

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

БУРДОНОВ АЛЕКСАНДР ЕВГЕНЬЕВИЧ

**КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ
СМОЛ И ЗОЛЫ УНОСА ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ**

Специальность: 05.23.05– Строительные материалы и изделия

**Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Научный руководитель:
д-р. техн. наук, профессор
Зелинская Е.В.

Иркутск – 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. НАПОЛНЕНИЕ КАК СПОСОБ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ ПЕНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ.....	4
1.1 Требования к теплоизоляции трубопроводов.....	10
1.2 Анализ состояния трубопроводов различного назначения.....	11
1.3 Виды теплоизоляции различных трубопроводных систем.....	13
1.4 Наполнители для композиционных материалов.....	19
1.5 Наполнение пенопластов на основе реакционноспособных олигомеров.....	26
1.6 Влияние наполнителей на свойства и структуру пенопластов.....	33
Выводы.....	40
2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ И ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	43
2.1. Применяемые материалы.....	43
2.2 Анализ возможности использования зол уноса при производстве композиционных материалов.....	52
Выводы.....	63
3. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕР-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ.....	65
3.1 Разработка рецептур композита с использованием золы уноса ТЭЦ-6 ОАО «Иркутскэнерго».....	65
3.2 Разработка рецептур композита с использованием золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго».....	71
3.3 Разработка рецептур композита с использованием золы уноса ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго».....	87
3.4 Разработка технологии производства теплоизоляционного пеноматериала....	89
3.4.1 Устройство и принцип работы заливочной машины.....	92
3.5 Промышленное получение композиционных пеноматериалов.....	96
3.6 Оптимизация технологии производства наполненных пенокомпозитов.....	98
Выводы.....	106

4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗОЛ УНОСА НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ СМОЛ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ	108
4.1 Изучение структуры теплоизоляционных материалов	109
4.2 Исследование пожарной опасности материалов.....	118
4.3 Определение физико-механических и теплотехнических характеристик теплоизоляционного материала	126
4.4 Исследование коррозионной активности пеноматериала.....	130
4.5 Экологическая оценка композиционных пеноматериалов	132
4.6 Санитарно-эпидемиологическая экспертиза пеноматериала	135
4.7 Основные характеристики теплоизоляционного материала	137
Выводы	140
5. АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА.....	142
5.1 Анализ рынка и положения дел в отрасли.....	144
5.2 Эксплуатационные свойства	150
5.3 Ожидаемая доля организации в производстве продукции в регионе.....	153
5.4 Потенциальные конкуренты	154
5.5 Маркетинговые исследования	155
5.6 Финансовый план	159
Выводы	159
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	161
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	165
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	188

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Необходимость применения высокоэффективных теплоизоляционных материалов при подземной прокладке трубопроводов является важной народно-хозяйственной задачей. Трубопроводы и тепловые сети являются основными элементами систем централизованного теплоснабжения. Их общая протяженность в Российской Федерации составляет более 260000 км. Для изоляции трубопроводов ежегодно требуется замена от 12 до 60 % утеплителя. Применяемая в настоящее время трубная изоляция в большинстве случаев не удовлетворяет требованиям по прочности, пожаробезопасности и коррозионной стойкости.

Для устранения указанных недостатков необходимо разрабатывать и применять способы повышения эксплуатационных показателей теплоизоляционных материалов. Повышение качества теплоизоляции, получаемой, в частности, из полимерных композиций с применением заливочной технологии, доля которых на рынке составляет около 15 %, возможно путем введения в исходное сырье модифицирующих добавок, в том числе наполнителей, влияющих на характеристики получаемого материала.

Государственные программы по энергосбережению «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года № 2446-р», экологическому развитию «Основы государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года», а также законодательные акты, такие как Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», Федеральный закон № 89-ФЗ (ред. от 08.11.2008) «Об отходах производства и потребления», ставят задачу развития производств высокоэффективных материалов с использованием отходов производства и потребления.

Работа выполнялась в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, ГК № 16.740.11.0530, ГК №

14.132.21.1810 и АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2011 годы)», проект 3.1.2/11868.

Степень разработанности темы исследования. Теоретическими основами работы стали исследования российских ученых, посвященные проблеме разработки составов и технологий получения на их основе строительных материалов: Берлина А.А., Симонова-Емельянова И.Д., Пухаренко Ю.В., Тихонова Ю.М., Хозина В.Г., Огрель (Матвеева) Л.Ю., Андрианова Р.А., Шутова Ф.А., Низамова Р.К., Абдрахмановой Л.А.

Цель и задачи исследования.

Целью исследования является разработка составов композиций и технологии производства высокоэффективных материалов для теплоизоляции трубопроводов на основе терморезактивных смол и золы уноса теплоэлектростанций.

Задачи исследования:

1. Обоснование возможности использования зол уноса в качестве наполнителя и разработка рецептур композиций для производства вспененных теплоизоляционных материалов на основе фенолформальдегидных смол.
2. Изучение физико-химического взаимодействия наполнителей – зол уноса различного химического состава с терморезактивными связующими при получении вспененных теплоизоляционных материалов.
3. Изучение кинетических особенностей пенообразования композиций с повышенным содержанием зол уноса и технологических параметров производства на их основе теплоизоляционных материалов.
4. Разработка промышленной технологии изготовления теплоизоляции для трубопроводов из композиционного материала на основе терморезактивных смол и золы уноса.
5. Изучение структуры и свойств новых полимер-минеральных теплоизоляционных материалов.
6. Определение области потребления новых строительных теплоизоляционных материалов с учетом экономических показателей их производства (Анализ конкурентоспособности нового материала).

Объектом исследования являются полимер-минеральные композиты (ПМК) на основе терморезистивных олигомеров и зол уноса ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго».

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. Установлено влияние качественных и количественных параметров состава зол уноса ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго» на процесс вспенивания фенолформальдегидной композиции: повышение содержания оксида кальция свыше 25% приводит к ингибированию процесса вспенивания, при этом обнаружено повышение содержания $\text{Ca}_9(\text{Al}_6\text{O}_{18})$ и SiO_2 .

2. Установлено, что при взаимодействии высококальциевых зол уноса ТЭЦ-6 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.

3. Установлено, что введение смеси двух различных газообразователей – петролейных эфиров ПЭ (40-70) и ПЭ (70-100) с температурой кипения 40-70°C и 70-100°C приводит к двухступенчатому процессу пенообразования материала, что позволяет существенно увеличить кратность вспенивания массы и пористость материала.

4. Установлены технологические условия и параметры вспенивания разработанных полимерных композиций: введение золы уноса свыше 70 % ингибирует процесс вспенивания смеси; оптимальная температура смеси компонентов составляет 25 °C, период индукции составляет от 18 до 28 секунд.

5. 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.

6. 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 400μm, что приводит к улучшению теплозащитных свойств.

Методологической основой диссертационного исследования послужили основные положения строительного материаловедения в области полимерных композиционных материалов с учетом современных тенденций в части ресурсо- и энергосбережения. В процессе выполнения работы применялись методы исследований: гамма-спектрометрия и атомно-эмиссионная спектроскопия для изучения элементарного состава золы и образцов ПМК; микроскопия и рентгенофазовый анализ для исследования структуры материала; физико-механические испытания, определение пожаробезопасности и санитарно-гигиенических характеристик.

Область исследования соответствует требованиям паспорта научной специальности ВАК: 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, а именно п. 7. «Разработка составов и принципов производства эффективных строительных материалов с использованием местного сырья и отходов промышленности».

Практическая ценность и реализация результатов исследования.

Получены составы строительных теплоизоляционных материалов повышенной огнестойкости с высокими физико-механическими характеристиками и низкой коррозионной активностью, основу которых составляет полимер-минеральная композиция на базе отходов теплоэнергетики (зол уноса), используемых как наполнитель, и смеси фенолформальдегидных смол различных марок в качестве связующего. 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».

В соответствии с разработанными техническими условиями (ТУ 5760-002-90978809-2013) на предприятии ООО "ЭкоСтройИнновации" г. Иркутска в промышленных условиях, изготовлена и испытана с положительным результатом

опытная партия вспененного теплоизоляционного композиционного материала в объеме 50 м³.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на Всероссийской научно-практической конференции «Ресурсоэнергосбережение. Экологические чистые технологии», г. Иркутск 2012; на III Всероссийской научно-практической конференции «Жизненный цикл конструкционных материалов» г. Иркутск, 2012; на V-ой Международной научно-практической конференции «Ресурсоэнергосберегающие технологии в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве», г. Иркутск, 2012; на Всероссийской молодежной конференции «Химия поверхности и нанотехнология», г. Казань, 2013; на Международном совещании «Плаксинские чтения – 2012», Верхняя Пышма; на 1-й Международной научно-практической конференции «Инновации в материаловедении и металлургии», г. Екатеринбург 2013; на Международной конференции «Современные тенденции развития химии и технологии полимерных материалов» г. Казань, 2013; на Международной конференции «The International Conference on the Transformation of Education», London, 2013 и др.

Публикации. Результаты работы отражены в 21 научной публикации общим объемом 8 п.л., из них 4 работы в изданиях перечня ВАК, лично автором – 2 п.л.

Структура и объем 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.

Личный вклад автора. Формулировка цели и задач исследования, обзор научно-технической информации, выполнение экспериментальных и теоретических исследований по изучению состава и свойств вторичных ресурсов и разработке технологического процесса производства полимер-минеральных композитов, внедрение процесса получения составов композитов в производство, изучение физико-технических характеристик разработанных материалов строительного назначения, обсуждение результатов и формулировка выводов.

1. НАПОЛНЕНИЕ КАК СПОСОБ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ ПЕНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

Весьма актуальной в настоящее время является задача повышения энергоэффективности и снижения энергопотерь трубопроводных систем. Правильно подобранная теплоизоляция для трубопроводов – весомый вклад в решение актуальных проблем энергосбережения. Задаваясь вопросом, какой материал выбрать, следует учесть следующие требования к материалу: герметичность, удобство монтажа, долговечность, низкая теплопроводность, износостойкость. Основные требования к свойствам используемых материалов, конструкциям и условиям эксплуатации изложены в СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов». Согласно данному документу, для теплоизоляционного слоя трубопроводов с положительными температурами должны применяться материалы и изделия со средней плотностью не более 400 кг/м^3 и теплопроводностью не более $0,07 \text{ Вт/(м}\times\text{°C)}$ (п. 2.3). Для трубопроводов, расположенных в зданиях (кроме зданий IVa и V степеней огнестойкости) не допускается использовать теплоизоляционные конструкции из горючих материалов (п. 2.15). К таким типам зданий, в том числе, относятся жилые здания высотой не более 5 м, не считая верхнего технического этажа.

Данным нормативным требованиям соответствуют следующие известные полимерные материалы, пригодные для теплоизоляции трубопроводов:

- пенопласт ФРП-1, резопен и некоторые типов пенополистирола;
- пенопласт термореактивный ФК-20 и ФФ, жесткий, ТУ 6-05-1303-76, марки ФФ;
- пенополиуретан;
- вспененный полиэтилен с огнегасящими добавками;
- карбамидные пенопласты.

Однако теплоизоляция из фенольных и карбамидных пенопластов уступает выше указанным материалам по объемам потребления из-за низкой механической прочности и хрупкости.

Одним из путей улучшения эксплуатационных характеристик фенольных и карбамидных пенопластов является модификация за счет введения наполнителей. Для разработки теплоизоляционных материалов, соответствующих государственным стандартам в области изоляции трубопроводов, необходимо подробное изучение требований, предъявляемых к различным видам теплоизоляции трубопроводов, а так же к наполнителям композиционных материалов используемых для этих целей.

1.1 Требования к теплоизоляции трубопроводов

Трубы изолируют для уменьшения теплотерь [4,5]. При проектировании трубопроводных сетей важно предусмотреть сохранение в трубах необходимой температуры транспортируемых по ним веществ. Поэтому принято, что трубопроводные сети укладывают под землей с использованием теплоизоляционных материалов [1-2].

Существуют определенные требования к теплоизоляции трубопроводов в зависимости от температуры содержащихся в них веществ [3]. Так, при транспортировании веществ с температурой в диапазоне от 20 °С до 300 °С необходимо применять теплоизоляционные материалы с плотностью не более 200 кг/м³ и коэффициентом теплопроводности не более 0,06 Вт/(м·К) для всех способов прокладки, кроме бесканальной. При бесканальной прокладке – с плотностью не более 400 кг/м³ и коэффициентом теплопроводности не более 0,07 Вт/(м · К) [3]. Для теплоизоляционного слоя трубопроводов с отрицательными температурами плотность остается такой же, а расчетная теплопроводность в конструкции должна быть не более 0,05 Вт/(м · К) при температуре веществ минус 40 °С и выше и не более 0,04 Вт/(м · К) - при минус 40 °С. [3].

Конструкция тепловой изоляции трубопроводов при бесканальной прокладке должна обладать прочностью на сжатие не менее 0,4 Мпа. Необходимо отметить отсутствие нормативных документов регламентирующих прочностные характеристики теплоизоляционных материалов используемых без конструкции.

Теплоизоляционные материалы, применяемые в качестве изоляционных слоев трубопроводов, должны иметь гигиеническое заключение, пожарный сертификат, сертификат соответствия качества продукции [3].

Теплоизоляционные материалы для трубопроводов должны соответствовать требованиям безопасности. Для трубопроводов надземной прокладки при использовании теплоизоляционных изделий из горючих материалов групп Г3 и Г4 следует предусматривать:

При пересечении трубопроводом противопожарной преграды необходимо применять теплоизоляционные конструкции из негорючих материалов [3,4].

Не допускается применение теплоизоляционных материалов, подверженных деструкции при взаимодействии с влагой.

1.2 Анализ состояния трубопроводов различного назначения

В связи с кризисным состоянием жилищно-коммунального комплекса деятельность предприятий в этой сфере характеризуется высокими затратами, отсутствием экономических стимулов снижения издержек на производство услуг, неразвитостью конкуренции. Все это приводит к высокой степени износа основных фондов, неэффективной работе предприятий, большим потерям энергии, водных и других ресурсов.

Основные причины – несоблюдение технологии монтажа, низкое качество материала трубопроводов и использование теплоизоляционных материалов низкого качества. Кроме того, причиной повреждений трубопроводов является как внутренняя, так и наружная коррозия [5-8].

Старение трубопроводов из-за коррозии происходит в 2–3 раза быстрее расчетных нормативов. Статистика показывает, что на каждые 100 км

двухтрубных водяных сетей ежегодно выявляется около 30–40 повреждений [9,10]. Решением данной проблемы может стать использование эффективных теплоизоляционных материалов с минимальным коррозионным воздействием [11,12].

1.2.1 Состояние трубопроводов коммунального хозяйства и энергетики

Тепловые сети

Протяженность теплотрасс оценивается в 366 тыс.км. (таблица 1). Нормативный срок их службы -25 лет. При этом реальный срок для трасс, которые были проложены в 80-е и 90-е годы, составляет 12–18 лет. Это означает, что каждый год следует перекладывать от 8 до 20 тыс. км теплотрасс.

Таблица 1 – Протяженность трубопроводов в системе ЖКХ

Трубопроводы	Протяженность трубопроводов тыс. км.			
	всего	трубопроводы диаметром более 400 мм	уличные сети диаметром 200-400 мм	внутридомовые сети диаметром до 200 мм
Водопроводы	523	139	320	64
Канализация	163	43	72	48
Тепловые сети	366	24	58	284
ИТОГО:	1 052	206	450	396

На сегодняшний день затраты на транспортировку тепла в растянутых сетях превышают 40% его себестоимости, для 80% трубопроводов тепловых сетей превышен срок безаварийной службы, более 30% тепловых сетей находятся в ветхом состоянии и требуют ремонта [13]. Фактические потери тепловой энергии существенно выше показателей официальной отчетности (16%) и составляют 55–60%.

Потери тепловой энергии при эксплуатации существующих тепловых сетей, из-за износа теплоизоляционных материалов составляют 111702,7 тыс. Гкал/год, что значительно превышает нормативные. Таким образом, снижение надежности работы систем теплоснабжения и динамики уровня износа характеризуется нелинейным характером зависимости, в условиях которой происходит дальнейшее резкое нарастание аварийности [14–18].

Следствием неудовлетворительного технического состояния водопроводных сетей являются растущие потери воды, составляющие в среднем по России 16,7% всей подачи воды в год, а в ряде городов – 30%. [19–20].

1.2.2 Экономические потери на изношенных трубопроводных системах

Анализ роли тепловой изоляции в решении проблем энергосбережения в строительстве показал, что в настоящее время потери теплоты объектами строительного комплекса России составляют [21]:

- через изолированные поверхности существующих промышленных сооружений, оборудования и трубопроводов – 356 млн. Гкал/год;
- через изоляцию теплопроводов тепловых сетей – 324 млн. Гкал/год.

Затраты на отопление жилых, общественных и промышленных зданий для восполнения потерь через теплоизоляцию достигают 1340 млн. Гкал/год. Таким образом, общие потери тепловой энергии объектами строительного комплекса составляют в настоящее время около 2,020 млрд. Гкал/год, что составляет около 20% годового производства первичных топливно-энергетических ресурсов России [22].

Нормативные годовые тепловые потери на трубопроводах составляют примерно 150 млн. Гкал/год. Водопоглощение минеральных теплоизоляционных материалов приводит к четырехкратному увеличению теплопотерь, что соответствует теплопотерям сухой неизолированной трубы.

1.3 Виды теплоизоляции различных трубопроводных систем

Нормы и правила проектирования подземных трубопроводов тепловых сетей всех способов прокладки регламентируются СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети». Требования к конструкциям тепловой изоляции и нормы тепловых потерь теплоизолированными трубопроводами в зависимости от диаметра трубопровода, температуры теплоносителя и вида прокладки определяются СНиП 41-03-2003

«Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов». Для снижения энергопотерь на рассматриваемых коммуникациях соответственно используются различные типы теплоизоляционных материалов к которым предъявляются определенные требования [23].

Данным нормативным требованиям соответствуют следующие полимерные материалы, пригодные для теплоизоляции трубопроводов [23]:

1. Пенополиуретан;
2. Вспененный полиэтилен с огнегасящими добавками;
3. Пенополистирол и пенопласт ФРП-1;
4. Карбамидные пенопласты;
5. Пенопласт термореактивный ФК-20 и ФФ, жесткий, ТУ 6-05-1303-76, марки ФФ

1.3.1 Пенополиуретан

Процесс полимеризации и пенообразования пенополиуретана (ППУ) описан [24]. Использование ППУ теплоизоляции обеспечивает быстрое нанесение на любые поверхности. Высокие коэффициенты адгезии делают его универсальным теплоизоляционным материалом [25]. Как и большинство ТИМ, ППУ устойчив к органическим растворителям, кислотам и щелочам, кроме того, он является хорошим звукоизолятором. ППУ имеет достаточно низкий коэффициент теплопроводности $0,033 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ [26].

ППУ в соответствии с ГОСТ 30732-2006 имеет плотность $60-100 \text{ кг/м}^3$, хотя при необходимости данную характеристику можно варьировать в зависимости от цели использования материала. Предел прочности на сжатие при 10% линейной деформации материала составляет $0,4 \text{ МПа}$, а предел прочности при изгибе — $0,6 \text{ МПа}$ [27].

При воздействии высоких температур в ППУ происходит ухудшение механических показателей. Это обусловлено общим ослаблением химических связей и межмолекулярных взаимодействий. Также возможна и деструкция

полимера, то есть необратимые изменения химической структуры. При температуре в 70–80°С у большинства марок полиуретана примерно в двое ухудшаются прочностные характеристики [28].

Пенополиуретан является горючим материалом, а использование антипиренов, в частности трихлорэтилфосфата (ТХЭФ), при нагревании так же приводит к образованию токсичных продуктов. Кроме этого, использование антипиренов удорожает стоимость продукции, что негативным образом влияет на конкурентоспособность материала.

ППУ подвержены воздействию низких температур. При пониженных температурах происходит изменение физико-механических характеристик полиуретановых эластомеров. Несмотря на имеющиеся недостатки, применение пенополиуретанов увеличивается ежегодно [29–31].

1.3.2 Пенополистирол

Пенополистирол – газонаполненная пенопластмасса на основе полистирола, его производных или сополимеров стирола акрилонитрилом и бутадиеном [32].

Плотность пенополистирола варьируется в пределах от 13 до 200 кг/м³ [33]. В таблице 2 показана зависимость теплопроводности от плотности в соответствии с ГОСТ 15588-86 [34].

Таблица 2 – Показатели теплопроводности пенополистирола различных марок

Показатель	ПСБ-С-15	ПСБ-С-25	ПСБ-С-35	ПСБ-С-50
Плотность кг/м ³	До 15	От 15,1 до 25	От 25,1 до 35	От 35,1 до 50
Теплопроводность в сухом состоянии при (25°С, Вт/(м·К))	0,042	0,039	0,037	0,040

Низкая теплопроводность пенополистирола способствовала широкому применению в Европе. Полные данные по поведению данного материала на фасадах в течение длительного времени предоставляет институт строительной физики Франгофера, г. Хольцкирхен. Претензии со стороны немецкого

строительного сообщества к данному материалу в ходе его применения отсутствуют [35].

Предел прочности при температуре выше указанной снижается более чем в 2 раза. Предел прочности на сжатие при 10% линейной деформации материала составляет 0,05–0,2 МПа, а предел прочности при изгибе – 0,07–0,035 МПа [36].

Пенополистирол относится к группе горючести Г3–Г4. ППС воспламеняется только при наличии открытого пламени [37]. Скорость распространения пламени по поверхности пенополистирола равняется 1 см/сек. По результатам испытаний «НИЛ токсичности продуктов горения (БГУ)» часть марок полистирола относятся к высокоопасным – группа токсичности Т3 [39].

Несмотря на недостатки ежегодно возрастающей конкуренции, международный строительный код (IRC) классифицирует пенополистирол как наиболее энергоэффективных и безопасный утеплителей [40–46]. Однако его использование при теплоизоляции трубопроводов является неэффективным в связи с низкой биологической стойкостью.

1.3.3 Пенополиэтилен

Пенополиэтилен (ППЭ) – полужесткий или эластичный поропласт, материал, изготавливаемый на основе полиэтилена высокого давления (ГОСТ 16337-85), красителей, антипиренов, вспененный физическими газообразователями [47].

Плотность ППЭ, как и других полимерных теплоизоляционных материалов, возможно изменять в ходе производства. Наименьшая плотность ТИМ на основе пенополиэтилена равна 25 кг/м³ [48].

Теплопроводность материала в данном случае не является исключением. Марки пенополиэтилена различных производителей, изготавливаемых в соответствии с ТУ, имеют различную теплопроводность материала. Проанализировав ТИМ на основе ППЭ соответствующие ТУ 2291-050-00203387-99, ТУ 6-55-26-89 Е, ТУ 2244-002-53254732-2007, ТУ 2244-069-04696843-00 и ТУ

2246-011-00203430-20011, можно сделать вывод, что средняя теплопроводность ППЭ равняется 0,046Вт/м·К, учитывая, что наименьшая теплопроводность равна 0,033 Вт/м·К (ТУ 6-55-26-89 Е), наибольшая – 0,069Вт/м·К (ТУ 2291-050-00203387-99) [49-53].

Одним из основных отличий ППЭ от других видов теплоизоляции является его эластичность. В соответствии с ТУ 2244-017-00203476-98 предел прочности при сжатии (25%) должен равняться не менее 0,035 МПа. Это меньше, чем предел прочности при сжатии пенополиуретана, значение которого варьируется от 0,15 до 0,4 МПа, но больше, чем у пенополистирола марки ПСБ – от 0,05 до 0,15 МПа.

Плавления ППЭ начинается при температуре 120°С. Температура воспламенения материала равна 306°С. Температура самовоспламенения пенополиэтилена равна 417°С, в то время как самовоспламенение пенополистирола происходит при температуре 491°С [54]. Данный факт не будет иметь большого значения при условиях реального пожара.

Горение ППЭ происходит с выделением небольшого количества копоти без образования сажи. ППЭ при расплаве капает и образует горящие капли.

В ходе исследований проведенных во ВНИИПО и ЛФ ВНИИПО установлено, что материалы на основе полиэтилена относятся к высокоопасным (ТЗ) в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 [55].

1.3.4 Карбамидные пенопласты

Основными марками карбамидоформальдегидных смол, используемых для производства теплоизоляционных материалов, являются КФ-МТ-15 (ТУ 6-06-12-88), КФЖм (ГОСТ 14231-88), КФ-ХТ-П (ТУ 2223-001-51119346-2003), КФ-МТ-О (ТУ 24.1-05761614.044-2002), СКФП (ТУ 6-05751768-4-9) и другие.

