % и выше

преобладают мелкие поры до 15 μm , максимальный диаметр пор увеличивается до 400 μm , что приводит к улучшению теплозащитных характеристик на 5-10%.

Соискатель разработал различные составы композиций с использованием фенолформальдегидных и карбамидоформальдегидных смол различных марок и группы добавок, таких как, эмульгатор – продукт ОП-10, ортофосфорная кислота, петролейный эфир и вспенивающий – отверждающий агент. В роли наполнителя автор использовал отходы теплоэнергетического комплекса - золы уноса. Основная цель применения зол уноса в качестве наполнителя – придание материалу нового свойства – огнестойкости, вследствие существенного увеличения содержания наполнителя, а также улучшение физико-механических характеристик при сохранении оптимальных показателей теплопроводности. Также введение золы уноса в композицию позволяет существенно снизить стоимость получаемого пенопласта и решает проблему утилизации отходов. Необходимо отметить, что автору при этом удалось разработать материал высокого качества с содержанием золы уноса 40 %.

Достоверность научных результатов

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Она основывается на широком использовании диссертантом современных инструментальных методов исследования: гамма-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектроскопии для изучения элементарного состава золы и образцов ПМК; микроскопии и рентгенофазового анализа для исследования структуры материала; физико-механические испытания, определение пожаробезопасности и санитарно-гигиенических характеристик.

Практическая значимость диссертационного исследования

Практическая значимость результатов исследований заключается в возможности производства из разработанного материала теплоизоляционных плит и скорлуп различного диаметра повышенной огнестойкости с высокими

физико-механическими характеристиками и низкой коррозионной активностью для теплоизоляции различных конструкций и трубопроводов различного назначения, в частности тепловых сетей. Основу материала составляет полимер-минеральная композиция на базе отходов теплоэнергетики (зол уноса), используемых как наполнитель, и смеси фенолформальдегидных смол различных марок в качестве связующего. Автором разработана и реализована в промышленных условиях заливочная технология изготовления теплоизоляционных материалов. Состав композиции защищен ноу-хау № 26.3-29.10/КТ ИрГТУ (ноу-хау 169, от 20.02.2014г.) «Композиция для получения теплоизоляционного материала». На предприятии ООО "ЭкоСтройИнновации" г. Иркутска в промышленных условиях, организовано опытное производство вспененного теплоизоляционного композиционного материала для нужд региона.

Стоит отметить, что открытие производства теплоизоляционных изделий на основе разработанных композиций, способствует достижению двух основных целей: первая – природоохранная, заключающаяся в утилизации крупнотоннажных отходов теплоэнергетики, которые используются при производстве новой продукции в качестве исходного сырья, а также в сохранении за счет этого значительных объемов первичного природного сырья, как в Байкальском регионе, так и в России в целом; вторая цель - научно-техническая, заключающаяся в реализации высоких технологий, а именно производстве новых материалов для строительной индустрии, обладающих рядом уникальных свойств.

Основные результаты работы достаточно полно отражены в опубликованных научных работах, апробированы на научных конференциях в России и за рубежом, опубликованы в соответствующих сборниках материалов конференций. По теме диссертации опубликована 21 работа, из них 5 работ в изданиях, рекомендованных ВАК, 2 из которых без соавторства.

Замечания и рекомендации по диссертации и автореферату:

1. В пункте 6 научного положения недостаточно объяснена зависимость распределения пор по размерам от степени наполнения полимер-минерального композита.

2. Автор утверждает, что в результате смешивания золы уноса ТЭЦ-6 с фенолформальдегидной смолой происходит образование новых связей при участии фенола, формальдегида и первичных аминов, с образованием донорно-акцепторных связей между компонентами смеси. Необходимо было дать более четкое описание регистрируемых спектров.

3. В диссертации для модификации физико-механических свойств композита применялись различные марки карбамидоформальдегидных и фенолформальдегидных смол. Вместе с этим можно было провести исследования по использованию эпоксидных смол в качестве модифицирующих добавок, например, Э-1200 или ЭД-20, поскольку данные полимеры также являются доступными.

Сделанные замечания не умаляют научной и практической значимости рассматриваемой диссертационной работы, следует отметить большой объем проделанной экспериментальной работы и работы по внедрению разработанных материалов.

Заключение по диссертационной работе

По своей новизне, значимости полученных результатов, личному вкладу автора диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 и содержит научно обоснованные технические и технологические решения в области разработки нового подхода к получению композиционных материалов, обладающих комплексом высоких физико-механических характеристик.

Работа соответствует паспорту специальности 05.23.05 в области исследований 3. Разработка новых энергосберегающих и экологически безопасных технологических процессов и оборудования для получения строительных материалов и изделий различного назначения и 7. Разработка составов и принципов производства эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности.

Автор диссертационной работы Бурдонов Александр Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент,

профессор кафедры технологии

переработки пластмасс

РХТУ им. Д.И. Менделеева, д.х.н.

И.Ю. Горбунова

Подпись проф. Горбуновой И.Ю. заверяю

Ученый секретарь РХТУ им. Д.И. Менделеева

Т.В. Гусева

Горбунова Ирина Юрьевна – профессор кафедры технологии переработки пластических масс РХТУ им. Д.И. Менделеева, доктор химических наук, профессор, 125047 Москва, Миусская пл., дом 9.(499)978-97-96, giy161@yandex.ru