Для производства пенопластов способом воздушного вспенивания используются карбамидоформальдегидные смолы марок ВПС-Г и КФ-ХТ-П. Конкурентным преимуществом карбамидных пенопластов является сравнительно низкий показатель его энергетического эквивалента, который дает сравнительную

оценку энергоёмкости производства отдельных пенопластов. Она определяется суммарной оценкой затрат энергии на изготовление материалов, входящих в состав композиций конечного продукта. Показатель конечного эквивалента для карбамидного пенопласта равняется 480 МДж/кг против 2950 МДж/кг для пенополиуретана и 1360 МДж/кг для пенополистирола [56–57]. Пенопласты на основе карбамидоформальдегидных (карбамидных) олигомеров – одни из первых газонаполненных пластмасс нашедших применение, в основном, в качестве теплоизоляции. В СССР этим материалом была мипора [58], в ФРГ – ипорка и изошаум [59-60], в Англии – гермалон [61]. По своим физико-механическим показателям карбамидный пенопласт отвечает следующим требованиям:

Таблица 3 – Физико-химические показатели карбамидного пенопласта

Показатель	Значение
Плотность	8-20 кг/м ³
Коэффициент теплопроводности	0,028-0,047 Вт/м ^{°С}
Прочность на сжатие при 10% линейной деформации	0,07-0,5 кг/см ²
При изгибе	0,1-0,25 кг/см ²
При растяжении	0,05-0,08 кг/см ²
Водопоглощение за 24 часа	не более 20% по объёму
Сорбционное увлажнение	не более 20% по массе
Рабочий диапазон температур	от -80 до +120 °С
Продолжительность самостоятельного горения	0 сек
Группа горючести, не ниже	Г1 (трудногорючий)
Группа воспламеняемости, не ниже	В2(умеренно воспламеняемый)

Карбамидные пенопласты не находят широкого применения в строительстве из-за значительной усадки и низкой механической прочности.

Для устранения данных недостатков как у карбамидных, так и у других теплоизоляционных материалов используют различные методы: подбор оптимального режима сушки, химическая модификация смол на стадии синтеза. Наиболее оптимальным путём улучшения механических и других эксплуатационных свойств пенопластов является введение наполнителей [57].

1.4 Наполнители для композиционных материалов

К наполнителям относятся вещества различных типов, которые вводятся в полимеры для получения материалов с заранее заданными свойствами [62].

Их добавление обеспечивает снижение расхода полимеров, способствует повышению прочности и стойкости к воздействию высоких температур и влаги, снижению в ряде случаев склонности к старению и к улучшению других показателей.

1.4.1 Классификация наполнителей

Необходимые свойства полимерных композиционных материалов достигаются за счет использования активных и неактивных наполнителей. Активные оказывают усиливающее влияние (улучшающее физико-механические свойства). При введении неактивных наполнителей происходит изменение цвета, снижается стоимость изделий, однако, наблюдается улучшения характеристик материала [63–64]. На рисунке 1 представлена полная классификация наполнителей для композиционных материалов [62].

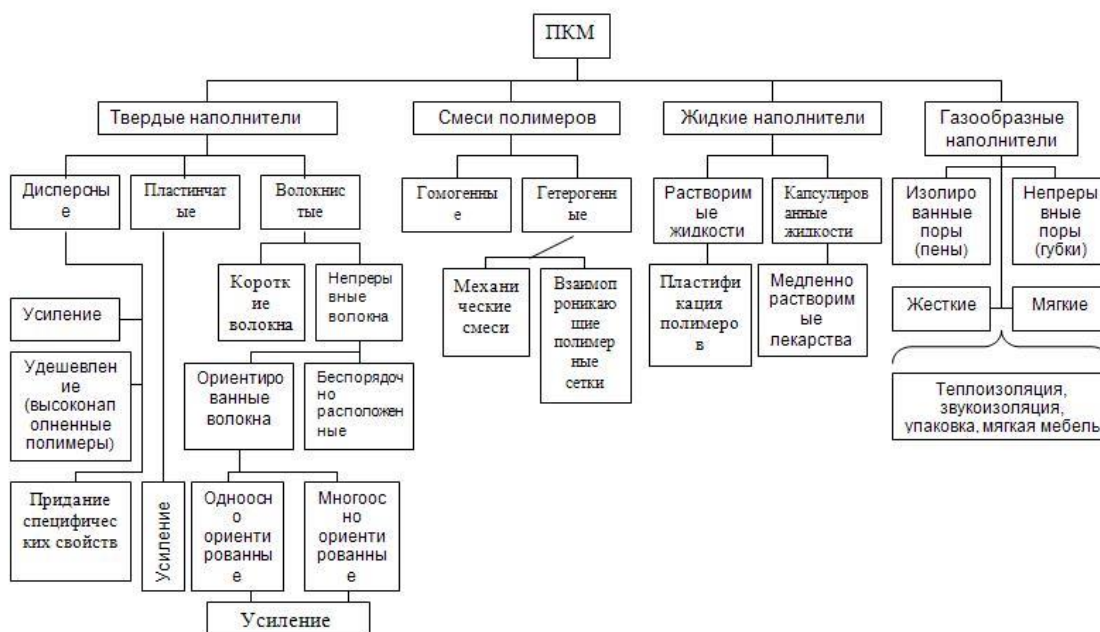


Рисунок 1 – Классификация полимерных композиционных материалов

По химической природе мелкодисперсные наполнители подразделяют на:

- минеральные – мел, тальк, слюда, микрокальци, фосфогипс, асбест, порошки металлов и др.;

- органические – графит, древесная мука, лузга, сажа, кокс, и др [65].

В качестве твердых наполнителей применяют достаточно разные материалы: измельченные отходы пенопластов и пластмасс, древесную муку, стружку, крахмал, песок, стекловолокно, различные отходы металлургической и энергетической промышленности [66-70].

1.4.2 Требования к наполнителям

К наполнителям, используемым для производства композиционных материалов, предъявляются специальные требования [71].

Основными требованиями к наполнителям являются способность совмещаться с полимером или диспергировать в нем с образованием однородных композиций, хорошая смачиваемость расплавами или растворами полимеров или олигомеров, стабильность свойств при хранении, переработке и эксплуатации [72-73].

Важно также, чтобы наполнители были доступны, дешевы, нетоксичны, взрывобезопасны, негорючи, не вызывали абразивного износа перерабатывающего оборудования.

Кроме того, различия в процессах, протекающих при получении изделий из термо- и реактопластов, обуславливают некоторые отличия в требованиях к наполнителям для этих полимеров.

Наполнители для реактопластов могут быть менее однородными по размеру частиц, чем наполнители для термопластов. Они не должны ингибировать или активировать процессы отверждения. Необходимо, чтобы наполнители содержали функциональные группы, способные участвовать в образовании химических связей с полимером [74]. Выбор твердых дисперсных наполнителей определяется большим комплексом характеристик, в том числе размерами частиц,

распределением их по размерам, а так же их формой. Достаточно важным параметром с точки зрения эффективности действий дисперсных наполнителей является их удельная поверхность. Существенное влияние для получения сверх и высоконаполненных полимерных композиций имеет характер упаковки частиц наполнителя [75–77]. Из выше сказанного можно сделать вывод, что для придания композиционным материалам необходимых характеристик нужно уделять огромное внимание свойствам наполнителя: как подготовке поверхности частиц, так и их диспергированию.

1.4.3 Размер частиц наполнителя

Точный размер частиц, начиная с которого его называют порошком и используют для наполнения полимерных материалов, не определен. Обычно под дисперсными частицами понимают частицы размером не более 100 мкм [78]. Хотя имеются данные по использованию тонкодисперсных наполнителей [79], размер частиц наполнителей которых лежит в пределах от 1 до 500 мкм.

Дисперсные наполнители по размеру частиц делятся на крупнодисперсные (диаметр $>0,04$ мм), среднедисперсные ($0,04 < d < 0,01$), высокодисперсные ($0,01 < d < 0,01$) и ультрадисперсные ($d < 0,01$) [80–81].

Средний размер частиц, используемых в производстве полимерных композитов, может меняться от нескольких нанометров (аэросила А300 = 7 нм, ДЭС технического углерода П267 = 28 нм) до нескольких десятков микрометров (ДЭС силикагеля ИКТ-9-7 = 45 мкм, ДЭС мела L1 = 120 мкм) [82-83].

1.4.4 Форма частиц

Размеры и форма большинства наполнителей различается чрезвычайно сильно. Форма и основные параметры твердых дисперсных наполнителей представлены на рисунке 2.

Класс частиц	Идеализованная форма частиц	Пример наполнителя
Сфера или близкая к сферической		искусственные стеклянные шарики
Кубическая, призматическая		кальцит, полевой шпат
Нерегулярная		оксид кремния, оксид бария, технический углерод
Чешуйка, пластинчатая		слюда, тальк, каолин, графит
Игольчатая, волокнистая		волластонит, древесная мука

Рисунок 2 – Форма и основные параметры наполнителей

Форма частиц оказывает влияние на характеристики получаемого материала. Известно, что плоские частицы наполнителя способствуют получению материалов с приятной окраской. Частицы продолговатой формы придают материалам повышенные прочностные и ударные характеристики [81].

1.4.5 Удельная поверхность

Данный параметр является одним из наиболее важных показателей дисперсных наполнителей, от которого зависит эффективность их введения в полимеры. Удельная поверхность определяется как площадь поверхности наполнителя, приходящаяся на единицу массы (измеряется в $\text{м}^2/\text{г}$ или $\text{м}^2/\text{м}^3$).

Значения удельной поверхности для различных наполнителей лежат в широком интервале: для стеклянных сфер с плотностью $2,5 \text{ г}/\text{см}^3$ и с размером 10 мкм $S_{\text{геом}} = 0,24 \text{ м}^2/\text{г}$, для сфер с размером 10 нм $S_{\text{геом}} = 240 \text{ м}^2/\text{г}$. Удельная поверхность мела L1 составляет $0,3 \text{ м}^2/\text{г}$, аэросила А380 – $380 \text{ м}^2/\text{г}$, канальных саж – $100\text{--}110 \text{ м}^2/\text{г}$.

Для полимеров используют наполнители широкого интервала значений удельной поверхности с $S_{уд}$ от 0,01 до 1500 м²/г [84–86].

Однако в литературе не представлены четкие зависимости свойств теплоизоляционных материалов от размера частиц наполнителя.

1.4.6 Химический состав

Химический состав чаще всего является определяющей характеристикой для возможности использования наполнителей. В таблице 4 приведена классификация часто используемых дисперсных наполнителей [81] и их химической стойкости

Таблица 4 – Классификация наполнителей по химической стойкости

Класс	Происхождение	Тип	Химическая стойкость	
			К кислотам	К щелочам
Оксиды	Минеральное	Оксид алюминия	Х	Х
		Гиббсит (тригидроксидалюминия)	Х	Х
Соли	Минеральное	Карбонат кальция Барит (сульфат бария)	П О	С О
	Органическое	Арагонит, карбонат кальция (ракушечник)	П	С
Силикаты	Минеральное	Силикат циркония (циркон)	О	О
		Силикат кальция (волластонит)	С	С
		СаМg-силикат (тремолит)	С	Х
		Силикат алюминия (каолинит)	Х	Х
		К-алюмосиликат (слюда)	Х	Х
		Силикат магния (тальк)	Х	Х
		Диоксид кремния	О	П
		Гидроксид кремния (опал)	О	Х
	Синтетическое	Na, К – алюмосиликат (полевой шпат, нефелин)	Х	Х
		Стекло (микросферы) Осажденный силикат кальция	Х П	П С
Отдельные элементы	Минеральное	Кристаллический углерод (графит)	О	О
	Синтетическое	Металлы	П	О
Органические вещества	Растительное	Каменный уголь (антрацит)	О	С
		Древесина	П	П

Обозначения: О – отличная, Х – хорошая, С – средняя, П – плохая.

Представленные в таблице свойства основных видов наполнителей относятся только к практически чистым веществам. Для использования определенных наполнителей необходим подробный дополнительный анализ состава и возможных примесей, которые могут реагировать с компонентами композиции или негативно сказываться на полимерное связующее.

Химический состав наполнителей определяет все процессы, протекающие на их поверхности, и связанные с этим эффекты. При этом важно учитывать, что состав и свойства поверхности наполнителя часто не соответствует составу и свойствам его в объеме, в связи с чем автор [81] делает вывод о необходимости исследования свойств частиц наполнителя в средах, где они были диспергированы. Также поверхностная активность (в безводных средах) зависит от адсорбированной на поверхности влаги [87].

1.4.7 Специальные характеристики

Во многих случаях к композиционным материалам предъявляются определенные специальные требования: повышенная теплопроводность, высокое звукопоглощение, радиационная стойкость, а также, что особенно важно, огнестойкость [88–90].

К наполнителям также предъявляются определенные требования в области оптических, теплофизических, электрических, реологических и других характеристик. К примеру, металлические порошки сравнительно мало влияют на прочностные характеристики наполненного материала, но позволяют в широких пределах изменять тепло- и электропроводность, теплоемкость, магнитные характеристики, а так же придавать материалу ряд специальных характеристик: защиту от электронного и проникающего излучения, изменения плотности и горючести [91–92].

Подводя итоги по характеристикам наполнителей, необходимо представить данные по наиболее распространенным веществам и материалам, используемым при производстве композиционных материалов (таблица 5).

Таблица 5 – Свойства дисперсных наполнителей

Наполнитель	Химическая формула	Плотность, кг/м ³	pH водной вытяжки	Твердость по Моосу	Модуль упругости, ГПа	Коэффициент Пуассона	Коэффициент термического расширения $\times 10^5$, 1/°C	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом.м	Форма частиц
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11
Каолин	$Al_4(Si_2O_5)_2(OH)_8$	2600	4,5	1	-	-	0,53	107-1012	пластинчатая
Тальк	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	2788	8,1-9,6	1	3,5	0,4	0,4	1,6-109	чешуйчатая
Слюда (мусковит)	$KAl_2[Al \cdot Si_3O_{10}](OH, F)_2$	2834	7,5	2,5-3,5	0,25	0,25-0,35	1,95	1016	то же
Мел	$CaCO_3$	2600-2900	9,2	3	6-9	0,28-3	0,4	108-1014	зернистая
Кварц (стекло)	SiO_2	2248	6-7,5	7-7,5	6,7-8,0	0,07-0,15	0,045	1016	то же
Барит	$BaSO_4$	4480	6,5-7,0	3-3,5	5,9-6,1	0,25-0,32	1,8	4,5	-«-
Аэросил	SiO_2	2350	4	4-6	6,5	0,15	0,1	1010	-«-
Асбест (хризотиловый)	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	2100-2800	2,5	-	16	-	0,8	-	волок-нистая
Белая сажа	$SiO_2 \cdot H_2O$	2100-2200	8-10	-	4,5-5,5	0,3	0,4	1012	зернистая
Технический углерод марки ПМ-15	C	1820	8,5	3	-	0,35	0,8	101	то же
Литопон	$ZnS(30\%)+BaSO_4(70\%)$	2500-3500	-	3-4	5,5	0,35	1,8	-	пластинчатая
Гидро-окись алюминия	$Al(OH)_3$	2420	7	6-7	-	-	6,2	105-1012	зернистая
Рутил	TiO_2	4200-4300	6-7	6,7-7,2	29	0,28	0,78	4·102	то же
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2317	8	2	1,4	0,22-0,34	2,42	108-1014	«
Корунд	Al_2O_3	3900-4000	6-7	9	37-52	0,13-0,2	0,6	4·1015	«

*Тр – температура разложения, Тпл – температура плавления.

Таким образом, существует широкий круг материалов, которые возможно использовать для наполнения теплоизоляционных композиций, придающих им дополнительные свойства. Однако выбор эффективного наполнителя в каждом конкретном случае требует проведения дополнительных исследований.

1.5 Наполнение пенопластов на основе реакционноспособных олигомеров

Газонаполненным полимерам, независимо от вида используемого полимера и способа их получения, присуща особенность – зависимость их физико-механических свойств от структуры и плотности. Эксплуатационные свойства газонаполненных композитов определяются как физико-механическими характеристиками полимерной матрицы, так и параметрами, определяющими ячеистую структуру. Следовательно, наиболее плодотворный путь повышения физико-механических, физико-химических и теплотехнических характеристик газонаполненных полимеров является использование наполнителей со специально подобранными свойствами [57,93,94].

Дисперсно-наполненные реактопласты получают в виде отверждающихся масс совмещением связующего с наполнителем в различных смесителях; такие реактопласты перерабатывают в изделия методами компрессионного или литьевого прессования и литья под давлением, реже заливкой в формы или трансфертным прессованием [95-98].

Часто наполнитель смешивают с полимерной композицией до вспенивания. Так достигается лучшее смачивание и более равномерное распределение наполнителя во вспенивающейся композиции, что определяет качество ячеистой структуры материалов. В этом случае при введении наполнителя в один из исходных компонентов вспениваемой смеси не нарушается принцип одностадийности получения пенопласта и отпадает необходимость в специальном перерабатывающем оборудовании или значительной модификации существующего.

Первый промышленный пеноматериал, содержащий значительное количество наполнителя, был разработан в США фирмой «Дюпон» [99–100].

1.5.1 Проблемы получения наполненных пенопластов

Сложность физико-химических процессов, имеющих место при получении пенополимеров, в том числе вследствие взаимодействия их с дисперсными минеральными наполнителями, приводит к трудностям при решении проблем при производстве наполненных пенопластов [101–102]. Необходимо учитывать ряд свойств композиции, факторов и условий протекания процессов, таких как:

1. Коллоидно-химическая устойчивость наполненных композиций, определяющая влияние наполнителя на процессы образования зародышей газовых пузырьков и стабильность пены.
2. Кинетическая устойчивость, при которой возможно ускорение или ингибирование наполнителем реакций, протекающих при образовании пенополимеров, и поддержание в присутствии наполнителя оптимального баланса процессов полимеро- и газообразователей.
3. Реологическая устойчивость, связанная с получением однородной композиции с целью сведения к минимуму градиента вязкости наполненной композиции.
4. Химическая устойчивость, определяющая степень регулирования композиций с целью компенсации негативного влияния наполнителей.
5. Технологические свойства (перерабатываемость), определяющие выбор оптимального режима переработки с учетом коллоидно-химических, кинетических, реологических и физических особенностей наполненных систем.
6. Материаловедческие особенности, а именно взаимосвязь морфологии ячеистой структуры и свойств наполненных пенопластов.
7. Задача подбора наполнителя для разрабатываемого наполненного пенополимера.
8. Экономические факторы, обеспечивающие экономическую эффективность производства наполненных композиций.

1.5.2 Наполнение пенополиуретановых пенопластов

В большинстве случаев пенополиуретановые композиции используют для теплоизоляции и комплексной изоляции строительных конструкций, трубопроводов в различных областях промышленности.

Существует достаточно большое количество научно-исследовательских работ по введению наполнителей и специальных дисперсных добавок в состав пенополиуретановых композиций [103–105].

Использование наполнителя приводит к модификации определенной характеристики или комплекса свойств материала. Имеются научные исследования по наполнению пенополиуретана дисперсными наполнителями для снижения пожароопасных характеристик композита [106-107].

Известны теплоизоляционные композиции, включающие пенополиуретан и, в качестве наполнителя, расширенный графит, гипс фосфогипс [108-109], жидкое стекло [110], полые стеклянные микросферы диаметром 30–50 и 60–140 мкм. [111], сланцевую золу «Zolestbet» [107] и отходы металлургии [112–113].

Анализируя работы, можно сказать, что в качестве наполнителей для модификации свойств, в том числе пожаробезопасных, композиции используют вещества и материалы различной формы, размеров, плотности, теплопроводности, прочности. Теплоизоляционные композиции имеют повышенную огнестойкостью, высокие механических характеристики. Однако использование большинства наполнителей в указанных выше работах ухудшает теплопроводность, повышает плотность материала, что ограничивает спектр их использования.

1.5.3 Наполнение карбамидных пенопластов

Существует композиция [114], в составе которой состоит сразу несколько наполнителей: экстракты коры хвойных пород и органоминеральный модификатор (зола уноса). Введением данных наполнителей достигается

снижение токсичности, уменьшение степени горючести и повышение прочности карбамидного пенопласта. Авторами [115] проводились исследования по получению композиционного пенопласта, в котором в качестве наполнителя использовался широкий спектр мелкодисперсных частиц на основе шлаковых мусоросжигательных и металлургических заводов, кремнезема, силиката калия или натрия, керамзита, гипса, мрамора и других отходов горного производства. Как утверждают авторы, получаемый материал обладает высокими физико-механическими характеристиками. Большинство из указанных наполнителей являются химически несовместимым с компонентами смеси, в частности с катализатором композиции, и имеет высокую насыпную плотность (до 1700 кг/м³). Введение таких наполнителей может привести к значительному снижению кратности вспенивания композиции, а также к нестабильности пены.

Разработке составов наполненных карбамидных пенопластов посвящен ряд работ, которые можно разделить по способам изготовления пенопластов [115–119].

Известны работы, в которых, наполненные карбамидные пенопласты, получали химическим вспениваем за счет выделяющихся газов в ходе химического взаимодействия компонентов [120].

Проводились исследования по разработке композиций, содержащих в качестве наполнителя технический мел [121] и отходы производства этилсульфонатов [122]. Труднорегулируемая кинетика пенообразования и плохая диспергируемость в результате плохого перемешивания приводят к получению пенопластов с высокой плотностью и неравномерной ячеистой структурой, что негативно сказывается на теплотехнических характеристиках вспененного материала.

Наполнение пенопластов, в том числе и карбамидных, изготавливаемых путем введения физических газообразователей или механическим вспениванием, приводит к изменениям реологических параметров пенопласта и ухудшению структуры.

Для повышения физико-механических характеристик физически вспененных карбамидных пенопластов разработаны составы на основе карбаминоформальдегидной смолы, мела, инертной пыли [123], древесной муки, опилок, а также волокнистой фильтромассы от вакуумных фильтров очистных сооружений целлюлозно-бумажных заводов [124], и отходов водоочистки ТЭЦ [125].

Использование воздушно-механического способа вспенивания большинства наполненных пенопластов, приводит к разрушению структуры образующейся пены, иногда вплоть до полного оседания. Использование воздушно-механического способа вспенивания негативным образом сказывается, как следствие, и на характеристиках получаемого материала и тем самым является неэффективным.

С целью повышения стабильности пенокомпозиата и снижения плотности его модифицировали мелкодисперсным карбонатом кальция [126]. Улучшение стабильности и увеличение кратности вспенивания смеси достигается за счет выделяющегося углекислого газа, образующегося в результате взаимодействия карбоната кальция и ортофосфорной кислоты-катализатора отверждения.

Главные исследования в области улучшения характеристик карбамидных пенопластов были направлены на разработку составов и технологии производства химически модифицированных карбаминоформальдегидных смол с целью улучшения экологической безопасности материала, снижения усадки, а также повышения физико-механических свойств пенопластов.

1.5.4 Наполнение фенолформальдегидных пенопластов

Достаточно большое распространение данные пенопласты получили за счет своих уникальных свойств: высокой огнестойкости и формостабильности. Исходные компоненты для производства данных композиатов являются одними из самых распространенных и экономически доступных видов

реакционноспособных олигомеров. Стоит отметить, что вспенивание фенолформальдегидных полимеров осуществляется так же за счет использования химических и физических газообразователей.

Как и карбамидоформальдегидные пенопласты, композиции на основе фенолформальдегидных смол не отличаются высокими физико-механическими характеристиками, хотя и превосходят предыдущие практически по всем показателям. Введение наполнителей с необходимыми характеристиками в фенолоформальдегидную композицию может улучшить эти свойства.

Введение наполнителя для улучшения механических свойств

В [127] целью являлись снижение хрупкости и улучшение деформационных свойств пенопласта. Для этого в композицию вводится минеральный пористый наполнитель – стеклопор. Но для этого необходимы дополнительные энергетические затраты.

Часто пенокомпозиции используются в области воздействия механических нагрузок, и, как следствие, способность материала поглощать механическую энергию в процессе деформации является важным свойством. В работах [128–130] использование хлорированных углеводородов и нитрильного каучука повышает ударную вязкость композиции, но не оказывает необходимого воздействия на другие характеристики композита, такие как горение и токсичность.

Введение наполнителя для снижения токсичности

Большое количество работ направлено на снижение токсичности получаемых композиций [131]. Авторы книги [132] утверждают, что при добавлении в фенолформальдегидную смолу резольного типа фтористого алюминия содержание свободного фенола в композиции снижается только в 1,5 раза. Однако данное соединение само является ядовитым веществом [133].

Введение наполнителя для повышения термоокислительной стабильности и снижения горючести композита

Для снижения данных показателей в работах [134–135] используются медный комплекс азотсодержащего макроциклического соединения и азотсодержащие минеральные вещества, существенно улучшающие показатели термоокислительной стабильности и пожаробезопасности материала. Данные композиции имеют высокое влагопоглощение и повышенную хрупкость получаемых изделий. В работе [136] для снижения горючести материала используют вспученный перлитовый песок или перлитовую породу. Однако полученный материал имеет высокую плотность и теплопроводность получаемых изделий, что значительно сокращает спектр применения получаемых изделий.

Введение наполнителя для снижения водопоглощения

Композиция [137] с использованием золы, вводимой для улучшения водопоглощения, горючести, не удовлетворяет экологическим требованиям, т.к. содержит полимерное связующее с высоким содержанием свободного фенола и формальдегида. Кроме того, введение золы с указанным в патенте химическим составом в композицию отрицательно влияет на коррозионную стойкость пены и ее механические характеристики.

Анализируя данные охранные документы, делаем вывод, что использование наполнителей улучшает механические характеристики пенопласта, но требует дополнительных технологических операций или введения вспомогательных компонентов.

При создании промышленной технологии производства наполненных пенопластов возникают проблемы:

1) Под влиянием наполнителя изменяются термо- и гидродинамические параметры формирования полимерного материала, что заставляет менять технологический режим проведения процесса; для введения наполнителя в

полимерную композицию и равномерного диспергирования в ней требуется специальное оборудование;

2) Повышение вязкости композиции при введении наполнителя, приводит к снижению производительности и удлинению технологического цикла;

3) При получении наполненных композиций повышается абразивный износ оборудования.

1.6 Влияние наполнителей на свойства и структуру пенопластов

1.6.1 Влияние наполнителей на структуру пенокомпозигов

В качестве наполнителей для производства полимерно-минеральных композигов можно использовать практически все существующие в природе материалы. Однако выбор конкретных наполнителей для модификации свойств полимерных композигов зависит от назначения использования материала, необходимости изменения определенных физико-механических показателей и от типа полимерного связующего [138-139].

При получении высоконаполненных полимерных композиционных материалов необходимо определить требования к свойствам и структуре полимерной смеси и наполнителя, а также выбрать оптимальный количественный и качественный состав наполнителей, обеспечивающий требуемые прочностные и эксплуатационные свойства [140].

Как правило, введение наполнителей во вспениваемую композицию влияет на кинетические процессы вспенивания [141], протекающие на всех стадиях образования полимерной пены. Введение наполнителей изменяет как поверхностную, так и внутреннюю структуру композита.

Наполненный полимерный композит, как правило, имеет неоднородную структуру, т.к. образуются границы раздела между фазами. В результате различного реагирования фаз материала на внешние воздействия появляются области с высокой и низкой концентрацией напряжений (термических,

механических и др.), что является непосредственным признаком отличия композита от однофазного материала [80,142]. В высоконаполненных системах возможно разрушение пены, вплоть до полного оседания, но при определенном размере частиц наполнителя возможна ее стабилизация.

В ряде случаев возможно не улучшение, а ухудшение под действием наполнителя основных свойств пенополимеров: легкости, удельной прочности, теплоизоляционной способности. Можно предположить, что для получения композиционного материала с высокими эксплуатационными характеристиками нужно выявить механизм действия наполнителя и влияние его на структуру получаемого пенополимера [143–144]. С увеличением степени наполнения равномерность распределения частиц увеличивается. Неоднородность структуры может сохраняться до высоких степеней наполнения. С возрастанием содержания наполнителя возрастает вероятность контакта частиц друг с другом. В некоторых случаях могут образовываться агломерации частиц наполнителя, что сопровождается резким падением физико-механических свойств.

Исследования многих ученых показали, что на границе контакта наполнителя и полимера наблюдаются дефекты в виде пор и трещин, что обусловлено плохой диспергируемостью поверхности наполнителя полимером и концентрацией внутренних напряжений. Такие дефекты наблюдаются у наполненных пенокомпозитов на основе реакционноспособных олигомеров.

Физическое взаимодействие полимера с поверхностью наполнителя имеет большое значение для понимания усиливающего действия в композиции. Введение частиц наполнителя в полимерную матрицу приводит к афинной деформации сетки. Как утверждает автор [77], это может быть связано с вкладом агрегатов частиц наполнителя в структуру и с влиянием наполнителя на число образующихся поперечных химических связей.

1.6.2 Межфазное взаимодействие

Структура и свойства композиционных материалов зависят от межфазовых взаимодействий компонентов. Они определяются фазовым и физическим состояниями полимера, гибкостью его цепей и плотностью сшивки, и поэтому будут различны для линейных, аморфных, кристаллических и сетчатых полимеров. В то же время первичным фактором, влияющим на основные свойства, является адсорбционное взаимодействие полимера с поверхностью твердого тела, которое определяет адгезию. Адгезия играет важную роль при формировании полимерных композиционных материалов, для обеспечения которой необходима прочная негидролизуемая химическая связь [145–146].

Химические и водородные связи между функциональными группами наполнителя и полимерного связующего приводят к увеличению неоднородности структуры вспененных полимерных материалов. При взаимодействия полимера с тонкодисперсными материалами, частицы наполнителя могут принимать участие в процессах сшивания, образуя центры структурообразования, вокруг которых образуются ориентированные слои полимерного связующего с плотной упаковкой компонентов. Данные узлы не разрушаются в экстремальных условиях эксплуатации. [77,147].

1.6.3 Влияние наполнителей на эксплуатационные свойства полимеров

Влияние наполнителей на теплоемкость и теплопроводность полимеров

При введении в полимерную матрицу наполнителя снижаются усадка и термическое расширение полимерной композиции, увеличивается теплопроводность, однако плотность материала остается неизменной [140]. Теплоемкость характеризует способность поглощать энергию, которая выделяется в вследствие молекулярного движения [148–149]. Наполнители, в зависимости от состава могут изменять теплопроводность [150]. Степень влияния наполнителей на теплопроводность зависит от размера и формы частиц наполнителя, их

распределения в матрице полимера и взаимодействия наполнителя с композицией.

Введение наполнителей влияет на теплоемкость и теплопроводность, изменяя коэффициент их температуропроводности [150], а это, в свою очередь, снижает количество брака в процессе переработки вследствие уменьшения коробления, усадки и т.п.

Влияние наполнителей на горение полимера

Горючесть композиционных материалов снижается при большом содержании высокодисперсных минеральных, в некоторых случаях, органических наполнителей. Некоторые замедлители горения (красный фосфор, трехокись сурьмы, соли фосфорной кислоты) [151] рассматриваются как наполнители, когда не наблюдается их растворения в полимерной матрице.

В качестве порошкообразных наполнителей, способствующих снижению горючести, применяют окислы и гидроксиды некоторых металлов: [152–153], графит [154], оксиды кремния, сурьмы, бораты цинка [155], природные минеральные наполнители [156]. Большинство из порошков являются ингибиторами воспламенения и горения и используются в качестве огнетушащих веществ [157]. Из ингибиторов горения в пламенной зоне наиболее эффективны окислы, затем в порядке уменьшения эффективности следуют соли: карбонаты, бромиды, сульфаты и фосфаты [158–159].

На горючесть наполненных композиционных материалов влияют химическая природа наполнителя, его дисперсность, а также адгезия. С ее увеличением возрастает прочность материала, и, как следствие, увеличиваются огнестойкость и стабильность к термоокислению.

Большую роль в снижении горючести композиционных материалов играет степень наполнения. В работах [160–162] рассмотрено влияние инертных и активных наполнителей на процесс горения полимерных композиций.

Влияние наполнителей на электрические свойства полимеров

Механизм электропроводимости наполненных полимеров близок к туннельному, тем не менее не исключается возможность эмиссии электронов от частицы к частице. Туннельное сопротивление определяется толщиной слоя полимера, который зависит от содержания, размера частиц и плотности упаковки [163–164].

Электропроводимость композиционных материалов, содержащих наполнители, зависит от природы наполнителя, количества и характера расположения его частиц в полимерной матрице, а также от контактного сопротивления между частицами [165].

Влияние наполнителей на механические свойства полимеров

Влияние наполнителей на механические свойства полимерных материалов до конца не изучено. Введение дисперсных частиц в полимерную композицию создает на границе раздела полимер-наполнитель напряжения, которые снижают прочность получаемых изделий [166]. Наполнитель изменяет структуру получаемых пенопластов: в наполненных материалах увеличивается доля слабых адсорбционных связей и повышается ориентация макромолекул в направлении действия нагрузки, что увеличивает прочностные свойства материала [167]. В стеклообразном состоянии тонкодисперсные материалы снижают прочность, в высокоэластическом – являются армирующими веществами [168]. Кристаллизующиеся полимеры не упрочняются при наполнении. Это объясняется тем, что уменьшение ориентирующего влияния наполнителя снижает прочность при концентрациях наполнителя, превышающих оптимальную.

Армирование полимеров при введении дисперсных наполнителей происходит за счет взаимодействия частиц наполнителя друг с другом, образуя непрерывный армирующий каркас [169–171]. В ряде случаев наблюдается зависимость прочности от степени наполнения, характеризующаяся наличием концентрационного оптимума [172–173].

При введении наполнителя больше этого оптимума нарушается непрерывность сетчатой структуры.

В данном пункте необходимо отметить важность адгезионной связи полимера и наполнителя при определении прочностных характеристик [174]. Поэтому поверхностная обработка наполнителя, в результате которой изменяется природа взаимодействия на границе раздела, оказывает большое влияние на прочностные характеристики композита.

1.6.4 Повышение реакционной способности наполнителя

Введение наполнителей в полимерную композицию влияет на процесс получения пенополимеров, вследствие значительно затрудняет описание химических и физических явлений. Как уже говорилось, структура наполненных пенополимеров зависит от многих свойств наполнителя, и, в первую очередь, от физико-химической активности поверхности. Наиболее распространенным способом активации наполнителя, используемым в композиционных материалах, является обработка поверхности при помощи механических или физико-химических методов.

Существуют причины, которые влияют на повышение реакционной способности, а так же изменения свойств частиц наполнителя при их диспергировании [175–176]:

1. Уменьшение размеров частиц и увеличение кривизны их поверхности приводит к повышению свободной поверхностной энергии и к возникновению термодинамически нестабильных состояний.
2. Физическое разрушение ячеистой структуры поверхностных слоев частиц дисперсных веществ.
3. Переход слоев наполнителя в результате пластических деформаций в квазиаморфное состояние при обычных температурах, что ведет к повышению свободной энергии.

4. Образование некомпенсированных валентностей на новых поверхностях. Такие поверхности активно вступают в реакции с различными веществами. Причем в зависимости от природы наполнителя и типа связи между атомами в его молекуле возможно образование свободных радикалов, и появление активных состояний.

5. Электроны экзоэмиссии и особенно механоэмиссии, обладающие большой энергией, могут инициировать полимеризацию мономеров, контактирующих с измельчаемыми веществами [177–178].

Влияние наполнителя на процесс формирования пенокомпозитов исследован не до конца, тем не менее известно, что в зависимости от размера частиц наполнителя и физико-химических свойств его поверхности можно оказывать влияние на уменьшение толщины пленок между воздушными пузырьками за счет дренажа смеси, что создает условия агрегатной устойчивости пен, т.е. ее стабильность во времени [179].

Обобщая вышесказанное, можно систематизировать влияние различных известных наполнителей на различные свойства и структуру материалов следующим образом (таблица 6):

Таблица 6 – Виды дисперсных наполнителей и их влияние на свойства полимерных композиционных материалов

Наполнитель	Изменение свойств
Волластонит	Повышает жесткость и теплостойкость. Снижает ударопрочность. Может увеличивать анизотропию усадки и коробление.
Каолин	Увеличивает жесткость и теплостойкость. Улучшает окрашиваемость. Снижает анизотропию усадки и коробление.
Мел	Придает белый цвет. Уменьшает анизотропию усадки и коробление. Снижает стоимость материала.
Металлические наполнители	Значительно повышают прочность, жесткость, ударопрочность. Повышают электропроводность и теплопроводность. Используется в композитах для ЭМИ-экранирования. Применяются для получения тяжелых материалов (с плотностью 2-10 г/см ³).
Минеральные наполнители	Увеличивают жесткость, теплостойкость, дугостойкость, искростойкость. В основном уменьшают коробление за счет снижения анизотропии усадки. Могут увеличивать или уменьшать прочность. Снижает ударную прочность, относительное удлинение при разрыве. Увеличивают плотность изделий.
Стекланные	Увеличивают жесткость. Снижают вес изделия. Снижают анизотропию усадки

сферы, микросферы	и коробление. Уменьшают прочность, ударопрочность.
Стеклянные шарики,	Увеличивают прочность на сжатие, жесткость, твердость, износостойкость, теплостойкость. Повышают стабильность размеров. Уменьшают ударопрочность. Увеличивают хрупкость. Снижают анизотропию усадки и коробление.

Использование наполнителей различного происхождения дает возможность, модифицируя физико-механические, теплотехнические, пожаробезопасные и эксплуатационные свойства полимерных композиционных материалов, а так же их структуру с использованием одной и тоже полимерной составляющей, получить ряд материалов с различными характеристиками. Стоит отметить, что существует также достаточно большое количество наполнителей [81], не влияющих на физико-механические характеристики полимерного композита, использующихся только для снижения его стоимости.

Выводы

На основании анализа литературы можно сделать следующие выводы:

1. Проведен анализ видов теплоизоляционных полимерных материалов для трубопроводов, соответствующих нормативным требованиям. К основным материалам относятся пенополиуретан, вспененный полиэтилен, пенополистирол и пенопласт ФРП-1, карбамидные материалы. Большинство используемых материалов имеют ряд недостатков: повышенная горючесть, значительная усадка, низкая механическая прочность, повышенная токсичность, высокая гигроскопичность и биологическая стойкость.

2. При изучении зарубежных и отечественных работ выявлено, что наиболее оптимальным путём улучшения механических и других эксплуатационных свойств пенопластов является введение наполнителей. Выполнен анализ их основных свойств, которые определяют возможность применения наполнителей в вспененных полимерных композициях.

3. При обзоре литературы по созданию наполненных композиционных пенопластов на основе реакционноспособных олигомеров выявлено, что наиболее распространенными являются композиционные пенопласты на основе полиуретанов, карбамидоформальдегидных и фенолформальдегидных смол. В качестве наполнителей используют различные материалы: графит, гипс, фосфогипс, вермикулит, перлит, жидкое стекло, стеклянные микросферы, отходы металлургии, в том числе теплоэнергетики.

4. При введении наполнителей в полимерную композицию изменяются термо - и гидродинамические параметры формирования материала, что требует оптимизации технологического режима.

5. Введение наполнителей во вспениваемую композицию влияет на кинетические процессы вспенивания, изменяет структуру и свойства (механические, теплотехнические, электрические, пожароопасные) композита. Проанализированы основные проблемы получения наполненных пенопластов.

6. Оптимальным связующим для теплоизоляции трубопроводов по ряду физико-химических показателей является фенолформальдегидная смола, которая обладает к тому же высокой биологической стойкостью.

7. Промышленностью выпускаются различные фенолформальдегидные смолы нового поколения с пониженным содержанием остаточного фенола позволяющие получать экологически безопасные строительные материалы.

На основании анализа литературных источников определены цели и задачи исследования.

Целью исследования является разработка композиций и технологии производства высокоэффективных материалов для теплоизоляции трубопроводов на основе терморезистивных фенолформальдегидных смол нового поколения и зол уноса ТЭЦ в качестве эффективного, доступного наполнителя.

Задачи исследования:

1. Обоснование возможности использования зол уноса в качестве наполнителя для производства вспененных теплоизоляционных материалов.

2. Разработка рецептур композиций для производства полимер-минеральных теплоизоляционных материалов.

3. Изучение взаимодействия наполнителей – зол уноса различного химического состава с фенолформальдегидным связующим при производстве вспененных теплоизоляционных композиционных материалов.

4. Изучение кинетических особенностей пенообразования композиций с использованием зол уноса и оптимизация технологических параметров производства на их основе теплоизоляционных материалов.

5. Изучение структуры, свойств и характеристик новых полимер-минеральных теплоизоляционных композитов.

6. Изучение рынка потребления нового строительного теплоизоляционного материала с учетом экономических показателей его производства (Анализ конкурентоспособности нового материала).

2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ И ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Применяемые материалы

2.1.1 Смолы фенолформальдегидные

В настоящее время для получения изделий, в том числе материалов для изоляции магистральных и локальных трубопроводов различного назначения из полимер-минеральных композитов (ПМК), применяют широкий спектр термореактивных фенолформальдегидных связующих [180–182].

Фенолформальдегидные смолы (ФФС) – одни из самых распространенных и экономичных видов реакционноспособных олигомеров [184–186].

Преимуществом таких связующих является достаточно высокая прочность, термостойкость, радиационная, химическая и биологическая стойкость, низкая вязкость растворов и хорошие адгезионные свойства. Эти свойства достаточно важны при создании теплоизоляционных материалов (ТИМ). Однако, как и все материалы, фенолформальдегидные полимеры имеют ряд недостатков: хрупкость, низкая трещиностойкость и низкая ударная вязкость [183].

Производство ФФС в России развивается быстрыми темпами, что связано с постоянно растущим спросом со стороны потребляющих отраслей, и организовано на 25 предприятиях. Крупнейшими из них являются ОАО «Уралхимпласт», ФКП «Завод им. Я.М. Свердлова», ЗАО «Метадинеа», ОАО «Карболит», ЗАО «Тюменский завод пластмасс», а также ООО ПО «Токем». В 2012 году объем выпуска этой продукции составил 139,9 тыс. тонн. При этом 25% спроса на российском рынке удовлетворяется за счет импортной продукции.

Теплоизоляция на основе ФФС обладает достаточно низкой плотностью, высокими теплозащитными характеристиками, хорошей формостабильностью и низкой степенью возгораемости. Это является отличительным свойством от других видов газонаполненных ТИМ (пенополиуретана, полистирола,

пенополивинилхлорида). Теплоизоляционные материалы на основе ФФС инертны к агрессивным средам, кислотам, щелочам и являются биологически устойчивыми. Именно эти качества обуславливают перспективы использования данных видов ТИМ в строительстве и других отраслях промышленности [187–188].

В настоящее время в России выпускается более 20 наименований фенолформальдегидных полимеров. Наиболее распространенными марками данных полимеров являются СФЖ-309 (ГОСТ 20907-75), СФЖ-98К (ТУ 2221-069-05015227-2001), ФФ-65С (ТУ6-00-5751766-4-88), ФРВ-ЭМ, ФРВ-1А (ТУ 6-05-1104-78), БС-40 (ТУ 2223-016-58948815-2004), (СФ-015 ГОСТ 18694-80) и другие.

Для наших исследований были выбраны фенолформальдегидные смолы нового поколения с пониженным содержанием фенола марок Красфор РР-23 (г. Красноярск), ФРВ-ЭМ и ФРВ-1А (ООО Завод «Заря-Химпромволга», г. Дзержинск).

Смола фенолформальдегидная вспенивающаяся марки ФРВ-1А (Приложение А) — гомогенная смесь нейтрализованных и подсушенных продуктов щелочной конденсации фенола и формальдегида серебристого цвета средней текучести, в которую введены ПАВ (поверхностно-активные вещества) и алюминиевая пудра ПАП-2. Частицы алюминия в пудре покрыты тонкой оксидной и жировой пленкой. Средняя толщина лепестков составляет приблизительно 0,25-0,50 мкм, а средний линейный размер — 20-30 мкм.

Насыпная плотность пудры составляет около 0,15–0,30 г/см³, содержание активного алюминия – 85–93%. Всплываемость – 80%. Площадь покрытия на воде – 10400 см²/г. Жировые добавки – 2,6%.

Смола ФРВ-1А применяется в производстве заливочных пенопластов, используемых в качестве теплозвукоизоляционных материалов во многих сферах народного хозяйства.

Технические характеристики смолы марки ФРВ-1А приведены в таблице 7 [189].

Таблица 7 – Физико-химические характеристики смолы марки ФРВ-1А

№	Наименование показателя	Значение
1	Кратность вспенивания, не менее	21
2	Вязкость условная, с, не более:- в момент изготовления	450
3	- в течение гарантийного срока	200
4	Массовая доля щелочи, %	6,0-7,5
5	Массовая доля нелетучих веществ, % (сухой остаток) не менее	75
6	Массовая доля свободного фенола, % не более	11

Фенолформальдегидные смолы марки ФРВ – 1А взрывобезопасны, а так же трудновоспламеняемы. Смолы обладают большой кратностью вспенивания. Выбор обусловлен:

1. Высокая реакционная способность, обеспечивающая быстрый переход в стадию резита при действии кислотных катализаторов.
2. Низкая вязкость, позволяющая проводить быстрое и качественное смешение компонентов композиции.
3. Высокая концентрация раствора олигомера, способствующая получению пенопластов с минимальной усадкой.
4. Низкое содержание свободных фенолов и формальдегида. [190]:

Смола фенолформальдегидная марки ФРВ-ЭМ

Для улучшения механических и теплотехнических характеристик материала использовалась фенолформальдегидная вспенивающаяся смола марки ФРВ-ЭМ производства ЗАО «Южный», г. Дзержинск.

ФФС марки ФРВ-ЭМ (Приложение А) – прозрачная жидкость коричневого цвета, предназначена для производства пенопластов. ФРВ-ЭМ содержит ПАВ, но не содержит алюминиевой пудры. Для газообразования данной смолы используются дополнительные компоненты-петролейный эфир или фреон-113. В качестве катализатора при применении данного типа смолы возможно использование паратолуолсульфокислоты.

Основные характеристики фенолформальдегидной смолы марки ФРВ-ЭМ показаны в таблице 8.

Таблица 8 – Физико-химические характеристики смолы марки ФРВ-ЭМ

№	Наименование показателя	Значение
1	Вязкость условная, при 20 по вискозиметру ВЗ-246, с.	78
2	Массовая доля свободного вещества (сухого остатка), %.	77,5
3	Массовая доля свободного фенола, %	8,7
4	Массовая доля свободного формальдегида, %.	1,7
5	Водородный показатель (рН среды)	6,8

Смола ФРВ-ЭМ в соответствии с паспортом продукции улучшает механические характеристики материала. Использование данной смолы снизит вязкость смеси, что позволит обеспечить лучшее смешение компонентов. Смола ФРВ-ЭМ обладает пониженным содержанием свободного фенола и формальдегида.

Смола фенолформальдегидная марки Красфор PF-23

Так же в качестве связующего компонента композиции использовалась смола фенолформальдегидная модифицированная марки Красфор PF-23 (ТУ 2221-001-57327028-2007) производства ООО «Гамбит» (Приложение А). ФФС марки Красфор PF-23 представляет собой однородную прозрачную жидкость от светло-коричневого до темно-коричневого цвета. Смола Красфор PF-23 применяется в производстве древесностружечных плит пониженной токсичности, предназначенных для производства мебели, в производстве фанеры, для склеивания деталей мебели, для изготовления деталей мебели, изготовление литейных стержней и форм, для производства теплоизоляционных изделий на основе базальтового волокна.

Основные характеристики фенолформальдегидной смолы марки Красфор PF-23 показаны в таблице 9.

Таблица 9 – Физико-химические характеристики смолы марки Красфор PF-23

№	Наименование показателя	Значение
1	Массовая доля нелетучих веществ, не менее %	48,0-52,0
2	Массовая доля щелочи, не более %.	1,2
3	Массовая доля свободного фенола, %	1,5

4	Массовая доля свободного формальдегида, %.	0,8
5	Водородный показатель (рН среды)	8,0-9,0
6	Растворимость при 20°C в объемном отношении к технической воде, не менее	1:20
7	Плотность, гр/см ³	1,16

Основным преимуществом смолы данной марки является низкое содержание свободного фенола и формальдегида, что позволит получать материал пониженной токсичности.

2.1.2 Смолы карбамидоформальдегидные КФ-МТ-15

В качестве материала, способствующего регулированию теплотехнических и механических характеристик композита, использовались карбамидоформальдегидные смолы. Это продукт поликонденсации карбамида с формальдегидом, представляющий собой однородную суспензию молочно-белого цвета без посторонних механических включений.

Основные характеристики карбамидоформальдегидной смолы марки КФ-МТ-15 (ГОСТ 14231-88) ООО «Увадрев-Холдинг» г. Уфа, используемой в данной работе, приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Физико-химические характеристики смолы марки КФ-МТ-15

№	Наименование показателей	Значение
1	Массовая доля сухого остатка, %	66,0 ± 2,0
2	Массовая доля свободного формальдегида, %, не более	0,15
3	Условная вязкость при (20,0±0,5) °С, сек.: - по вискозиметру ВЗ-246 (ВЗ-4) с диаметром сопла 4 мм	50 - 80
4	- по вискозиметру ВЗ-246 (ВЗ-4) с диаметром сопла 6 мм	-
5	Концентрация водородных ионов, рН	7,5 - 8,5
6	Время желатинизации при 100°C, сек.	50-70
7	Смешиваемость смолы с водой при температуре (20±1)°С в соотношении по объему 1:2	—
8	Предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры после вымачивания образцов в воде в течение 24 часов, МПа, не менее	1,6
9	Массовая доля свободного формальдегида, не более %.	0,15

Выбор данной смолы обусловлен:

- 1) Низким содержанием свободного формальдегида в материале.
- 2) Доступностью материала: почти в каждом регионе России присутствуют 1-2 изготовителя смолы этого типа.

- 3) Низкой стоимостью.
- 4) Пенопласты на ее основе обладают низкой кажущейся плотностью, хорошими тепло- и звукоизолирующими свойствами [190].

2.1.3 Вспенивающий-отверждающий агент ВАГ-3

В роли катализатора в композиции использовался продукт ВАГ-3 (Приложение А) производства ООО «Уралхимпласт», г. Нижний Тагил. ВАГ-3 — кислота полимерного типа, представляющая собой водный раствор продукта конденсации фенолсульфокислоты, карбамида и формальдегида в смеси с ортофосфорной кислотой, представляет собой вязкую прозрачную жидкость от желтого до коричневого цвета. Технические характеристики продукта ВАГ-3 приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Основные характеристики смолы марки продукта ВАГ-3

№	Наименование показателя	Значение
1	Кислотное число, мг КОН/г продукта	225-255
2	Плотность при 20°C, г/см ³ (справочное)	1,39-1,43

Продукт ВАГ-3 растворяется в спиртах, диметилформамиде и ограниченно (1:1 по объёму) смешивается с водой, не взрывоопасен и трудновоспламеняем в открытом состоянии при нахождении в таре из полиэтилена и других кислотостойких материалов. Продукт ВАГ-3 выполненных из нестойких к действию сильных кислот марок стали, из-за возможности накопления водорода в этих ёмкостях, выделяющегося при протекании реакции продукта ВАГ-3 со сталью.

2.1.4 Отвердители

Уротропин

В качестве отвердителя фенолформальдегидных полимеров применяют уротропин (гексаметиленetetрамин) – ГОСТ 1381-73, химическая формула —

$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$. Это кристаллический порошок белого цвета, легко растворимый в холодной воде, труднее – в горячей, еще труднее – в спирте. Гигроскопичен.

При введении уротропина в смесь на основе терморезактивных смол и продукта ВАГ-3, он разлагается на формальдегид и аммиак. Выделяющийся формальдегид создает избыток альдегидного компонента и реагирует с олигомером с образованием вещества с трехмерной структурой [191–195].

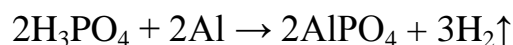
Петров Г.С. установил, что при нагревании фенола с гексаметилентетрамином до 140°C аммиак выделяется в количестве не более 40–50%, остальная часть остается в смоле. На основании результатов его работ можно предполагать, что реакция фенола с уротропином образует соединения с метиленамиными мостиками между бензольными ядрами. Диметиленаминовые мостики $-\text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_2 -$ отличаются большой химической и термической стойкостью, что Сирота А.Г. объясняет прочными водородными связями между атомами кислорода фенольных гидроксильных групп и атомами азота [196]. Крупнейшим производителем уротропина в России является Губахинский ОАО «Метафракс».

Ортофосфорная кислота

Ортофосфорная кислота применяется в смеси с другими, более сильными кислотами, так как в их отсутствии не происходит завершение процесса поликонденсации (при комнатной температуре). Однако их использование оправдано тем, что сильные кислоты повышают огнестойкость композиции [196,197].

В качестве отвердителя и ускорителя реакции использовалась ортофосфорная кислота (ОФК) (ГОСТ 6552-80). Это неорганическая кислота с химической формулой H_3PO_4 , которая при стандартных условиях представляет собой бесцветные гигроскопичные кристаллы [197]. Данная кислота менее коррозионоактивна по сравнению с другими минеральными кислотами.

Композиция вспенивается водородом, выделяющимся при реакции ортофосфорной кислоты с алюминиевой пудрой:



Ортофосфорной (или просто фосфорной) кислотой называют её 85% водный раствор (бесцветная сиропообразная жидкость без запаха). Растворимость в воде – 548 г/100 мл [198]. Температура плавления – 42,35°C, температура разложения – 213°C. Плотность – 1,87 г/см³ (при 20°C).

Ортофосфорная кислота входит в состав вспенивающе-отверждающего агента [198]. Композиция вспенивается водородом, выделяющимся при реакции ортофосфорной кислоты с алюминиевой пудрой. Ортофосфорная кислота используется также в качестве вспенивающе-отверждающего агента карбамидоформальдегидных олигомеров, которые использовались при разработке рецептур пенопластов.

2.1.5 Газообразователи

Для достижения наилучшего вспенивания композиции использовался петролейный эфир (ПЭ) на базе бензиновых фракций с температурой кипения 40–70°C и 70–100°C. Характеристики ПЭ приведены в таблицах 11–12.

Таблица 11 – Физико-химические характеристики ПЭ 40-70°C

№	Наименование показателя	Норма
1	Плотность при температуре 20°C, г/см ³ , в пределах	0,640-0,660
2	Температурные пределы перегонки, °C (в указанных пределах перегоняется не менее 95% по объёму) при 101,3 кПа	40-70
3	Массовая доля нелетучего остатка, %, не более	0,001
4	Массовая доля воды, %, не более	0,005
5	Массовая доля кислот (в пересчете на уксусную кислоту), %, не более	0,0005

Таблица 12 – Физико-химические характеристики ПЭ 70-100°C

№	Наименование	Показатель
1	Плотность при 20°C, г/см ³ , в пределах	0,670-0,710
2	Температурные пределы перегонки (в указанных пределах перегоняется не менее 95% по объёму), при 101,3 кПа, °C	70-100
3	Массовая доля нелетучего остатка, %, не более	0,003
4	Массовая доля серы (S), %, не более	0,0005
5	Массовая доля воды, %, не более	0,001
6	Массовая доля кислот (в пересчёте на уксусную кислоту), %, не более	0,001

ПЭ является легколетучей и легковоспламеняющейся жидкостью, но использование данных соединений не повлияет на огнестойкость композиции, поскольку содержание ПЭ в рецептуре незначительно. Кроме того, петролейный эфир обладает низкой токсичностью [200].

Основными факторами, повлиявшими на выбор данных газообразователей, являются:

- 1) Петролейный эфир в жидком состоянии является инертным веществом и не влияет на физические и химические свойства полимера.
- 2) Достаточно легко растворяется и смешивается с композицией.
- 3) В газообразной форме термически стабилен и химически инертен.
- 4) Не требует применения специального оборудования.
- 5) Является экономически доступным.
- 6) Известна практика использования этого материала для вспенивания полиуретанов.

2.1.6 Поверхностно-активные вещества

Как известно получение полимерных пен возможно и без применения поверхностно-активных веществ. Но для повышения агрегативной устойчивости и формостабильности ячеистых структур в состав композиции вводят ПАВ [201]. Роль поверхностно-активных веществ в процессе формирования пеноматериалов многообразна: облегчают диспергирование плохо совмещающихся компонентов; способствуют диспергированию пузырьков воздуха в системе, которые в дальнейшем играют роль центров образования газовой фазы; служат для полимерных пен стабилизаторами образующейся жидкой пены. В частности, эмульгаторы повышают гомогенность и стабильность системы при составлении композиции и ее вспенивании [202].

В ходе разработки рецептур материала в качестве эмульгатора использовался оксиэтилированный алкилфенол ОП-10. Данный эмульгатор представляет собой продукт обработки смеси моно- и диалкилфенолов окисью

этилена и применяется в качестве смачивающих и эмульгирующих ПАВ. Продукт ОП-10 относится к неионогенным поверхностно-активным веществам [203].

Эмульгатор ОП-10 по физико-химическим показателям соответствует нормам ГОСТ 8433-81 (таблица 13).

Таблица 13 – Физико-химические показатели вещества ОП-10

№	Наименование показателя	Показатели
1	Внешний вид	Маслоподобная жидкость светло-желтого цвета
2	Массовая доля основного вещества, не менее %	80
3	Массовая доля воды, не более %	0,3
4	Водородный показатель pH водного раствора при концентрации 10 г/л.	6-8

Температура вспышки ОП-10 – температура самовоспламенения – 400°C, нижний предел воспламенения – 75°C.

Таким образом, композиция для получения теплоизоляционных материалов на основе фенолформальдегидных смол представляет собой сложную смесь химических соединений, каждое из которых выполняет определенную функцию при получении композиционного теплоизоляционного материала. При этом первостепенной является задача производства теплоизоляции, обладающей одновременно высокими теплотехническими и физико-механическими характеристиками, а также снижения ее горючести и себестоимости. Решению этой комплексной задачи способствует использование в составе композиций доступных, недорогих минеральных наполнителей.

2.2 Анализ возможности использования зол уноса при производстве композиционных материалов

2.2.1 Золы уноса как наполнитель для производства материалов

Основными видами техногенных продуктов, пригодных для использования в производстве строительных материалов, являются золы и шлаки ТЭЦ. Так, например, уже нашли применение вяжущие, бетоны и изделия с использованием

различных шлаков, шламов и зол теплоэнергетики [204-205]. Отходы теплоэнергетической промышленности используются для производства шлакового кирпича [206-208].

Золы и золошлаковые смеси используют в дорожном строительстве при сооружении земляного полотна, для устройства укрепленных оснований, в качестве заполнителя и минерального порошка в асфальтобетонах [209–210]. Зола уноса применяется как добавка взамен части цемента и заполнителя при приготовлении тяжелого бетона и раствора [211–213].

Использование техногенных продуктов в производстве строительных материалов способствует решению следующих основных задач [214]:

- экономии сырьевых ресурсов;
- утилизации отходов;
- улучшению экологической обстановки в регионах.
- снижению энергозатрат

В настоящее время весьма актуальным вопросом является проблема гранулирования золы [215].

Механизм межфазного взаимодействия в системах полимер — наполнитель весьма сложен и полностью не изучен. В случае термореактивных полимеров исследование взаимодействия полимер — наполнитель осложняется рядом причин. Во-первых, материалы образуются в результате отверждения низкомолекулярных олигомеров в присутствии наполнителя, который может влиять на процесс отверждения олигомерного связующего, вступая в химические реакции с его реакционноспособными группами и с отвердителем. Во-вторых, поскольку образование пенопласта из олигомера и отвердителя происходит в присутствии наполнителя, трудно различить вклад влияния технологических факторов и поверхностных эффектов на кинетику процесса и структуру получаемого материала. Возможность использования зол уноса при производстве теплоизоляционных материалов является темой большого количества исследований [216–218].

2.2.2 Проблема и перспективы использования зол уноса на ТЭЦ

На территории Иркутской области за 2013 год по данным статистической отчетности образовалось 72740173,810 тонн отходов [219]. Существенную часть этого количества составляют отходы теплоэнергетического комплекса – золошлаковые отходы и золы уноса.

В Иркутской области действует 9 тепловых узлов, расположенных в крупных городах Иркутской области: Ново-Зиминская ТЭЦ, Ново-Иркутская ТЭЦ, ТЭЦ-10 (г. Ангарск), ТЭЦ-11 (г. Усолье-Сибирское), ТЭЦ-12 (г. Черемхово), ТЭЦ-16 (г. Железногорск-Илимский), ТЭЦ-6 (г. Братск), ТЭЦ-9 (г. Ангарск), Усть-Илимская ТЭЦ. Ежегодно объем потребления угля растет. В 2012 году было переработано 10 млн. тонн угля, в 2013 году — 14 млн. тонн, а в 2015 году прогнозируется переработать 26 млн. тонн. В Иркутской области за годы работы энергосистемы на золоотвалах накоплено более 84 млн. тонн золошлаковых отходов, которые являются серьезнейшим источником загрязнения окружающей среды региона. Суммарный годовой выход золошлакоотходов – около 1,7 млн. тонн. Прогнозируется, что через несколько лет в Иркутской области хранить золошлаки будет негде [220].

Попадая в отвал, зола становится бесполезной, но, снятая с фильтров, она может применяться при производстве различных строительных теплоизоляционных материалов, в том числе ячеистого бетона, железобетонных и керамзитобетонных изделий, дорожных покрытий [221–222].

Байкальский регион является лидером в России по объему использования отходов теплоэнергетики-золошлаковых отходов. Общее количество образовавшихся золошлаков от сжигания углей в 2010 году составило 1646850,097 тонн, из которых реализовано потребителями 943403,19 тонн золошлаков от сжигания углей, их них 885769,11 тонн — золошлаковая смесь (из золоотвала), 57634,08 тонн – зола уноса (сухая зола), что составляет 57%, учитывая, что средний уровень утилизации ЗШО по стране составляет не более 2–3 % [219].

В ходе выполнения диссертационного исследования был определен перечень предприятий Иркутской области, а так же соседних регионов, на которых образуются золы уноса ТЭЦ. Налажены контакты с ОАО «Иркутскэнерго» и ЗАО «Иркутскзолопродукт». Установлены данные по объемам образования и возможности реализации продуктов, а также способе их складирования (совместно или отдельно с золошлаком) и режиме (особенностях) золоудаления. Определены характеристики зол уноса ТЭЦ по данным ЗАО «Иркутскзолопродукт» и собственным исследованиям.

На предмет возможности использования для производства теплоизоляционного материала рассматривались пробы зол уноса ряда ТЭЦ Иркутской области. Важным фактором являлась возможность сухого отдельного отбора золы на ТЭЦ, что реализуется в настоящее время на ряде предприятий Иркутской области.

Как уже отмечалось, отходы теплоэнергетики нашли достаточно широкое применение в качестве компонента для производства цементов, керамических изделий, ячеистых бетонов и наполненных полимерных материалов. Однако применение данного вида сырья для производства теплоизоляционных материалов на практике не реализовано.

2.2.3 Свойства зол уноса

Зола уноса – тонкодисперсный материал, улавливаемый из отходящих газов ТЭС, состоящий, как правило, из частичек размером от долей микрона до 0,14 мм. Соотношение золы уноса и шлака в смеси определяется видом и технологией сжигания топлива [223].

Зола большинства видов топлива на 98–99% состоит из свободных и связанных в химические соединения оксидов кремния, алюминия, железа, кальция, магния, калия, натрия, титана и серы. Помимо указанных соединений, зола также может включать почти все элементы периодической системы Д.И. Менделеева. Из

микрокомпонентов в золе содержатся бор, молибден, германий, галлий, уран, мышьяк, ванадий, ртуть, цинк, свинец, никель, кобальт, фтор и т.д.

В соответствии с ГОСТ 25818-9 «Зола уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия», золы подразделяют на типы в зависимости от химического состава:

- кислые (К) – антрацитовые, каменноугольные и буроугольные, содержащие оксид кальция до 10 %;
- основные (О) – буроугольные, содержащие оксид кальция более 10 % по массе.

Многими исследователями было изучено большое число проб золы и шлака, отработанных непосредственно на ТЭЦ, сжигающих топливо различных месторождений [224–225].

Результаты исследования подтверждают, что вещественный состав золы и шлака определяется, в первую очередь, чрезвычайно сложным и многообразным составом минеральной части топлива и минералов вмещающих пород [226].

Результаты химического анализа золы уноса и золошлаков свидетельствуют о том, что в качестве макрокомпонентов золошлаковый материал содержит кварц ($\alpha\text{-SiO}_2$), монтмориллонит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Выявлено присутствие андалузита ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$), гидроаргиллита ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), мусковита ($\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), титаната натрия ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{TiO}_2$), гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Следует отметить, что распределение компонентов, содержащихся в природных углях, между золой и шлаком крайне неравномерно [227].

По минералогическому составу и свойствам золы уноса могут отличаться друг от друга главным образом содержанием оксида кальция, что позволяет относить золы либо к инертным кислым наполнителям типа пуццоланы, либо к гидравлически активным основным золам.

Используемые золы от сжигания углей на ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго» отличаются не только от зол уноса ТЭЦ других регионов, но и между собой. Несомненно, характеристики любой золы уноса будут влиять на возможность

получения композиции, а также на свойства конечного изделия. Одним из таких показателей является влажность материала.

Влажность

Согласно ГОСТ 25592-91 влажность золы уноса при использовании в бетонах не должна быть более 1 %. Влажность — один из важнейших показателей качества сырья при изготовлении наполненных пластмасс. Это вызвано особенностями процесса взаимодействия компонентов композиции, используемого для производства строительных материалов.

Данная характеристика золы уноса является наиболее важной при получении теплоизоляционного материала, поскольку повышенное содержание влаги приводит к:

- неравномерному смешиванию сырья за счет наличия дополнительной фазы в композиции (водной фазы);
- переходу образующегося пара от избыточной влаги в расплав и далее в структуру материала, что приводит к его неоднородности;
- снижению прочностных характеристик вследствие фазового перехода пар-вода при остывании композиции;
- снижению морозостойкости вследствие присутствия дополнительной воды;
- увеличению хрупкости вследствие нарушения сплошности и структуры поверхности материала;
- ухудшению теплотехнических свойств изоляции;
- ухудшению внешнего вида изделий вследствие нарушения текстурных характеристик.

Влажность зол уноса ОАО «Иркутскэнерго» имеет следующие показатели (ГОСТ Р 8735): ТЭЦ-6 – 0,4%; ТЭЦ-9 – 0,3%, Усть-Илимская ТЭЦ – 0,2%, и удовлетворяют требованиям ГОСТ 25592-91, что благоприятно сказывается на технологическом процессе и потребительских характеристиках (равномерность смешивания, отсутствие комкования, прочностные свойства, однородность

материала и т.д.), а также на экономических показателях вследствие отсутствия затрат электроэнергии, необходимой для сушки наполнителя.

Насыпная плотность

Частицы золы и шлака как одного, имеют различный химический состав и, как следствие этого, неодинаковую плотность.

Насыпная плотность зол ОАО «Иркутскэнерго» имеет следующие показатели: ТЭЦ-6 – 900кг/м³; ТЭЦ-9 – 738-743 кг/м³, Усть-Илимская ТЭЦ – 1440кг/м³.

Насыпная плотность золы влияет на плотность конечного изделия. Следовательно, чем ниже насыпная плотность золы уноса, тем ниже плотность теплоизоляционного материала.

На основе данных о насыпной и истинной плотности наполнителя можно определить характер упаковки частиц. К примеру, насыпная плотность золы – 1440 кг/м³, истинная плотность – 2450 кг/м³, таким образом, значение максимальной объемной доли дисперсной фазы – основной характеристики плотности упаковки частиц – составляет 0,59, что является хорошим показателем для наполнителей в полимерных композициях [80–81].

Удельная поверхность

Согласно стандартам ГОСТ 310.2, удельная поверхность золы должна составлять не менее 1500-3000 см²/г.

Удельная поверхность зол ОАО «Иркутскэнерго» имеет следующие показатели: ТЭЦ-6 – более 3000 см²/г; ТЭЦ-9 – более 1500см²/г, Усть-Илимская ТЭЦ – 2220 см²/г.

Высокая удельная поверхность золы уноса оказывает положительное влияние на адсорбционное взаимодействие полимера на поверхности, и, в первую очередь, на площадь контакта твердой поверхности с полимером. Хорошее смачивание является необходимым условием прочного адгезионного соединения полимера с поверхностью наполнителя [228]. Удельная поверхность золы уноса,

так же, как размер его частиц, определяет число контактов «полимер – наполнитель», при этом адгезия полимерной фазы к поверхности наполнителя ответственна за прочность этих контактов. Поэтому прочность полимерных композиционных материалов обычно растет по мере уменьшения размеров частиц наполнителя и увеличения его удельной поверхности [229].

Гранулометрический состав

Определение гранулометрического состава зол уноса выполнено в соответствии с ГОСТ 8735-88 и ISO 13320-2009. Гранулометрический состав зол уноса Иркутской области представлен в таблицах 14–16:

Таблица 14 – Гранулометрический состав золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ, филиал ОАО «Иркутскэнерго» (У-И ТЭЦ)

Сито, мм	> 0,315	0,25-0,315	0,14-0,25	0,10-0,14	0,08-0,10	0,05-0,08	0,02-0,05	0,01-0,02	<0,01
Фракция, %	1,50	0,00	1,48	3,84	3,84	11,92	34,47	23,84	19,11

Зола уноса имеет достаточно широкое распределение частиц по размерам. Преобладают фракции менее 80 мкм, самой многочисленной является фракция от 20 до 50 мкм – около 35%. Наиболее мелкой фракции (менее 10 мкм) также содержится существенное количество – около 19 %. Фракции больше 80 мкм представлены в незначительном количестве.

Таблица 15 – Гранулометрический состав золы уноса ТЭЦ-9, г. Ангарск

Сито, мм	> 0,315	0,25-0,315	0,14-0,25	0,10-0,14	0,08-0,10	0,05-0,08	0,02-0,05	0,01-0,02	<0,01
Фракция, %	0,50	0,00	1,49	4,88	5,57	16,82	36,32	17,81	16,61

Таблица 16 – Гранулометрический состав золы уноса ТЭЦ-6, г. Братск

Сито, мм	> 0,315	0,25-0,315	0,14-0,25	0,10-0,14	0,08-0,10	0,05-0,08	0,02-0,05	<0,02
Фракция, %	0,46	0,10	1,00	4,20	7,90	7,30	18,00	61,04

Зола уноса ТЭЦ-6 в количестве свыше 60 % содержит фракцию 20 мкм, в то время как у других зол этот показатель значительно ниже. Соответственно, наиболее крупные фракции в этом материале содержатся в значительно меньших количествах. Вследствие чего можно сказать, что данная зола является наиболее

мелкодисперсной по сравнению с тремя другими образцами. Зола уноса У-И ТЭЦ, ТЭЦ-9 имеют более равномерное распределение частиц по размерам.

Сравнивая данные по гранулометрическому составу золы уноса ТЭЦ-9 и Усть-Илимской ТЭЦ, можно сделать вывод: несмотря на то, что представленные виды зол получены на различных теплоэлектростанциях с использованием различных углей и разной технологией сжигания их гранулометрических состав имеет практически одинаковые фракционные значения.

Частицы золы уноса в процессе образования наполненного пенополимера встраиваются в элементы ячеистой структуры, т.е. являются внутрискелетными каркасными элементами, что приводит к улучшению физико-механических характеристик за счет армирования силовых элементов ячеистой структуры – тяжей и узлов [230].

Удельная эффективность активности естественных радионуклидов зол уноса

Радиационная безопасность строительных материалов, а так же их составляющих, является одним из важнейших характеристик материала. Класс принадлежности строительного материала чрезвычайно важен для потребителя, поскольку говорит о том, возможно ли использовать материал для внутренних строительных работ или только для наружных, а то и вовсе вне жилых зон.

Испытания по определению удельной эффективной активности ЕРН золы уноса проводились в Центральной аналитической лаборатории «БФ Сосновгеология» (Приложение Б). Активность золы измерялась низкофоновой гамма-спектрометрической установкой на базе «Гамма-плюс» № 030 и блока детектирования – сцинтиблока на основе NaO (Ti) № 03551 размером 195×199 мм. с колодцем В75×100 мм. Все измерения проводились в соответствии с ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов». Объем аналитической навески составлял 250 мл. Полученные данные приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Удельная эффективность активности ЕРН зол уноса ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго»

Зола уноса	Удельная активность Бк/кг			Эффективная удельная активность (Аэфф.м.) Бк/кг	Погрешность определения эффек. Удел. Активность Бк/кг
	²²⁶ R	²³² Th	⁴⁰ K		
ТЭЦ Усть-Илимск	171	67	157	253	10
ТЭЦ-9	175	138	239	210	24
ТЭЦ-6	47	30	61	97	6

Значения эффективной удельной активности ЕРН в золах уноса не превышает нормативные 370 Бк/кг согласно санитарным правилам СП 2.6.1.798-99, ГОСТ 30108-94 и СанПиН 2.6.1.2523-09. Следовательно, все золы относятся к первому классу, что делает возможным их использование в производстве строительных материалов, в частности теплоизоляции.

2.2.4 Состав золы уноса

Состав зол уноса предопределяет их свойства и область использования в производстве строительных материалов, в том числе теплоизоляционных пенокомпозиов [231–232].

Химический анализ зол производится в соответствии с ГОСТ 10538-87 «Топливо твердое. Методы определения химического состава золы» (Таблица 18).

Таблица 18 – Химический состав зол Иркутской области

		Усть-Илимская ТЭЦ	ТЭЦ-9	ТЭЦ-6
Угольный разрез		Ирша-Бородинский	Тулунский	Ирша-Бородинский
Содержание элементов в расчете на оксиды, %	П.п.п.*	Не более 5	Не более 5	Не более 5
	SiO ₂	54.1	63.2	45.1
	TiO ₂	1.0	0.6	0.3
	Al ₂ O ₃	22.5	24.6	11.4
	Fe ₂ O ₃	8.1	5.7	9.0
	CaO	10.0	2,1	24.5
	MgO	3.0	2.7	7.2
	K ₂ O	1.6	0.9	0.2
	Na ₂ O	1.5	0.3	0.5
	CaOсв	нет	0.8 – 0.2	Не более 10

*П.п.п. – потери при прокаливании.

Данные по химическому составу зол свидетельствуют о том, что содержание отдельных оксидов в золе уноса, получаемой от пылевидного сжигания различных видов угля, имеет значительные расхождения.

В ходе диссертационной работы в центральной аналитической лаборатории БФ «Сосновгеология» в соответствии с методикой (1.80) НСАМ №246-С проводились исследования по определению элементного состава зол уноса от сжигания углей на Усть-Илимской ТЭЦ, ТЭЦ-9 и ТЭЦ-6, филиалы ОАО «Иркутскэнерго» (таблица 19) (Приложение Б) [233].

Таблица 19 – Состав зол уноса ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго»

№ п.п.	Элемент	Содержание, размерность	Предел обнаружения	Номер пробы		
				У-И ТЭЦ	ТЭЦ-6	ТЭЦ-9
1	Si	%	0,0001	30	15	20
2	Al	%	0,0001	8	5	3
3	Mg	%	0,0001	1	4	2
4	Ca	%	0,01	5	15	10
5	Fe	%	0,0003	5	15	8
6	Na	%	0,01	0,2	1	0,4
7	K	%	0,5	0	1	1
8	Mn	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,1	40	40	20
9	Ni	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,1	10	10	8
10	Co	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	4	4	2
11	Ti	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	200	150	30
12	V	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	8	4	3
13	Cr	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,5	8	5	8
14	W	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,5	-	-	-
15	Mo	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	1	1	0,8
16	Zr	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	20	20	10
17	Hf	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	-	-	-
18	Nb	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	-	-	-
19	Cu	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,1	5	10	10
20	Pb	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,3	3	3	2
21	Sb	$n \cdot 10^{-3}\%$	2	-	-	-
22	As	$n \cdot 10^{-3}\%$	10	-	-	-
23	Ge	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,1	1	0,6	0,8
24	Bi	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,1	-	-	-
25	Cd	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	-	-	-
26	Ag	$n \cdot 10^{-6}\%$	2	10	40	10
27	Zn	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,1	10	15	15
28	Sn	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,1	0,3	0,3	0,4

29	Be	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,1	0,3	0,1	0,2
30	Sc	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,3	0,6	-	0,5
31	Ga	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	2	1	1
32	Ce	$n \cdot 10^{-2}\%$	1	-	-	-
33	La	$n \cdot 10^{-3}\%$	3	4	-	-
34	Y	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	3	1,5	2
35	Yb	$n \cdot 10^{-3}\%$	0,1	0,3	0,1	0,2
36	P	$n \cdot 10^{-2}\%$	3	-	5	5
37	U	$n \cdot 10^{-2}\%$	1	-	-	-
38	Th	$n \cdot 10^{-2}\%$	1	-	-	-
39	Ba	$n \cdot 10^{-2}\%$	0,2	2	8	5
40	Sr	$n \cdot 10^{-2}\%$	0,5	4	1	60
41	Li	$n \cdot 10^{-3}\%$	1	3	3	3
42	B	$n \cdot 10^{-2}\%$	1	10	30	20

Зола уноса исследуемых ТЭЦ, кроме макроэлементов, содержит также микроэлементы или элементы-примеси (Ni, Co, Cr, Pb, Sn, Zn, Mo, Zr, Ge, Cu, Ag, Zn, Be, Sc, Ga, La, Y, Ba, Sr, Li, B). Эти элементы присутствуют в золах в более высоких концентрациях, нежели в углях, что объясняется их концентрированием в процессе сгорания угля. Элементы Ta, Pt, Au, Te, Hg, Ir, Gd в пробах не обнаружены.

Данные анализа показали, что зол уноса ТЭЦ-9 и Усть-Илимской ТЭЦ относятся к кремнистым или кислым. Зола уноса ТЭЦ-6 относится к основным золам (содержание CaO более 10%).

Характеристики зол уноса с разных ТЭС Иркутской области указывают на принципиальную возможность использования этих отходов для производства теплоизоляционных материалов.

Выводы

1. В качестве полимерной основы теплоизоляционного материала выбрано фенолформальдегидное связующее на основе смол нового поколения марки ФРВ-1А, ФРВ-ЭМ и Красфор РР-23 с пониженным содержанием фенола, а так же вспомогательных компонентов, используемых для улучшения его характеристик.

2. Произведенный анализ химического, минерального, гранулометрического состава зол уноса, образующихся при сжигании угля на ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго», а также исследование их радиоактивности, показали возможность использования золы уноса в качестве наполнителя для производства полимер-минеральных теплоизоляционных композитов.

3. На основе предъявляемых требований к сырью, а также возможности сухого отдельного отбора зол на ТЭЦ, выбраны три типа зол уноса для использования в качестве минеральных дисперсных наполнителей для получения полимер-минеральных композитов: зола уноса Усть-Илимской ТЭЦ, зола уноса ТЭЦ-9 (г. Ангарск) и зола уноса ТЭЦ-6 (г. Братск).

3. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕР-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

3.1 Разработка рецептур композита с использованием золы уноса ТЭЦ-6 ОАО «Иркутскэнерго»

Методика получения заливочных композиционных теплоизоляционных пенопластов в лабораторных условиях заключается в механическом смешивании при комнатной температуре в цилиндрической емкости $V=800 \text{ см}^3$ компонентов смеси. Первым этапом является смешивание полимерных смол с золой уноса. Затем в смесь вводится группа добавок, таких как, эмульгатор – продукт ОП-10, ортофосфорная кислота и петролейный эфир. После перемешивания добавляется вспенивающий – отверждающий агент и производится заливка полученной композиции в форму или полость конструкции. Основная цель применения золы 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.

Целенаправленное управление ходом химического взаимодействия является одной из важнейших задач при производстве строительных материалов на основе реакционноспособных олигомеров [234–235].

Определение времени от начала реакции взаимодействия смолы с продуктом ВАГ-3 необходимо для выявления оптимального соотношения компонентов композиции (таблица 20).

Таблица 20 – Характеристика реакционной способности смолы

№	Соотношение		Период индукции, с.	Кратность вспенивания	Структура композита	Примечание
	ФРВ-1А	ВАГ-3				
	Масса, г					
1	40	10	15	16-18	Диаметр пор 3-5 мм. Разрыв поверхностной корки.	Быстрое протекание реакции
2	50	10	17	20-22	Однородная	-
3	60	10	18	20-22.	Однородная	-

Условия проведения испытаний: температура – 23 °С, атм. давление – 722 мм.рт. ст. отн. влажность – 54 %. Цвет материала варьируется от ярко-розового до малинового.

Выбираем соотношение компонентов ненаполненной смеси – 5:1, так как при этом получился более однородный материал при меньшем расходе смолы. При данном соотношении проводились исследования по влиянию наполнителя (золы уноса) на свойства получаемого материала.

В таблице 21 представлены результаты исследований с золой уноса ТЭЦ-6 г. Братск ОАО «Иркутскэнерго». Однако процесс получения теплоизоляционного материала в присутствии золы нестабилен и требует оптимизации параметров технологического процесса.

Таблица 21 – Составы наполненного фенолформальдегидного пенопласта

№	ФРВ-1А	ВАГ-3	Зола уноса	Период индукции, с.	Кратность вспенивания	Структура композита	Примечание
	Масса, г						
1	50	15	5	17	5-6	-	Не интенсивное вспенивание ступенчатого характера в течение 9 секунд.
2	50	17	10	19	3	-	Долгое отверждение материала
3	50	20	10	15	8-10	Трещины до 2 мм.	Большая усадка материала
4	50	20	15	-	-	-	Реакции вспенивания композиции не происходит

5	50	25	15	12	10-12	-	-
6	50	23	15	20	8-10	-	Усадка материала
7	50	25	20	14	6-8.	-	-
8	0	25	20	-	-	-	Экзотермическая реакция
9	50	0	20	-	-	-	Экзотермическая реакция

Серия экспериментов показала, что золы уноса ТЭЦ-6 г. Братск ОАО «Иркутскэнерго» не инертны по отношению к фенолформальдегидной смоле. При смешивании золы уноса со смолой происходит экзотермическая реакция с последующим отверждением, что указывает на химическое взаимодействие золы со смолой.

Взаимодействие смолы с золой подтверждено результатами ИК-спектроскопии (рисунки 3-5) и рентгенофазового анализа (рисунок 6). ИК-спектры соединений получены на спектрофотометрах Specord 75-IR и VarianFT-IR75, образцы изготовлены в виде прессованных таблеток KBr и в вазелиновом масле.

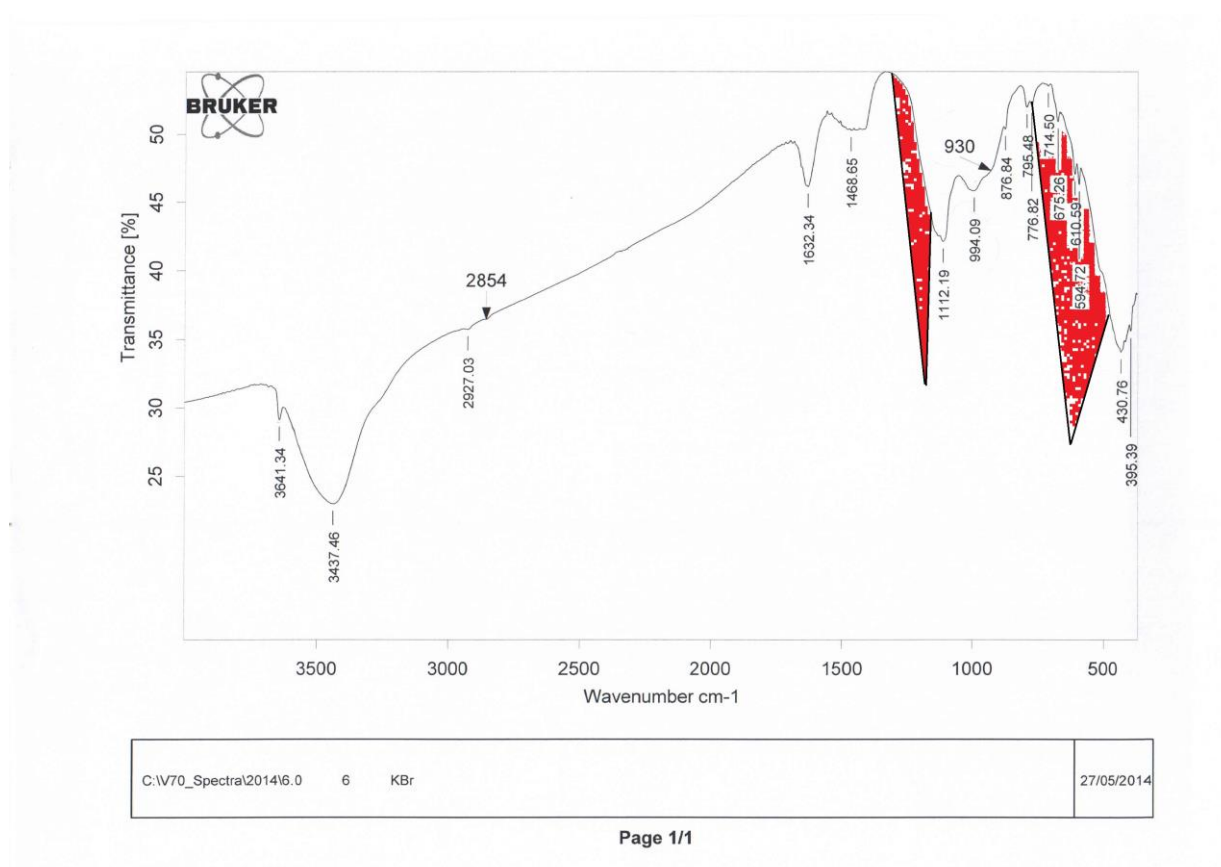


Рисунок 3 - ИК спектры золы уноса ТЭЦ-6 ОАО «Иркутскэнерго»

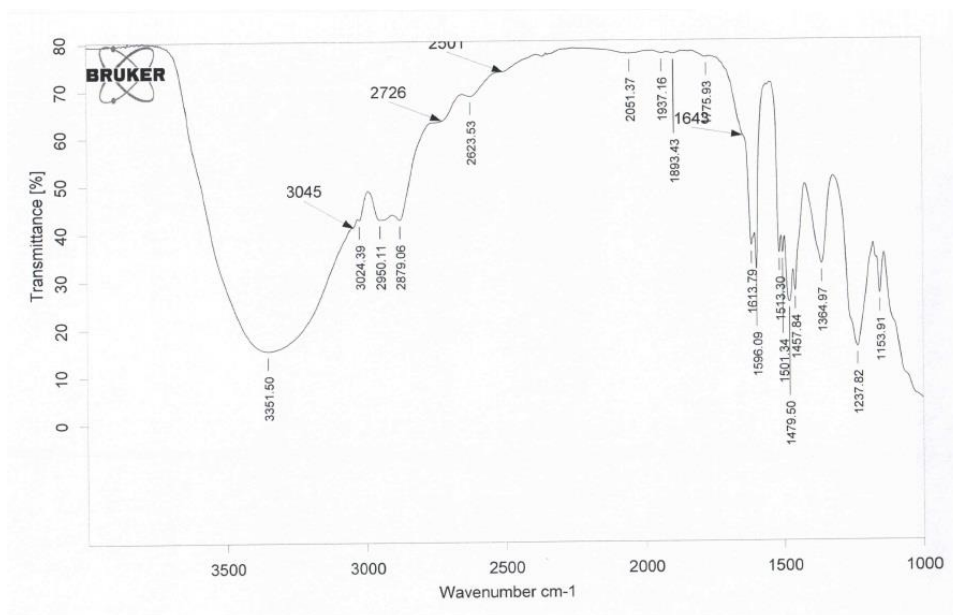


Рисунок 4 - ИК спектры смолы фенолформальдегидной ФРВ-1А

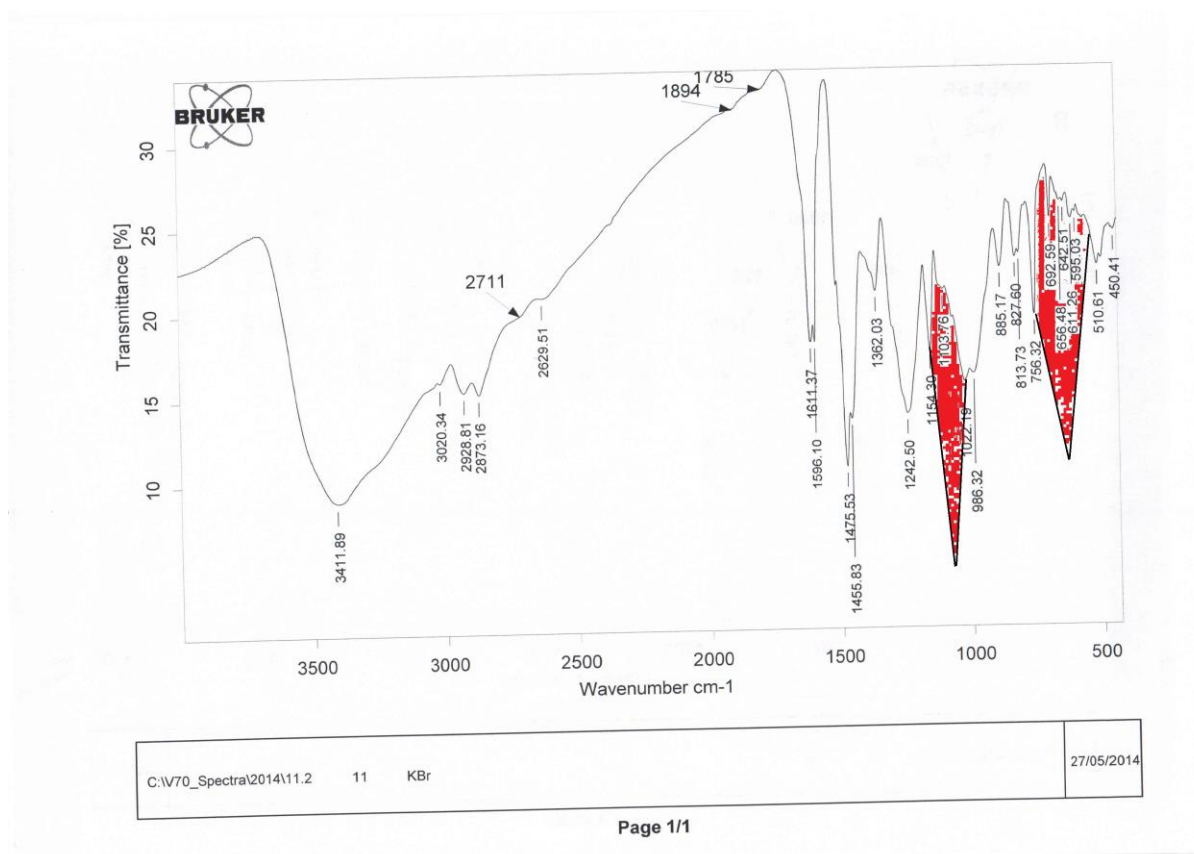
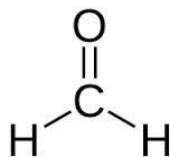


Рисунок 5 - ИК спектры смеси фенолформальдегидной смолы ФРВ-1А и золы уноса ТЭЦ-6
ОАО «Иркутскэнерго»

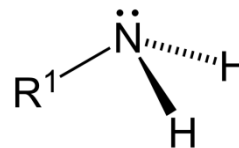
Как показывают данные ИК-спектроскопии, в результате смешивания золы уноса ТЭЦ-6 с фенолформальдегидной смолой происходит образование новых связей с участием следующих функциональных соединений:



Фенол



Формальдегид



Первичный амин

Эти вещества, как правило, всегда присутствуют в составе ФФС в виде примесей: массовая доля свободного фенола – 8–11%, массовая доля свободного формальдегида – 2–3%, амины – 1–2%. Существует вероятность взаимодействия реакционноспособных центров с высокой электронной плотностью – π -электронной системой ароматических колец, не поделенной электронной парой (НЭП) атомов N и O с компонентами золы уноса. Можно предполагать образование структур со связями Si-O, Si-C, Si-N и др., поскольку в ИКС регистрируются новые полосы в диапазоне 1154–1022 см^{-1} и 756–540 см^{-1} .

Таким образом, при взаимодействии золы уноса основной ТЭЦ-6 и ФФС образуются донорно-акцепторные связи между компонентами смеси, что приводит к образованию ряду новых химических соединений со связями Si-O, Si-C, Si-N.

Рентгенофазовый анализ золы уноса и смеси смолы с золой проводили для идентификации фазового состава на рентгеновском дифрактометре Shimadzu XRD-7000 с системой поликапиллярной оптики.

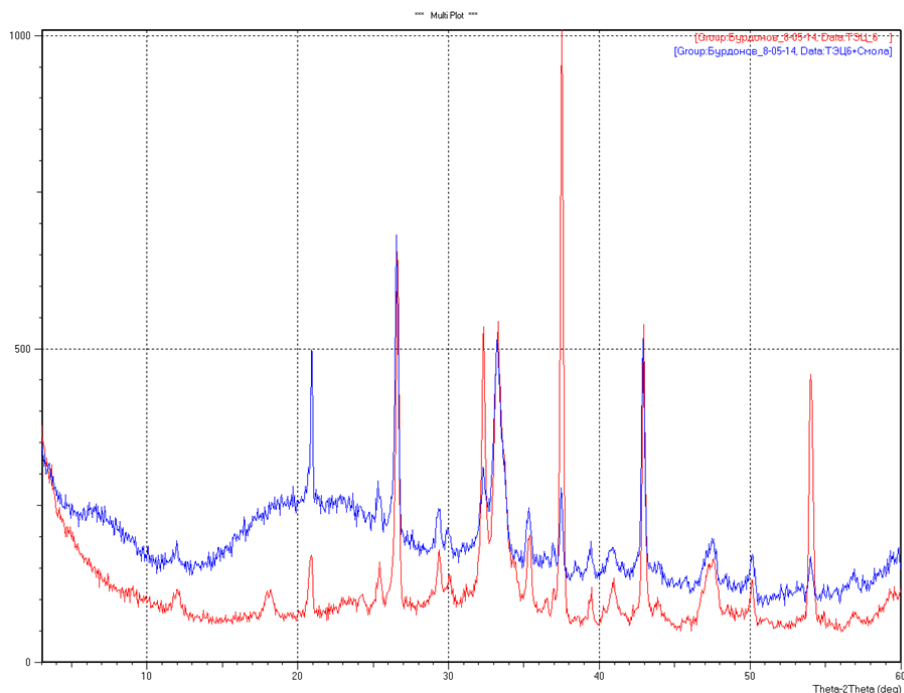


Рисунок 6 – Сравнение результатов рентгенофазового анализа золы уноса и смеси смолы с золой

Рентгенофазовый анализ выявил наличие в золе уноса ТЭЦ-6 значительное содержание CaO – 25,8% по массе. Также зафиксировано присутствие SiO_2 – 25,16%, MgO – 17%, Fe_2O_3 – 12%, $\text{Ca}_9(\text{Al}_6\text{O}_{18})$ – 15%, Fe_3O_4 – 4%.

После смешивания золы уноса с фенолформальдегидной смолой А произошло изменение концентрации некоторых соединений в составе смеси, в частности, содержание оксида кальция снизилось более чем в 3 раза до 6,52%. Произошло увеличение концентрации SiO_2 до 34,5%, $\text{Ca}_9(\text{Al}_6\text{O}_{18})$ – до 22%. Это можно объяснить тем, что при смешивании ФФС (рН 3,7) и золы уноса ТЭЦ-6 (рН 11,74) происходит нейтрализация смеси до рН 7,6. Это способствует выщелачиванию Ca (экзотермическая реакция) с последующим увеличением доли содержания $\text{Ca}_9(\text{Al}_6\text{O}_{18})$, а так же SiO_2 в общей массе. Наблюдается ингибирование процесса вспенивания композиции, что влияет на скорость образования отвердевшей массы. Следовательно, золу уноса ТЭЦ-6 г. Братск ОАО «Иркутскэнерго нецелесообразно использовать для производства теплоизоляционных материалов.

3.2 Разработка рецептур композита с использованием золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго»

При разработке рецептур композиционного материала с золой уноса Усть-Илимской ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго», использовались те же методика и приемы (см. 3.1.), что и при получении композита с использованием золы уноса ТЭЦ-6 г. Братск ОАО «Иркутскэнерго».. Предварительная оценка рецептур и композиций производилась по ряду параметров: кратность вспенивания, период индукции, плотность и теплопроводность. Подробные исследования свойств и характеристик материалов представлены в главе 4. Составы композитов и результаты экспериментов представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Составы и характеристики наполненного золой уноса У-И ТЭЦ пенопласта

№	ФРВ-1А	ВАГ-3	Зола уноса	Начало реакции, с.	Кратность вспенивания	Структура композита	Примечание
	Масса, г						
1	50	0	20	18	-	-	Изменение цвета от серебристо серого до ярко розового отека.
2	0	25	20	-	-	-	Нагревание композиции от 23 ⁰ С до 24 ⁰ С.
3	50	10	10	-	-	-	Вспенивание не происходит, отверждения нет.
4	50	10	5	-	-	-	Вспенивание не происходит, отверждения нет.
5	50	15	5	28	16-18	Равномерная, однородная	-
6	50	18	5	25	17-19	-	Материал имеет незначительные разрывы диаметром не более 4 мм.
7	50	25	10	21	18-20	Диаметр пор до 1 мм.	-
8	50	25	15	25	18-20	Разрывы диаметром до 2 мм	-
9	50	25	20	27	17-19.	Разрывы диаметром до 2 мм	-
10	50	25	30	28	16-18	Разрывы диаметром до 1,5 мм	-

11	50	25	35	26	14-16	Размер пор 1,5 мм.	-
12	50	25	40	28	14-16	Равномерная, однородная	Отмечается усадка материала
13	50	25	45	25	12-14	Мелкие однородные ячейки	Высокие механические характеристики. Усадка материала отсутствует.
14	50	25	50	29	9-11	-	Высокие механические характеристики

Условия проведения испытаний: температура – 23⁰С, атм. давление – 718 мм.рт. ст., отн. влажность – 51 %.

Зола уноса влияет на скорость и характер взаимодействия смолы и пенообразователя. Полученные пеноматериалы (таблица 22) имеют невысокие механические характеристики, малую пористость (кратность вспенивания не выше 20). При добавлении золы уноса в композицию от 10 до 40 г. кратность вспенивания изменяется незначительно. Цвет материала меняется от розового до темно-серого.

Эксперименты показали что оптимальными составами являются образцы № 8 и 9.

Зависимость плотности материалов от кратности вспенивания представлена на рисунке 7. На рисунке 8 представлена зависимость теплопроводности от плотности пеноматериала.

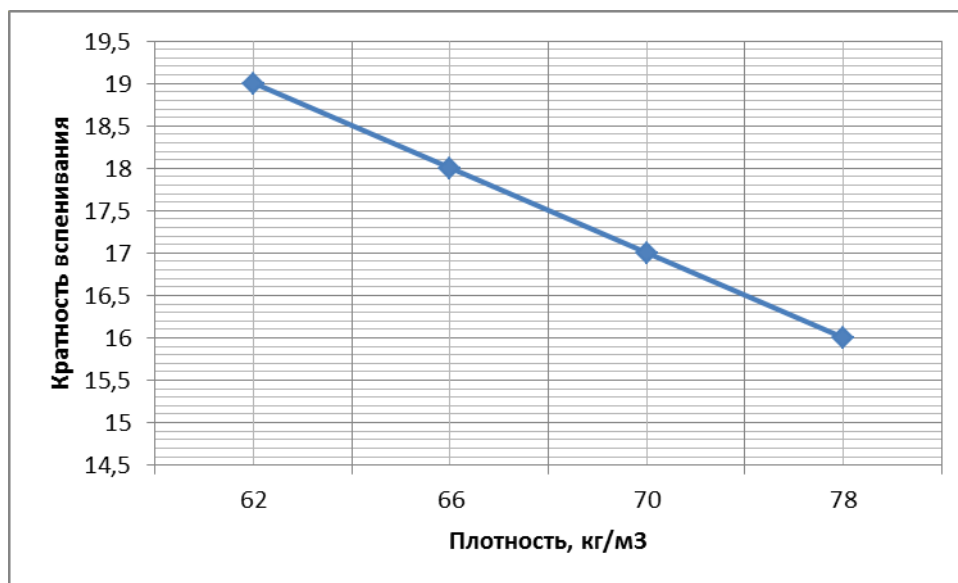


Рисунок 7 – Зависимость плотности материала от кратности вспенивания композиции (опыт 3.2)

На рисунке 7 видно, что плотность имеет линейную обратную зависимость от кратности вспенивания материала.

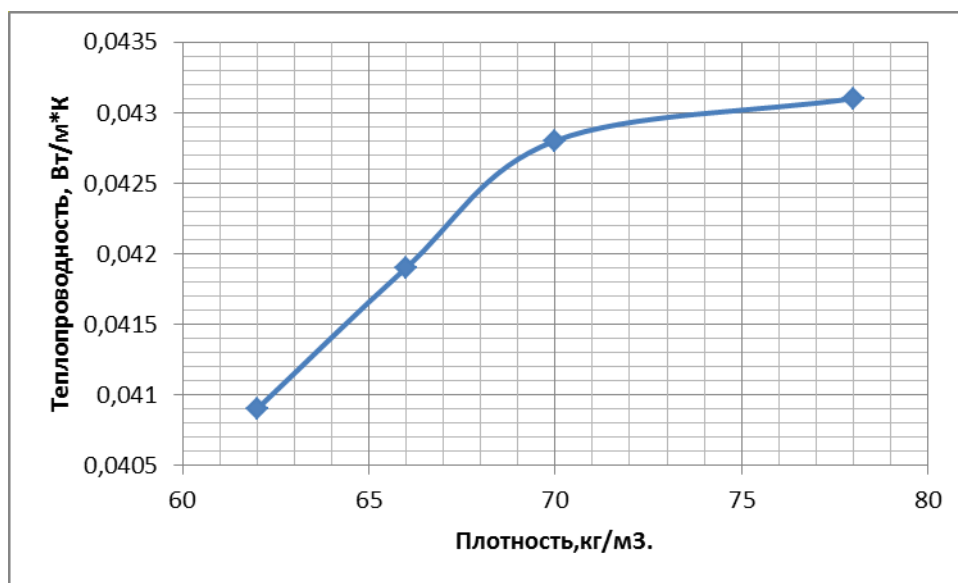


Рисунок 8 – Зависимость теплопроводности материала от плотности (опыт 3.2).

Таким образом оценивая кратность вспенивания композиции мы можем судить о плотности и теплопроводности получаемых нами образцов.

Полученные композиты по данным показателям удовлетворяют требованиям СНиП 41-03-2003 «Строительные нормы и правила Российской Федерации тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», предъявляемым к теплоизоляционным материалам по плотности (200 кг/м^3) и теплопроводности ($0,06 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$).

Тем самым показано, что использование золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго» позволяет получать теплоизоляционные материалы, не только удовлетворяющие предъявляемым к ним требованиям по основным показателям, что достигается варьированием состава композиции и регулированием технологических параметров процесса.

Тем не менее, данные композиции являются неоптимальными в соотношении «кратность вспенивания – механические свойства». Для достижения лучших результатов по прочности необходима модификация состава композиции.

3.2.1 Исследование возможности повышения прочностных характеристик композиции карбамидоформальдегидной смолой КФ-МТ-15

Пенополимеры на основе карбамидоформальдегидных смол обладают рядом преимуществ (низкая плотность до 5 кг/м^3 , высокая химическая и биологическая стойкость.) В связи с этим нами были разработаны и испытаны составы с добавлением смолы КФ-МТ-15. Результаты экспериментов, полученные с введением золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ в композицию, приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Составы и характеристики фенол-карбамидоформальдегидных наполненных пенопластов.

№	Масса, г					о реакц	Кратн ость вспен	Струк тура компо зита	Прим ечани е
	ФТ	В-	Л	ВА Г-3	а ун КФ				
1	35	20	15	10	38	13-15	Мелкопори стая, однородная	Время от начала вспенивания до отверждения составило 11 секунд	
2	35	15	20	10	38	14-16	-	Время от начала вспенивания до отверждения составило 12 секунд	
3	35	15	25	15	33	13-15	Разрыв поверхност и	Время от начала вспенивания до отверждения составило 11 секунд. Усадка материала.	
4	35	15	25	20	38	16-18	Мелкопори стая, однородная	Время от начала вспенивания до отверждения составило 11 секунд	
5	35	15	25	25	44	5		Материал полностью не твердеет	
6	35	15	30	25	42	6		Материал полностью не твердеет	
7	35	15	35	25	36	3	Разрыв поверхност и	Интенсивное вспенивание, происходит кипение композиции	
8	35	15	35	30				Реакции нет. Вспенивание не происходит	
9	35	25	15	20				Реакции вспенивания нет, не отверждается.	
10	35	30	15	25	37	8-10		Время от начала вспенивания до отверждения составило 13 секунд	
11	35	35	15	25	29	8-10		Время от начала вспенивания до отверждения составило секунд	
12	35	35	15	30	27	9-11		Время от начала вспенивания до отверждения составило 11 секунд	

Условия проведения испытаний: температура – 24°C , атм. давление – 720 мм.рт. ст., отн. влажность – 54 %.

Порядок введения компонентов следующий: ФРВ-1А, зола уноса У-И ТЭЦ, КФ-МТ-15, ВАГ-3. Введение карбамидоформальдегидной смолы увеличило период индукции (начало реакции) на 15–20 % и снизило кратность вспенивания материала на 10–15%. Тем не менее, более медленное вспенивание композита способствует формированию более однородной структуры пенопласта. С использованием смолы КФ-МТ-15 незначительно увеличилась жесткость пенопласта, уменьшилась хрупкость образцов. Цвет композитов от серо-оранжевого до серо-розового.

3.2.2 Регулирование кратности вспенивания композиций

Уротропин ускоряет переход фенолформальдегидных и карбамидоформальдегидных смол в неплавкое состояние вследствие образования полимеров трехмерной структуры, сокращает время отверждения полимера.

В композиции, разработанные на основании предыдущих исследований (см. таблица 23), вводили уротропин вместе с ФРВ-1А (таблица 24).

Таблица 24 – Составы и характеристики наполненного пенопласта с уротропином

№	ФРВ-1А	КМФТ-15	ВАГ-3	Зола уноса	Уротропин	Начало реакции, с.	Кратность вспенивания	Структура композита	Примечание
	Масса, г								
1	35	15	25	20	0,05	34	17-19	мелкопористая, однородная.	Время от начала вспенивания до отверждения составило 10 секунд
2	35	15	25	20	0,25	35	18-21	мелкопористая, однородная.	Время от начала вспенивания до отверждения составило 12 секунд

Условия проведения испытаний: температура – 24 С, атм. давление – 720 мм.рт. ст., отн. влажность – 54 %.

Эксперимент показал, что использование уротропин влияет на кратность вспенивания композиции, а так же ускоряет время химической реакции, при этом желаемые прочностные характеристики достичь не удалось.

С экономической и технологической точек зрения, использование карбамидоформальдегидной смолы марки КМ-ФТ-15 не оправдало себя.

3.2.3 Усиление композиций фенолформальдегидной смолой ФРВ-ЭМ

Для улучшения механических характеристик материалов решено использовать смолу фенолформальдегидную марки ФРВ-ЭМ. Результаты исследований с комбинацией фенолформальдегидных смол различных марок представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Составы и характеристики наполненного пенопласта, модифицированного фенолформальдегидной смолой ФРВ-ЭМ

№	ФРВ-1А	ФРВ-ЭМ	ВАГ-3	Зола уноса	Начало реакции, с.	Кратность вспенивания	Структура композита	Примечание
	Масса, г							
1	-	25	-	10				Реакции взаимодействия компонентов не наблюдается. Температура не изменяется.
2	25	25	15	-	18	22-24	Однородная. Диаметр пор менее 1 мм.	Цвет образца бежево-розовый
3	25	25	20	-	16	23-25	Равномерная, однородная	-
4	25	25	25	-	15	20-22	Равномерная, однородная	Быстрое отверждение композиции не позволяет пене подниматься выше.
5	25	25	20	10	18	23-25.	Равномерная, однородная	Введение золы практически не повлияло на кратность вспенивания композиции.
6	25	25	20	20	18	22-24	Равномерная, однородная	-
7	25	25	20	30	16	20-22.	Равномерная, однородная	Цвет образца темно - розовый.
8	25	25	20	40	22	18-20	Равномерная, однородная	-

9	25	25	25	40	18	17-19	Равномерная, однородная	-
10	35	15	25	40	17	20-21	Равномерная, однородная	-
11	35	15	25	50	23	18-20	Равномерная, однородная	-

Условия проведения испытаний: температура – 23 °С, атм. давление – 721 мм.рт. ст. отн. влажность – 54 %.

Фенолформальдегидная смола марки ФРВ-ЭМ не взаимодействует с золой уноса Усть-Илимской ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго». Использование смолы марки ФРВ-ЭМ позволило увеличить кратность вспенивания и повысить механическую прочность материала, при высокой степени наполнения полимерной матрицы золой уноса. Зависимость плотности пенопласта от кратности вспенивания представлена на рисунке 9.

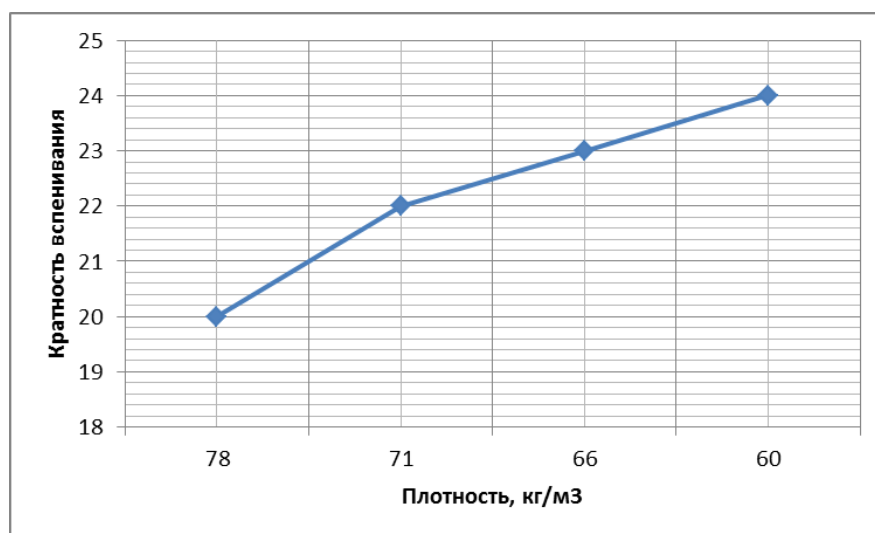


Рисунок 9-Зависимость плотности от кратности вспенивания композиции с фенолформальдегидной смолой марки ФРВ-ЭМ.

Использованием фенолформальдегидной смолы марки ФРВ-ЭМ позволяет наполнить композицию до 40% золой уноса, при этом достигается большая кратность вспенивания материала - 20–21 (плотность 61 кг/м³), то есть улучшаются теплоизоляционные свойства (рисунок 10).

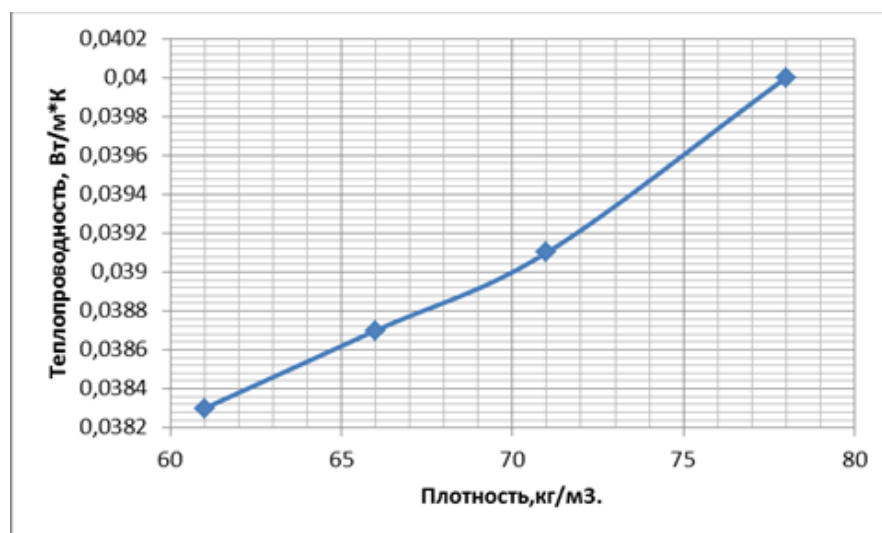


Рисунок 10 – Зависимость теплопроводности от плотности материала с фенолформальдегидной смолой марки ФРВ-ЭМ.

По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы (см. таблицу 25):

1. Образец № 5 состава: ФРВ-1А-31,25%; ФРВ-ЭМ-31,25%; ВАГ-3-25%; Зола уноса-12,5% обладает наибольшей кратностью вспенивания (25), что положительным образом сказывается на теплотехнических характеристиках материалов.
2. Образец № 11 состава: ФРВ-1А-28%; ФРВ-ЭМ-12%; ВАГ-3-21%; зола уноса-40% имеет наибольшее наполнение золой уноса. Это наилучший состав с точки зрения утилизации отходов теплоэнергетического комплекса без значительных потерь эксплуатационных характеристик. Пенопласт имеет высокие физико-механические характеристики, что является следствием армирования композита мелкодисперсным минеральным наполнителем.
3. Образец № 10 состава: ФРВ-1А-30%; ФРВ-ЭМ-13%; ВАГ-3-21%; зола уноса-35% является оптимальным материалом с точки зрения теплопроводности. Пенопласт имеет большую кратность вспенивания и хорошие физико-механические характеристики (см. главу 4).

3.2.4 Повышение кратности вспенивания композиции

Жидкие физические газообразователи (легкокипящие жидкости) в наполненных композициях могут положительным образом влиять не только процесс вспенивания смеси, но и улучшить однородность структуры пеноматериала.

Известно, что введение минерального наполнителя в состав композиции снижает кратность вспенивания. Понижение этой характеристики отрицательно влияет на структуру, теплотехнические показатели и увеличивает себестоимость материала на единицу объема продукции.

Таким образом, задача сохранения высоких показателей кратности вспенивания при высоком наполнении композиции золой уноса является первостепенной.

Нами проведены исследования, направленные на оптимизацию состава композиции для достижения высоких показателей кратности вспенивания при высоком наполнении материала золой уноса.

В ходе экспериментов для достижения этой цели, использовался газообразователь – пертролейный эфир 40/70 (таблица 26).

Таблица 26 – Составы наполненного пенопласта модифицированного петролейным эфиром марки 40/70.

№	ФРВ-1А	ФРВ-ЭМ	ВАГ-3	ПЭ 40-70	Зола уноса	Начало реакции, с.	Кратность вспенивания	Структура композита	Примечание
	Масса, г								
1	35	15	25	1	10	16	23-25	Равномерная, однородная	Цвет образца бежево-розовый.
2	35	15	25	2	10	15	24-26	-	-
3	35	15	25	3	10	16	25-27	диаметром 1-1,5 мм	-
4	35	15	25	3	20	18	25-27	Равномерная, однородная	-
5	35	15	25	4	30	20	23-25	Размер материала увеличился, пор но	-

								остался однородным	
6	35	15	25	5	40	19	23-25	Диаметр менее 2 мм	Разрывы на поверхности материала. Происходит обильное выделение газов
7	35	15	25	6	50	22	21-23	Диаметр менее 2 мм	Разрывы на поверхности материала. Происходит обильное выделение газов.

В результате проведенных нами экспериментов получен материал с большой кратностью вспенивания (25–27) и хорошими механическими характеристиками. Пенопласт не крошится. Структура материала имеет поры диаметром до 2 мм. Использование петролейного эфира положительным образом повлияло на кратность вспенивания композиции при большем использовании наполнителя (Рисунок 11).

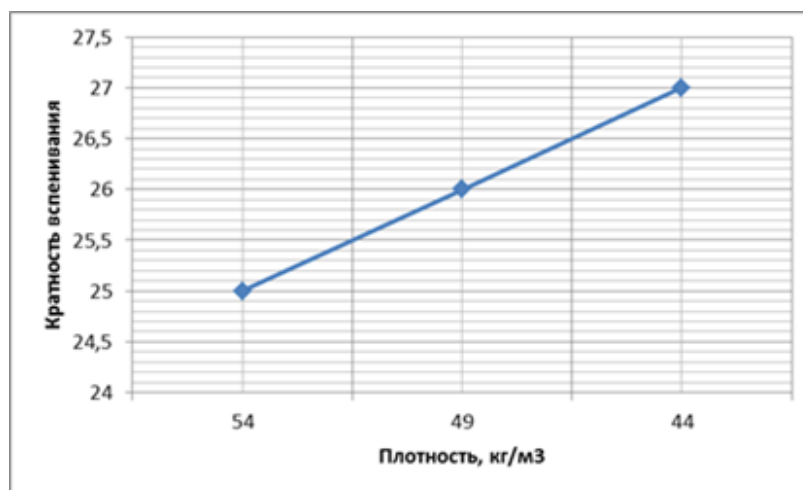


Рисунок 11-Зависимость плотности материала от кратности вспенивания композиции с использованием петролейного эфира 40/70.

При добавлении петролейного эфира в объеме 4% кратность вспенивания материала с содержанием золы уноса 34%. увеличивается с 20 до 25.

Зависимость теплопроводности от плотности материала представлена на рисунке 12.

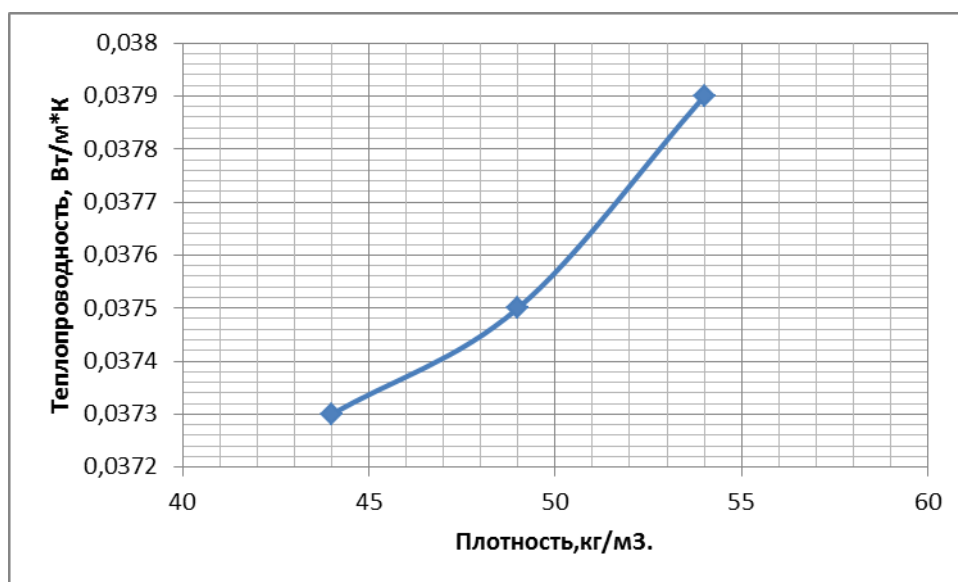


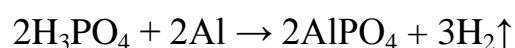
Рисунок 12 – Зависимость теплопроводности от плотности материала композиции с использованием пертролейного эфира 40/70.

Теплопроводность снижается при уменьшении плотности вспененного материала, введение золы уноса практически не влияет на данную зависимость.

3.2.5 Регулирование кратности вспенивания и скорости отверждения

Одним из основных технологических показателей процесса наряду с кратностью вспенивания является скорость отверждения материала. Увеличение скорости способствует росту производительности и экономических показателей. С другой стороны, слишком высокая скорость отверждения материала приводит к нарушению структуры, увеличению дефектности. Поэтому необходим поиск оптимальных параметров процесса.

Композиция вспенивается водородом, выделяющимся при реакции ортофосфорной кислоты с алюминиевой пудрой:



Нами исследована эффективность действия ортофосфорной кислоты в присутствии наполнителя – золы уноса У-И ТЭЦ. Составы композиции и результаты экспериментов представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Составы и характеристики наполненного пенопласта, модифицированного ортофосфорной кислотой

№	ФРВ-1А	ФРВ-ЭМ	ВАГ-3	Зола уноса	ПЭ 40-70	ОФК	Начало реакции, с.	Кратность вспенивания	Структура композита	Примечание
1	35	15	25	30	5	5	16	24-26	Равномерная, однородная	Шапка пенопласта быстро твердеет
2	35	15	25	30	5	7	14	25-27	Равномерная, однородная	
3	35	15	25	40	7	7	14	24-26	Диаметр пор 1-2 мм	
4	35	15	25	50	7	7	16	22-24	Равномерная, однородная	
5	35	15	25	60	7	7	19	20-22.	Диаметр ячеек 1-2 мм.	

Эксперимент показал, что введение в композицию ортофосфорной кислоты в концентрации от 3,5 до 6 % практически не влияет на скорость отверждения композиции, однако ее применение оказывает влияние на кратность вспенивания композита, которая увеличилась на 5%. С использованием ОФК получен материал, наполненный золой уноса до 40,3%.

Полученная группа пенопластов обладает высокой кратностью вспенивания (см. таблицу 27), но структура материала требует улучшения, то есть состав нуждается в дальнейшей модификации для достижения оптимальных характеристик.

3.2.6 Влияние поверхностно-активного вещества на структуру композита

Роль поверхностно-активного вещества ОП-10 в процессе формирования пенопласта многообразна: облегчает диспергирование плохо совмещающихся компонентов; способствует диспергированию пузырьков воздуха в системе; служит стабилизаторами образующейся пены.

Составы композиций с добавлением ПАВ и результаты экспериментов представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Составы и характеристики наполненного пенопласта, модифицированного ПАВ

№	ФРВ-1А	ФРВ-ЭМ	ВАГ-3	Зола уноса	ПЭ 40-70	ОП-10	ОФК	Начало реакции, с.	Кратность вспенивания	Структура композита	Примечание
1	35	15	25	30	5	2	7	18	24-26	Равномерная, однородная	-
2	35	15	25	40	5	2	7	20	24-26	Равномерная, однородная	-
3	35	15	25	50	7	3	7	24	20-24	Равномерная, однородная	-
4	35	15	25	60	7	3	7	29	18-20	Равномерная, диаметр пор не более 1 мм.	-
5	35	15	25	65	7	3	7	28	12-14	Диаметр пор не более 1 мм.	Происходит усадка материала. Очень хрупкий
6	35	15	25	70	8	4	8	34	2-3	-	Спекшаяся непористая масса

Использование ПАВ марки ОП-10 положительным образом сказывается на структуре материала. Дальнейшее увеличение концентрации ПАВ ОП-10 в системе нецелесообразно, поскольку в результате пластифицирующего эффекта нарушается соотношение скоростей процессов вспенивания и отверждения. Введение дополнительного отверждающего реагента негативным образом сказывается на скорости пенообразования композиции.

Для увеличения кратности вспенивания материала в композицию вводили физический газообразователь петролейный эфир 70–100°С. (таблица 29). Данный газообразователь обладает более высокой температурой кипения, что позволит получить дополнительный рост пены на конечной стадии вспенивания материала. Таблица 29 – Составы и характеристики наполненного пенопласта, модифицированного смесью газообразователей ПЭ 40-70 и ПЭ 70-100.

№	ФРВ-1А	ФРВ-ЭМ	ВАГ-3	Зола уноса	ПЭ 40-70	ПЭ 70-100	ОП-10	ОФК	Начало реакции, с.	Кратность вспенивания	Структура композита	Примечание
	Масса, г											
1	35	15	25	30	7	7	3	7	22	26-28		
2	35	15	25	40	7	7	3	7	24	25-27		
3	35	15	25	50	7	7	3	7	25	25-27		Высокая прочность
4	35	15	25	60	8	7	4	8	29	22-24	Диаметр пор до 1,5 мм.	Усадка материала

Физический газообразователь – петролейный эфир с температурой кипения 70-100°С – увеличил кратность вспенивания композиции на 9%. Композиция № 2 с содержанием наполнителя 41% обладает мелкопористой однородной структурой, не имеющей разрывов и иных дефектов на поверхности материала. 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 приводит к двуступенчатому процессу пенообразованию материала, что позволило существенно увеличить кратность вспенивания массы и пористость материала. Зависимость плотности от кратности вспенивания материала (см. таблицу 29) представлена на рисунке 13.

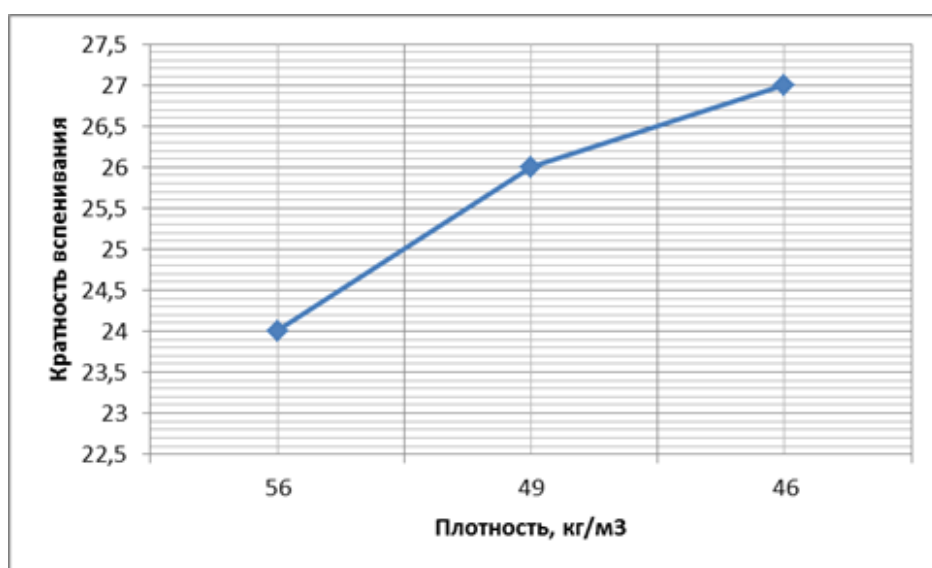


Рисунок 13 – Зависимость плотности материала от кратности вспенивания композиции при добавлении петроленого эфира с различной температурой кипения.

Серия опытов с использованием смеси петролейных эфиров с различными температурами кипения показала возможность пенообразования на начальной и конечной стадиях процесса. При этом плотность материала стала незначительно больше (см. рисунок 11), несмотря на то, что кратность вспенивания композиции увеличилась, что обусловлено высокой плотностью золы уноса, содержание которой в данных композициях увеличилось. Зависимость теплопроводности от плотности получаемых материалов представлена на рисунке 14.

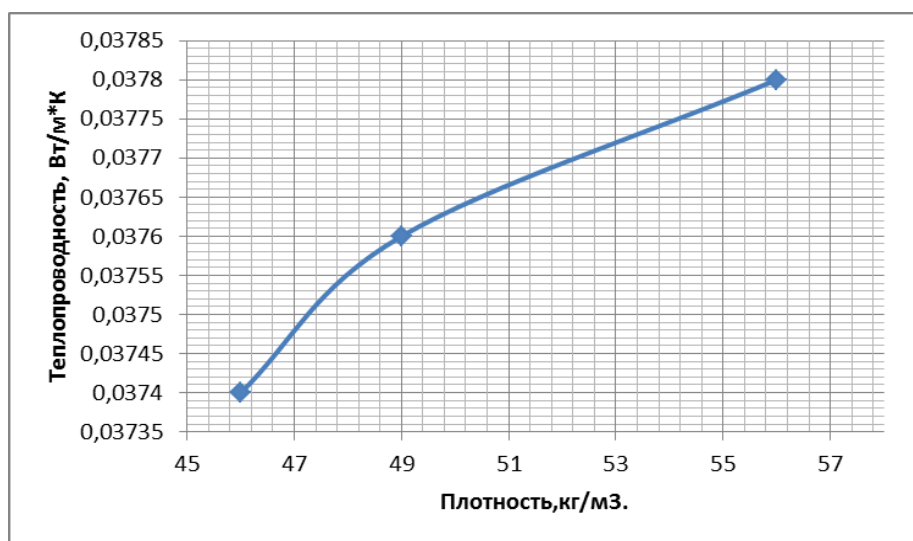


Рисунок 14 - Зависимость теплопроводности от плотности получаемых материалов при добавлении петроленого эфира с различной температурой кипения.

Содержание золы уноса в композициях (см. таблицу 29) достигает 60%. При этом незначительно увеличилась теплопроводность материала. Тем не менее, в соответствии со СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» полученные композиционные пеноматериалы можно использовать для теплоизоляции трубопроводов и тепловых сетей.

3.2.7 Повышение экологической безопасности пеноматериала

Экологическая безопасность строительных материалов для человека и окружающей среды определяется комплексом санитарно-гигиенических характеристик. Повышение экологической безопасности строительных материалов является приоритетным направлением в современном строительстве.

Использование фенолформальдегидной смолы марки Красфор PF-23 помогает минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Данная смола имеет пониженное содержание свободного фенола и формальдегида (таблица 9). В таблице 30 представлены результаты экспериментов по получению теплоизоляционного материала с применением фенолформальдегидной смолы марки Красфор PF-23.

Таблица 30 – Составы и характеристики наполненного пенопласта, модифицированного фенолформальдегидной смолы марки Красфор PF-23.

№	ФРВ-1А	PF – 23	ВАГ-3	Зола уноса	Начало реакции, с.	Кратность вспенивания	Структура композита	Примечание
	Масса, г							
1	25	25	15	-	159	11-12	-	Отверждение материала наступило через 407 секунд после начала вспенивания. Усадка материала.
2	25	25	20	-	119	16-18	-	Отверждение материала наступило через 377 секунд после начала вспенивания.
3	35	15	10	-	122	18-20	Равномерная, однородная	Отверждение материала наступило через 181 секунд после начала вспенивания. Легко крошится.
4	35	15	20	10	146	14-16	Равномерная, однородная	Усадка материала.
5	35	15	20	20	236	10-12	-	Усадка материала.

В результате проведения серии экспериментов с добавлением фенолформальдегидной смолы Красфор PF-23 установлено: PF-23 положительно влияет на морфологические показатели вспененного материала: структура пеноматериала более однородная с меньшим количеством дефектов и микротрещин. Однако смола данной марки значительно увеличивает период индукции вспенивания. Красфор PF-23, по сравнению со смолой марки ФРВ-ЭМ, уменьшает кратность вспенивания и увеличивает скорость отверждения материала. При этом материал отверждается быстрее, чем происходит полная реализация возможностей газообразователя. По этой причине нами принято решение не использовать данную смолу для производства пеноматериалов, наполненных золой уноса Усть-Илимской ТЭЦ.

3.3 Разработка рецептур композита с использованием золы уноса ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго»

При разработке рецептур композиционного пеноматериала с использованием наполнителя – золы уноса ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» использовались те же рецептуры, что и при разработке пеноматериалов с использованием золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ учитывая, что золы близки по химическому составу (см. таблицу 18).

Максимальное содержание золы уноса ТЭЦ- 9, введенное в материал по рецептуре оптимальной композиции (ФРВ-1А – 20,7%; ФРВ-ЭМ – 8,8%; ВАГ-3 – 14,8%; ЗУ ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» – 41,4%; ПЭ(40-70) – 4,1%; ПЭ (70–100) – 4,1%; ОФК – 4,1%; ОП-10 – 2%), составило 70%. При добавлении большего количества наполнителя в композицию необходимая реакция между компонентами смеси не происходит, образуется спекшаяся непористая масса.

Необходимо отметить, что золы уноса ТЭЦ-9 и Усть-Илимской ТЭЦ индивидуально не вступают в реакцию с фенолформальдегидной смолой, что подтверждено результатами ИК-спектроскопии (рисунки 15-18) и рентгенофазового анализа (рисунок 19). Анализ ИК-спектров не выявил образования новых полос поглощения в колебательных спектрах.

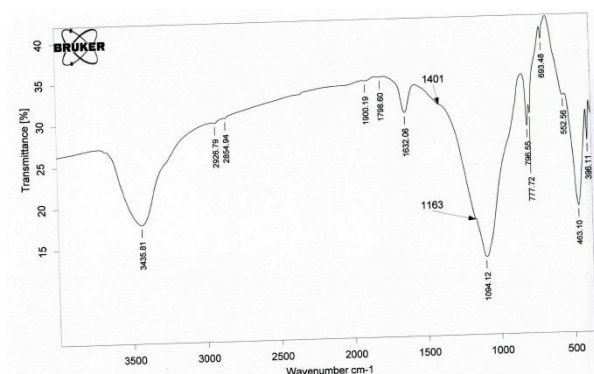


Рисунок 15 – ИК спектры зола уноса ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго»

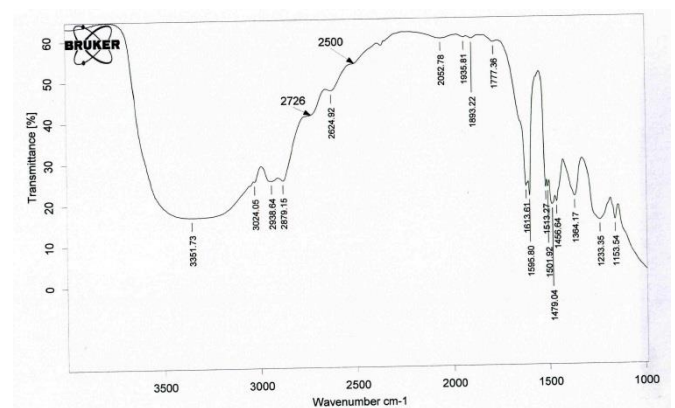


Рисунок 16 – ИК спектры смесь фенолформальдегидной смолы А и золы уноса ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго»

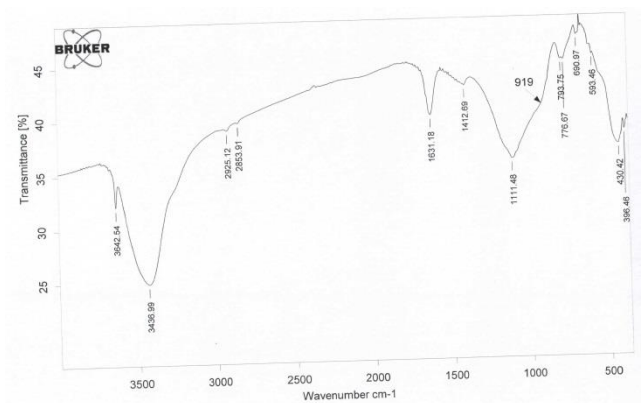


Рисунок 17 – ИК спектры зола уноса УИ ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго»

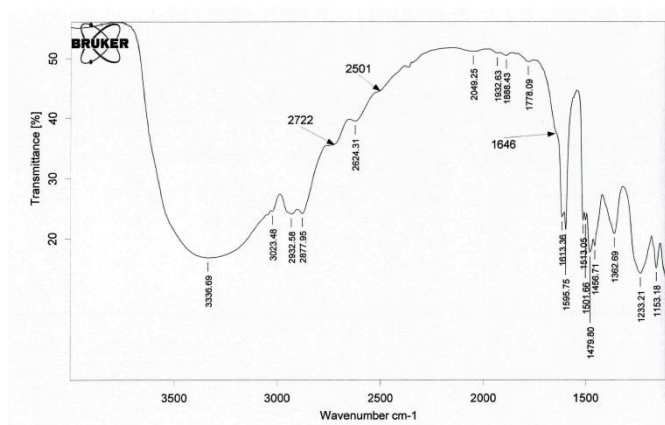


Рисунок 18 – ИК спектры смесь фенолформальдегидной смолы А и зола уноса УИ ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго»

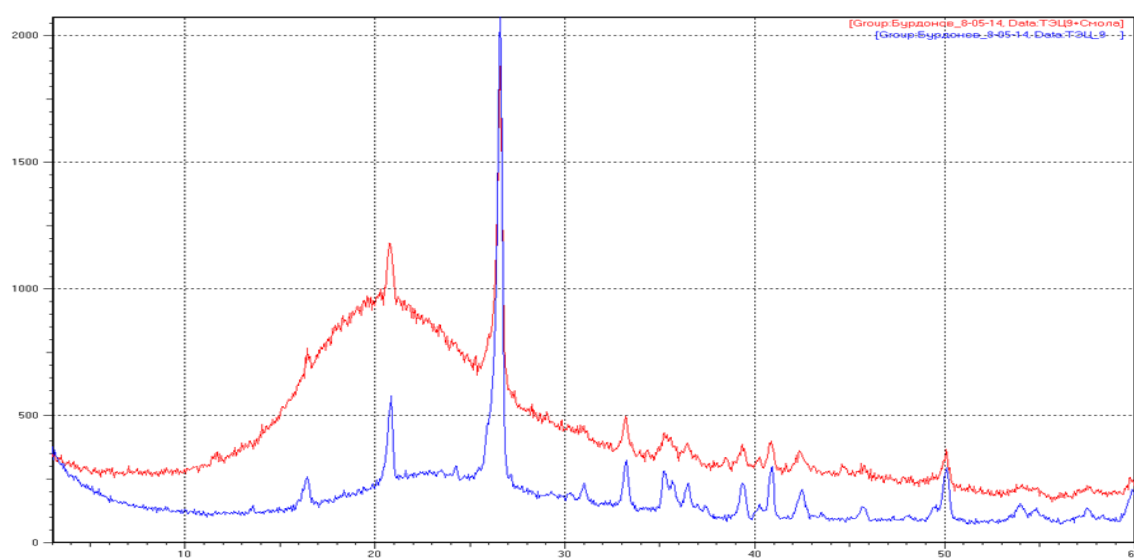


Рисунок 19 – Сравнение результатов рентгенофазового анализа зола уноса ТЭЦ-9 и смеси смолы с золой

Рентгенофазовый анализ выявил существенные различия в химическом составе зол уноса ТЭЦ-6, ТЭЦ-9 и Усть-Илимской ТЭЦ. Так, в золах уноса ТЭЦ-9 преобладают SiO_2 – 88% и $\text{Ca}_9(\text{Al}_6\text{O}_{18})$ – 9%, содержание оксида кальция в золе не превышает 2%. В золах уноса Усть-Илимской ТЭЦ преобладают SiO_2 – 54% и $\text{Ca}_9(\text{Al}_6\text{O}_{18})$ – 22%, содержание оксида кальция в золе не более 10%. В ходе смешивания зола уноса и ФФС происходит экзотермическая реакция, что указывает на взаимодействие компонентов смеси. Однако данные ИК-спектроскопии и рентгенофазового анализа не выявили значительных изменений фазовых составов зол уноса и их смесей со смолой.

Результаты исследования показали, что повышение содержания оксида кальция в золе уноса приводит к экзотермической реакции и ингибированию процесса вспенивания: при увеличении содержания CaO от 2 до 10 % период индукции возрастает на 27 %, увеличение содержания CaO от 10 до 25 % приводит к отверждению полимера, что ингибирует процесс вспенивания композиции.

На основе экспериментальных исследований были выделены несколько типов теплоизоляционных материалов различного состава с наилучшими характеристиками и технологическими показателями процесса, а именно кратностью вспенивания и периодом индукции. Составы выбранных нами наилучших композиций представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Составы композиции для производства теплоизоляционных материалов

	Состав композиции, %.										Кратность вспенивания	Период индукции
	Смола ФРВ-1А	Смола ФРВ-ЭМ	ЗУ УИ	ЗУ 9	К	КФ-МТ	ПЭ (40)	ПЭ (70)	ОФК	ОП-10		
1	47,6	-	28,6	-	23,8	-	-	-	-	-	16-18	28
2	36,8	-	21,1	-	15,8	26,3	-	-	-	-	16-18	38
3	30,4	13	34,9	-	21,7	-	-	-	-	-	20-21	17
4	23,5	10	40,3	-	16,8	-	4,7	-	4,7	-	19-21	28
5	24,6	10,6	35,2	-	17,2	-	4,9	-	4,9	2	22-24	24
6	20,7	8,8	41,4	-	14,8	-	4,1	4,1	4,1	2	25-27	25
7	20,7	8,8	-	41,4	14,8	-	4,1	4,1	4,1	2	25-27	18

Заметно, что наилучшие технологические параметры имеют материалы состава № 7 с использованием золы уноса ТЭЦ-9. Данная композиция выбрана для производства опытной партии, поскольку имеет лучшую кратность вспенивания 25-27, равномерную пористую структуру, минимальный период индукции вспенивания, достаточный для выполнения всех технологических операций.

3.4 Разработка технологии производства теплоизоляционного пеноматериала

Разработка экономически выгодных композиций, содержащих большое количество дешевых, а главное доступных наполнителей и добавок, способствующих улучшению и ускорению процессов вспенивания и отверждения

пены композиции, является одной из приоритетных задач в области получения полимерных теплоизоляционных материалов на основе новолачных фенолформальдегидных полимеров. В данном случае необходимо уделять большое внимание наполнителям и иным добавкам, которые, улучшая показатели композиции, не должны вызывать отрицательных явлений.

Условия производства пенопластов из известных композиций отличаются между собой по технологическому оформлению и условиям ведения процессов. Перед нами встала задача разработать новые составы композиций, оптимальные с точки зрения свойств и условий производства теплоизоляционных материалов, с улучшенными экономическими, технологическими и экологическими показателями, а также разработать технологию их получения.

Получаемая смесь вспенивается водородом, выделяющимся в результате реакции между алюминиевой пудрой и смесью кислот. Вспенивание так же проходит с использованием иных физических газообразователей. Отверждение вспененной композиции происходит за счет реакции поликонденсации полимеров, в результате которой образуются трёхмерные пространственные макромолекулы. Реакция отверждения носит экзотермический характер с выделением газообразных продуктов.

Материалы на основе представленных композиций представляют собой газонаполненные формованные изделия с закрытой мелкоячеистой структурой.

Данный вид пенопластов, на основе отходов, получают в изобарном или изохорном процессах, это дает возможность регулирования характеристик материала (плотности, теплопроводности).

При изобарном процессе вспенивание производится в открытой форме. Критерием изобарного процесса является кратность вспенивания. Теплоизоляционные материалы, полученные в изобарном процессе, отличаются малой плотностью, но невысокими механическими показателями.

Изохорный процесс характеризуется постоянством объёма. В этом процессе форму заполняют композицией и герметично закрывают крышкой. Стенки и

крышка формы не позволяют композиции свободно вспениваться. Выделяющиеся при вспенивании газообразные продукты развивают внутри композиционной смеси избыточное давление.

Композиты, получаемые данным способом, характеризуются повышенной механической прочностью, но обладают высокой плотностью и более высоким коэффициентом теплопроводности. Такой вариант применяют для вспенивания пенопластов в полости конструкций.

Технологический процесс получения пеноматериала на основе отходов ТЭЦ может быть периодическим и непрерывным.

При изготовлении пенопластов по периодическим способом применяют ломастные смесители со скоростью 350-1500 об/мин.

Для непрерывной заливки применяют устройства, включающие четыре расходные ёмкости (две емкости для полимерной смеси, для каталитической композиций и емкость для наполнителей), четыре подающих насоса и смесительную головку. Производительность смесительной машины – 300 лит/мин. (рисунок 20).

Первой операцией является предварительное смешивание вспенивающих добавок со смолой и золой уноса. Смешивание происходит при использовании лопастной мешалки. Скорость вращения миксера составляет 800–1500 об/мин. Время смешивания первоначальных компонентов составляет не менее 40-45 секунд. Далее происходит добавление кислотного катализатора. Массовое содержание кислотного катализатора к смоле без добавок составляет 20–40% в зависимости от содержания золы в рецептуре. Смешивание происходит в течение 20–25 секунд на более низких оборотах (300–400 об/мин). Более низкая скорость смешивания обусловлена необходимостью исключить попадание воздуха в смесь композиции, что может негативным образом влиять на структуру пенопласта.

3.4.1 Устройство и принцип работы заливочной машины

3.4.1.1 Принцип работы

В состав оборудования заливочной машины входят: насосная станция, заливочная головка ЗГ-006, гидропневмобак, компрессор любой модели (типа) с производительностью 200-300 л/мин, комплект рукавов. Принцип работы комплекса представлен на рисунке 20.

Из расходных технологических емкостей (поз. 1 и 2 рис. 20) компоненты «А» (подготовленная смесь фенолформальдегидных смол марок ФРВ-1А и ФРВ-ЭМ, петролейного эфира, поверхностно-активного вещества и золы уноса) и «Б» (смеси минеральных и органических кислот-продукт ВАГ-3) по соответствующим заборным рукавам (поз. 5 и 6 рис. 20) поступают к насосам насосной станции. При работе насосов компоненты «А» и «Б», по напорным рукавам ДУ16 (поз. 7 рис. 20) и ДУ8 (поз. 8 рис. 20) поступают к соответствующим штуцерам заливочной головки ЗГ006. В смесительной камере заливочной головки ЗГ006 компоненты тщательно перемешиваются и подаются к месту заливки. При работе заливочного комплекса в режиме рециркуляции компоненты от соответствующих штуцеров заливочной головки ЗГ006 по рециркуляционным рукавам ДУ16 (поз. 9 рис. 20) и ДУ8 (поз. 10 рис. 20) поступают обратно в расходные технологические емкости.

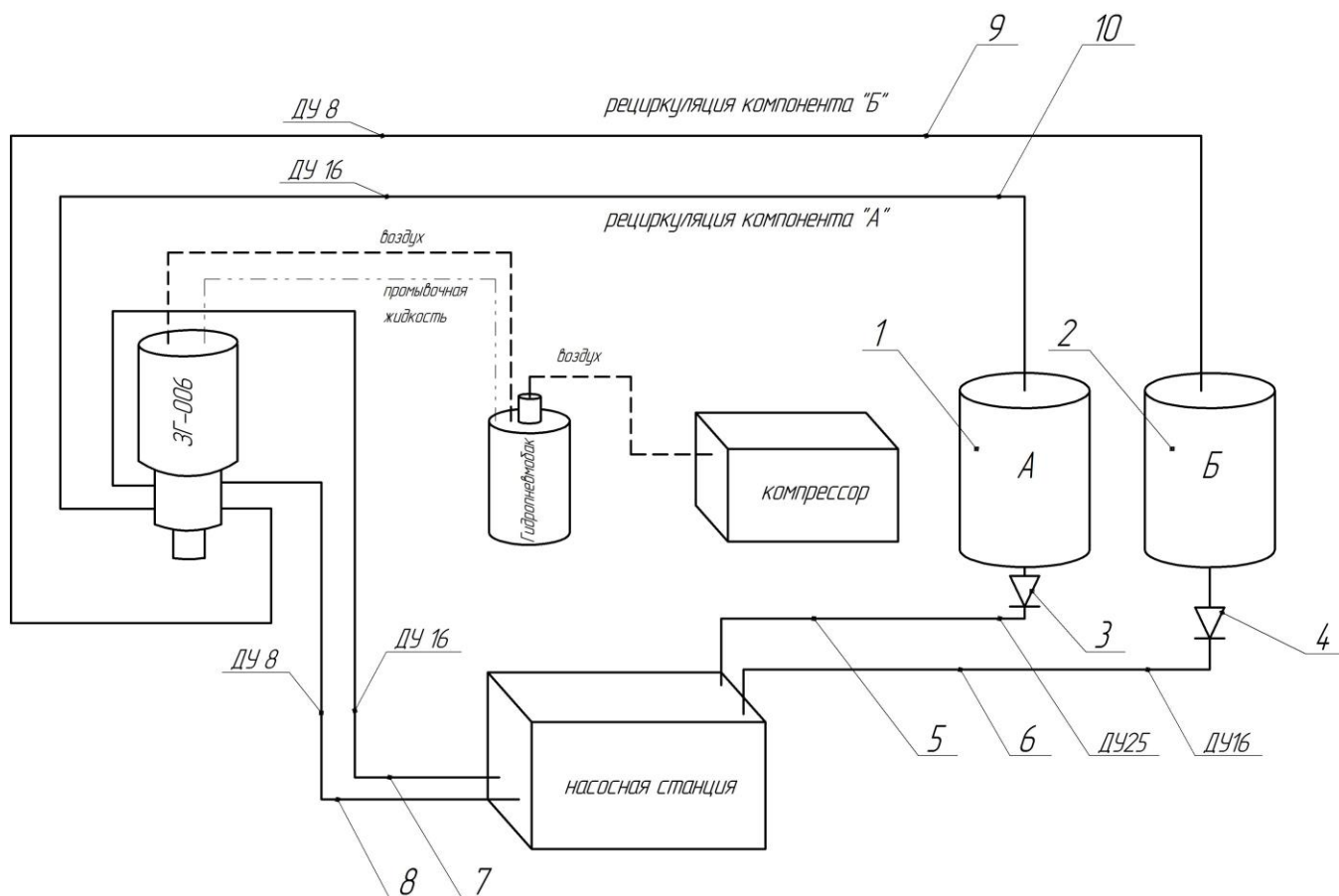


Рисунок 20 - Схема организации рабочего места заливочного комплекса

- 1 - Расходная емкость компонентов «А»
- 2 - Расходная емкость компонента «Б»
- 3 - кран шаровой емкости компонента «А»
- 4 – кран шаровой емкости компонента «Б»
- 5 - Рукав подвода компонента «А» к насосной станции
- 6 - Рукав подвода компонента «Б» к насосной станции
- 7 - Рукав подачи компонента «А» к заливочной головке
- 8 – Рукав подачи компонента «Б» к заливочной головке
- 9 – Рукав отвода компонента «А» от заливочной головки
- 10 – Рукав отвода компонента «Б» от заливочной головки

3.4.1.2 Насосная станция

Общий вид насосной станции показан на Рис.2. В состав станции входит: рама, шестеренный насос с электродвигателем для перекачивания компонента «А» (смола ФРВ), шестеренный насос с электродвигателем для перекачивания компонента «Б» (вспенивающий агент ВАГ-3), а также пульт управления насосами.

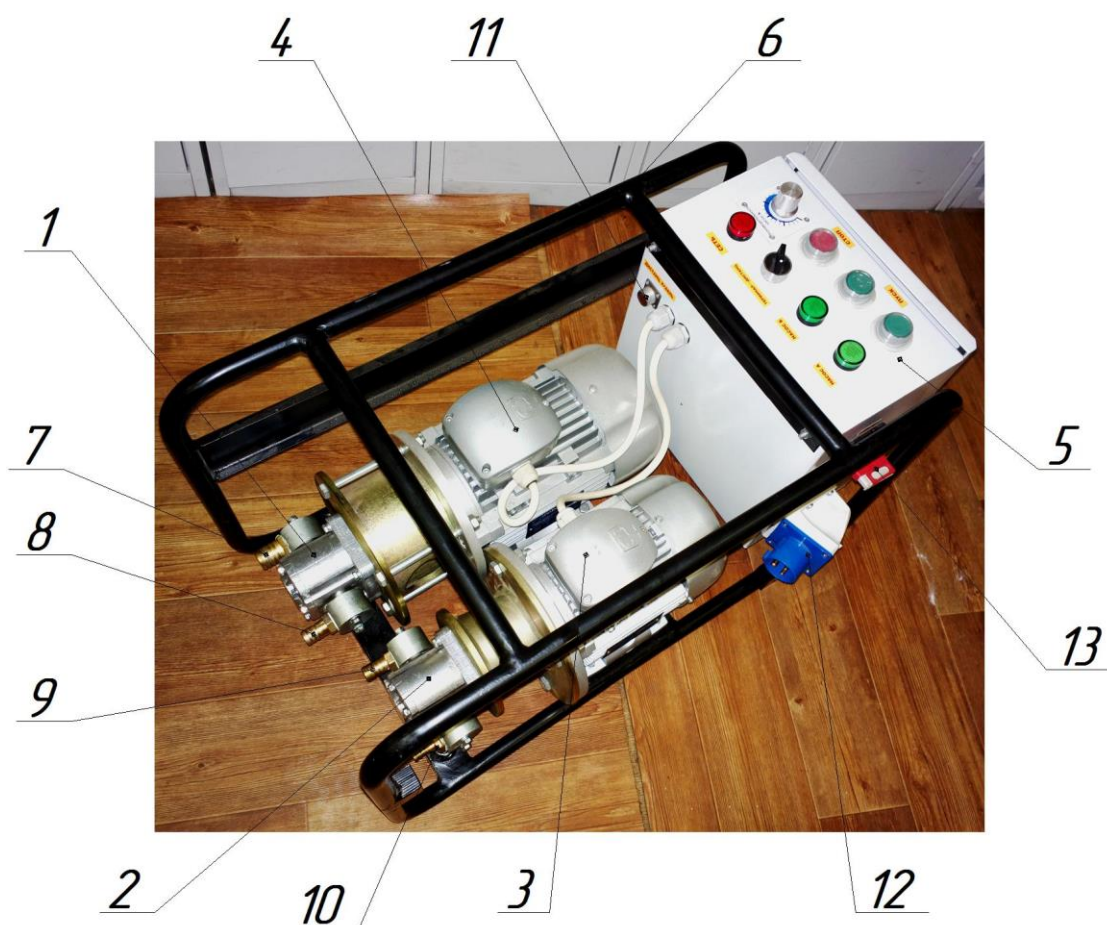


Рисунок 20-1- Общий вид насосной станции

- 1 - Шестеренный насос подачи смеси фенолформальдегидных смол марок ФРВ-1А и ФРВ-ЭМ, петролейного эфира, поверхностно-активного вещества и золы уноса
- 2 - Шестеренный насос подачи вспенивающего агента ВАГ-3
- 3 - Электродвигатель насоса перекачивающего ВАГ-3
- 4 - Электродвигатель насоса перекачивающего смесь компонентов «А»
- 5 - Пульт управления насосной станцией

- 6 - Рама насосной станции
- 7 - Штуцер подачи компонентов «А» от расходной технологической емкости к насосу
- 8 - Штуцер подачи компонентов «А» от насоса к заливочной головке
- 9 - Штуцер подачи ВАГ-3 от расходной емкости к насосу
- 10 - Штуцер подачи ВАГ-3 от насоса к заливочной головке
- 11 - Разъем подключения кабеля дистанционного управления
- 12 - Вилка подключения электропитания
- 13 - Выключатель насосной станции

При изохорном процессе производства материала подготавливают формы. Поверхность обклеивают бумагой либо смазывают внутренние поверхности для защиты от прилипания вспенивающейся композиции. Время дозирования композиции в форму около 1 мин. Форму немедленно закрывают. Взаимодействие компонентов происходит в течение 10 минут. Извлекают из формы блок пенопласта и выдерживают его в теплом, вентилируемом помещении в течение 2–3 суток. Освободившуюся форму подготавливают к заливке в нее последующей порции вспенивающейся композиции.

При изобарном процессе производства материала композиция в необходимом объеме подается в емкость для заливки (сэндвич-панель, перекрытие стен и крыш). Температура экзотермической реакции компонентов составляет 105–110 С°.

Состав композиции определяют по расчетной рецептуре в соответствии с техническими условиями.

Оптимальный состав композиции разрабатывался с использованием в качестве минеральных наполнителей зол уноса ТЭЦ-6, Усть-Илимской ТЭЦ и ТЭЦ-9 г. Ангарска ОАО «Иркутскэнерго».

При этом решались задачи достижения оптимальных технологических, кинетических характеристик процесса получения материала для теплоизоляции, соответствующего установленным требованиям, и одновременно максимально возможного использования золы уноса.

3.5 Промышленное получение композиционных пеноматериалов

Промышленное изготовление фенол-карбамидоформальдегидного пеноматериала осуществляли на заводе по производству пенополиуретановых теплоизоляционных скорлуп и плит ООО «OZON» г.Иркутск (Приложение Б).

Для производства материала в промышленных условиях была выбрана композиция с составом: смола ФРВ-1А – 34,8 %, смола КФ-МТ-15 – 15,2 %, зола уноса – 14 %, ВАГ-3 – 36%.

В качестве наполнителя использовалась зола уноса Усть-Илимской ТЭЦ. Для заливки композиции были выбраны металлические формы, используемые для производства теплоизоляционных скорлуп на основе пенополиуретана (рисунок 21).



Рисунок 21 – Форма для производства теплоизоляционных скорлуп

Для изготовления пенопластовых изделий – скорлуп, использовалась форма объемом 4000 см³. Из результатов проведенных ранее экспериментальных исследований по выявлению кратности вспенивания композиции и предварительных экспериментов было рассчитано массовое количество компонентов. Соотношение компонентов:

- смола ФРВ-1А – 34,8 % (950 г.)

- смола КФ-МТ-15 – 15,2 % (450 г.)
- зола уноса – 14 % (400 г.)
- продукт ВАГ-3 – 36% (1150 г.)

В результате опробования технологии в промышленных условиях достигнута большая кратность вспенивания и быстрое отверждение. Полученный материал достаточно прочный, жесткий, имеет огнотстойно высокую плотность, негорючий.

Материал имеет большую плотность по сравнению со скорлупой из ППУ. Композиция обладает высокими адгезионными свойствами, что положительным образом может повлиять на сцепление с металлическим трубопроводом.

Получение опытной партии фенолоформальдегидного теплоизоляционного материала осуществляли на заводе по производству строительных материалов на основе золошлаковых отходов ООО «Экостройинновации», г. Иркутск (Приложение В) в соответствии с ТУ (Приложение Г). Для выпуска опытной партии использовалась композиция следующего состава: ФРВ-1А – 20,7%; ФРВ-ЭМ – 8,8%; ВАГ-3 – 14,8%; ЗУ ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» – 41,4%; ПЭ(40–70) – 4,1%; ПЭ (70–100) – 4,1%; ОФК – 4,1%; ОП-10 – 2%.

Для производства пеноматериала использовалась машина заливочная низкого давления GZ(Y)D-100 (производитель – Китай). Данное оборудование предназначено для переработки двухкомпонентных систем. Установка имеет производительность 120 кг/мин.

В ходе лабораторных исследований выявлено, что данная композиция является оптимальной по большинству эксплуатационных характеристик. Заливка производилась в металлические и деревянные формы с металлическим каркасом для получения теплоизоляционных плит и скорлуп. Размер формы плиты 120×260×12 мм. Размеры формы для производства теплоизоляционных скорлуп Ø15×100 мм.

В ходе проведения работы были получены изделия из теплоизоляционного материала – плиты и скорлупы с однородной структурой и с высокой кратностью вспенивания (рисунок 22).

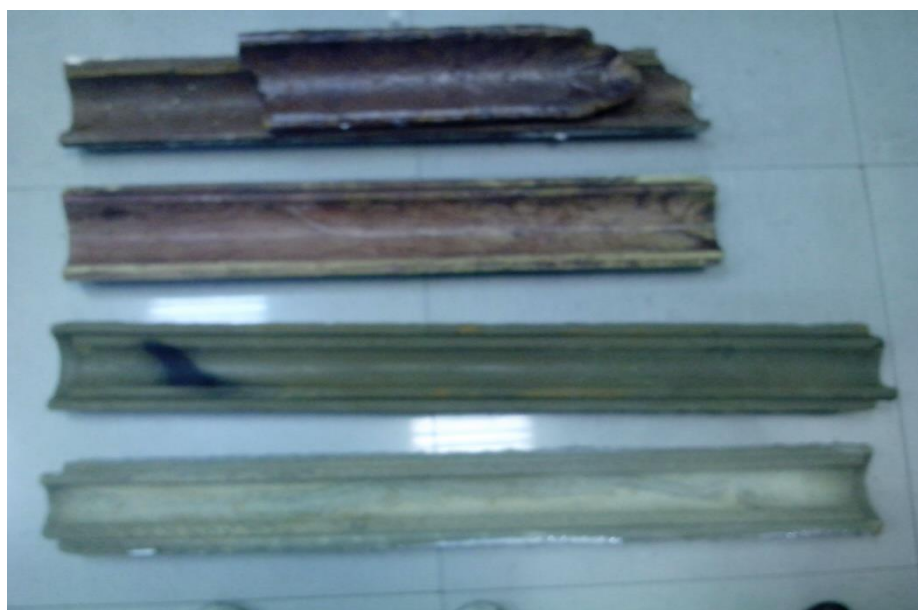


Рисунок 22 - Скорлупы теплоизоляционные

Образцы теплоизоляционных изделий из материала состава: ФРВ-1А – 20,7%; ФРВ-ЭМ – 8,8%; ВАГ-3 – 14,8%; ЗУ ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» – 41,4%; ПЭ(40–70) – 4,1%; ПЭ (70–100) – 4,1%; ОФК – 4,1%; ОП-10 – 2%., полученные на производственной базе ООО «Экостройинновации», были направлены в сертифицированные центры для определения физико-механических, тепло-технических и пожаро-технических характеристик пеноматериала.

3.6 Оптимизация технологии производства наполненных пенокомполитов

Представленные в работе композиции характеризуются временными параметрами вспенивания, являющимися прямым следствием скоростей химических реакций реагирующих компонентов, образующих полимерную основу композита. Скорости реакций зависят как от каталитических условий реакции, так и от температуры.

В ходе проведения исследования при заливке композиций в открытые формы было замечено, что на продолжительность процесса пенообразования влияет толщина заливаемого слоя композиции. Эксперимент проводился с использованием указанных наполнителей – зол уноса, в количестве 40% от массы композиции. Зависимость продолжительности процесса вспенивания от толщины слоя композиции представлена на рисунке 23.

Получение композиций проходило при следующих условиях: температура – 21 °С, атм. давление – 101,4 кПа, отн. влажность – 56 %.

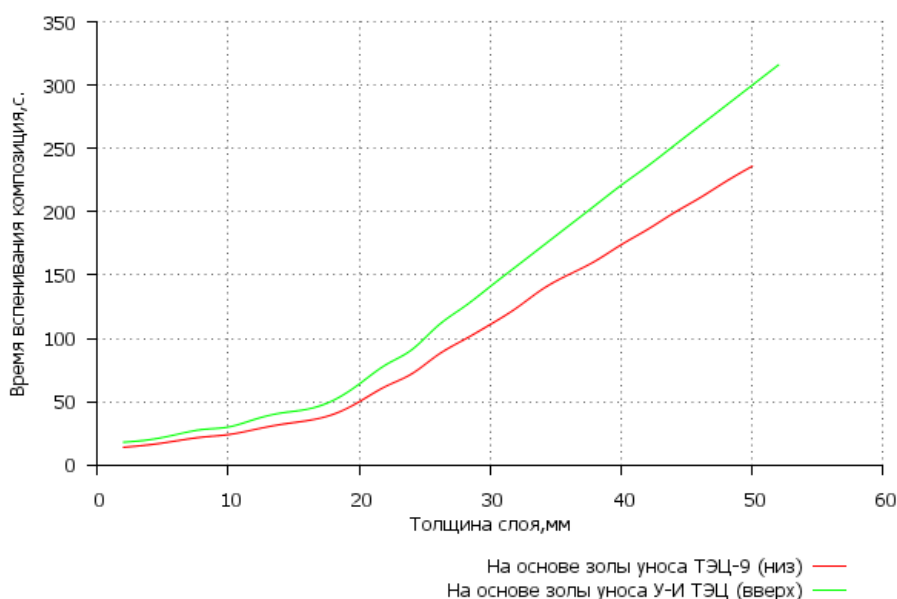


Рисунок 23 – Зависимость продолжительности процесса вспенивания от толщины заливаемого слоя полимер-минеральной композиции

Во время вспенивания полимер-минеральной композиции выделяется большое количество тепла. Эффект вспенивания возрастает, если выделившееся тепло интенсивно не отводится стенками формы. Вследствие этого пеноматериалы, получаемые в формах из материала с низкой теплопроводностью (например, фанера), имеют меньшую плотность, чем материалы, получаемые в металлических формах.

Установлено, что чем больше отношение площади поверхности формы к ее объему, тем большую плотность имеет пенопласт. Для получения композита однородной равномерной структуры минимальная толщина заливаемого слоя в

деревянную форму (удельная теплоемкость сосны 2,72 кДж/(кг*К)) должна составлять не менее 4 мм. Повышение толщины заливаемого слоя выше 20 мм в незначительной степени влияет на процесс вспенивания композиции, если площадь заливаемой поверхности не превышает 1 м². На рисунке 23 видно, что вспенивание композиции с использованием золы уноса ТЭЦ-9 происходит быстрее, чем с использованием золы Усть-Илимской ТЭЦ. При увеличении толщины заливаемого слоя композиции на 1 мм время вспенивания увеличивается на 4 секунд, а для композиции с использованием золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ – на 5 секунд.

Математические модели зависимости продолжительности процесса вспенивания от толщины заливаемого слоя полимер-минеральных композиций с использованием золы уноса ТЭЦ-9 (1) и с использованием золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ (2) выражаются уравнениями регрессии:

$$t = -0,002n^3 + 0,2296n^2 - 2,1613n + 21,624 \quad (1)$$

$$t = -0,0026n^3 + 0,2916n^2 - 2,7449n + 27,463, \quad (2)$$

где t - продолжительности процесса вспенивания композиции, сек;

n - толщина заливаемого слоя полимерно-минеральной композиции, мм.

С уменьшением толщины заливаемого слоя вследствие теплоотвода через стенки форм температура в сердцевине смеси уменьшается. При использовании термостатируемых форм в краевой зоне (зоне контакта композиции со стенками форм) поддерживается температура, близкая к заданной температуре термостатирования. Эта температура ниже, чем температура в середине образца. Поэтому, при получении композиции устанавливается температурный градиент по толщине образца, и, как следствие, имеют место разные скорости химического взаимодействия и газообразования. В центральной части заливаемого композита реакции проходят быстрее, чем в краевой зоне. В готовом изделии это выражается образованием поверхностной корки с более высокой плотностью в сравнении с плотностью композита в сердцевине образца. Формированию поверхностной

корки способствует также давление, развивающееся в форме вспенивающейся композицией. Данные показатели так же влияют на форму получаемых изделий при свободном вспенивании.

Одним из важнейших факторов производства теплоизоляционных материалов на основе смеси термореактивных смол, золы уноса и различных аддитивов является температура композиции. На рисунке 24 представлена зависимость влияния температуры композиции на кратность ее вспенивания.

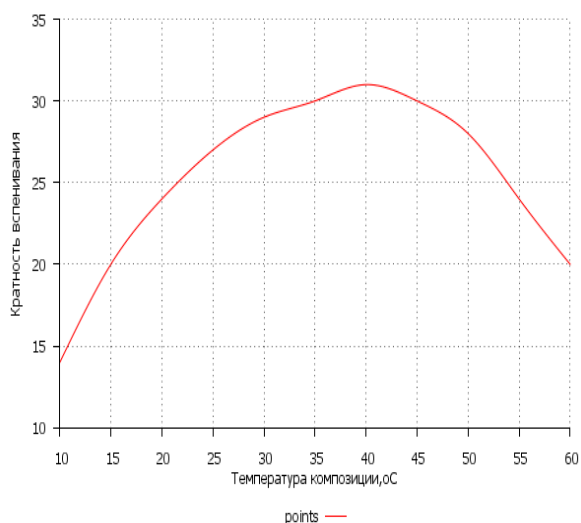


Рисунок 24 – Зависимость кратность вспенивания полимер-минеральных композиций от ее начальной температуры

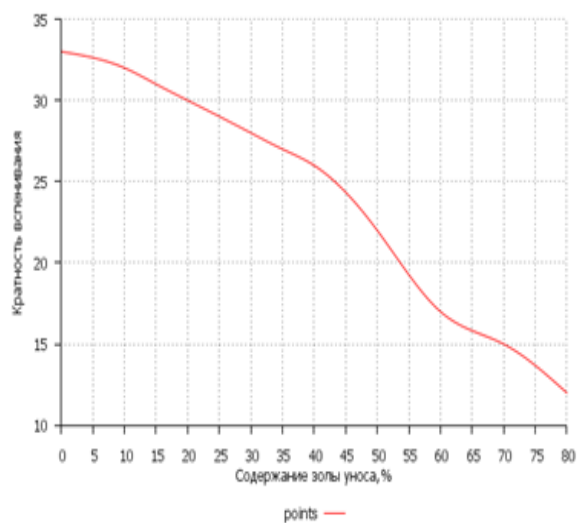


Рисунок 25 – Зависимость кратности вспенивания полимер-минеральных композиций от содержания золы уноса

Полученные данные (рисунок 24), можно использовать для регулирования процессов получения и свойств пеноматериала. Изменяя температуру, можно регулировать кратность вспенивания материала, тем самым изменять свойства получаемых теплоизоляционных материалов.

Математические модели зависимости кратности вспенивания полимер-минеральных композиций от ее начальной температуры (3) и зависимость кратности вспенивания от содержания золы уноса (4) выражаются уравнениями регрессии:

$$r = 5E-07T^5 - 9E-05T^4 + 0,0064T^3 - 0,2222T^2 + 4,4285T - 13,636 \quad (3)$$

$$r = -0,0028x^2 - 0,0823x + 33,032, \quad (4)$$

где r – кратность вспенивания композиции;

T - начальная температура композиции, °С;

x - содержание золы уноса, %.

Анализируя представленный график (рисунок 24), можно заключить, что производство изделий на основе данной композиции при температуре ниже 10⁰С, является нецелесообразным. Увеличение кратности вспенивания происходит в промежутке от 10 до 30°С. Оптимальная температура полимер-минеральной композиции составляет 20–25 °С, т.к. в данном температурном диапазоне обеспечивается синхронность процессов вспенивания и отверждения композиции. При увеличении температуры более 25°С процесс пенообразования протекает очень быстро, что приводит к адиабатическому взрыву с сильным экзотермическим эффектом и с образованием рыхлой крупноячеистой структуры пеноматериала.

Как показала практика, на кратность вспенивания влияет не только температура композиции, но и содержание наполнителя, в данном случае золы уноса ТЭЦ-9. График зависимости кратности вспенивания от содержания наполнителя в композиции представлен на рисунке 25. Без использования золы композиция имеет кратность вспенивания 32–34. При содержании золы в композиции 60% кратность вспенивания снижается в 2 раза и составляет 16–18. При этом пеноматериал имеет достаточно высокие физико-механические характеристики (предел прочности при изгибе 0,7 МПа). При увеличении концентрации золы уноса на 1% кратность вспенивания снижается на 0,3.

Результаты изучения кинетики пенообразования газонаполненных полимер-минеральных композитов, индукционный период, время подъема пены и другие показатели являются важнейшими для выбора оптимальных рецептур [236].

От правильного выбора компонентов композиции зависит не только нормальное протекание процесса пенообразования, но и структура, а следовательно и свойства вспененного материала [237]. Для придания композиту пористой структуры необходимо, чтобы во время вспенивания массы стенки ячеек пузырьков обладали необходимой прочностью и не разрушались под

давлением расширяющихся газов, показатель которых имеет прямую зависимость от температуры.

На рисунках 26, 27 представлены зависимости периода индукции от содержания наполнителя в смеси и первоначальной температуры смеси.

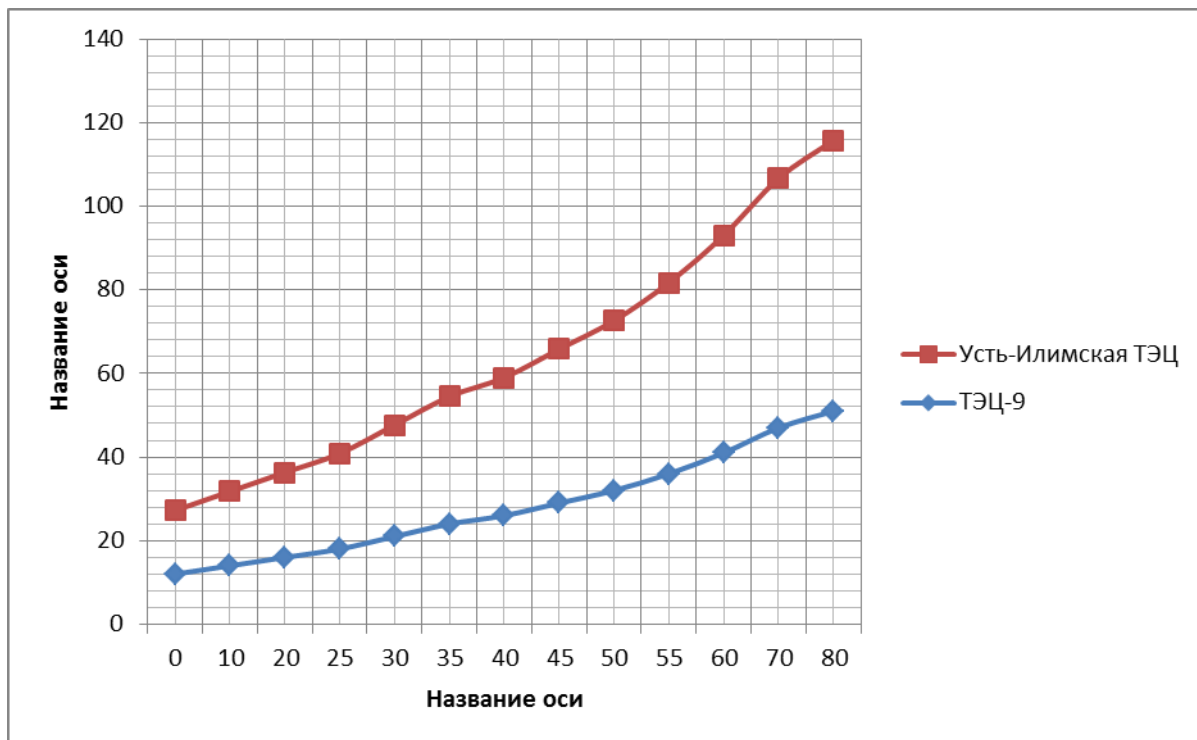


Рисунок 26 – Зависимость периода индукции от содержания наполнителя (доверительный интервал $R^2=0.964$)

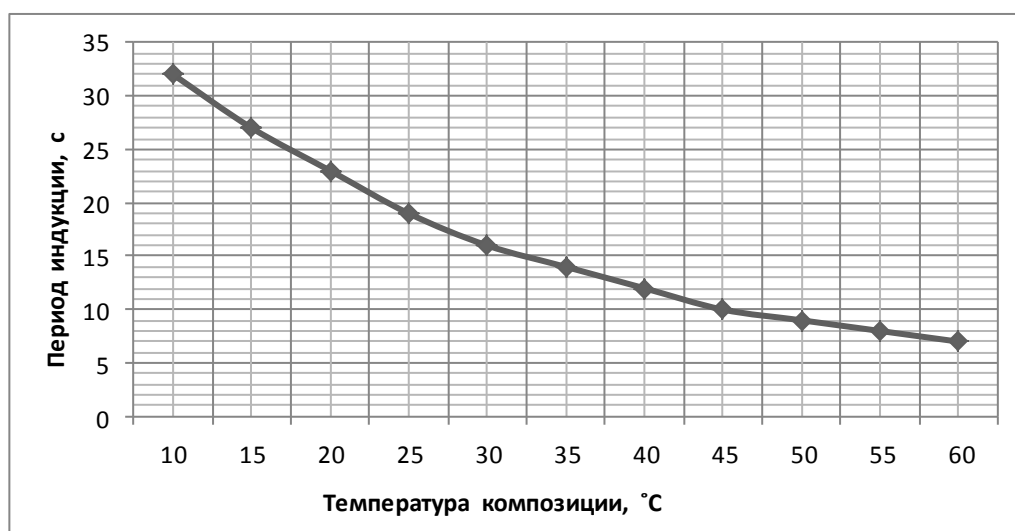


Рисунок 27 – Зависимость периода индукции от начальной температуры композиции (доверительный интервал $R^2=0.988$)

При увеличении концентрации золы уноса в композиции изменяется скорость реакции. В нашем случае зола уноса является ингибитором, препятствующим развитию цепной реакции.

Из полученных данных (рисунок 16) видно, что зола уноса ТЭЦ-9 заметно менее активная, чем зола Усть-Илимской ТЭЦ.

Математические модели зависимости периода индукции от содержания золы уноса ТЭЦ-9 (5) и золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ (4) выражаются уравнениями регрессии:

$$P = -2E-06x^4 + 0,0002x^3 - 0,0027x^2 + 0,2019x + 11,953 \quad (5)$$

$$P = 3E-06x^4 + 0,0003x^3 - 0,0034x^2 + 0,2564x + 15,18, \quad (4)$$

где P - период индукции, сек;

x - содержание золы уноса, %.

На рисунке 17 представлена зависимость периода индукции от температуры композиции. Согласно полученным результатам, чем ниже начальная температура смеси, тем больше период индукции реакции. Уменьшение температуры композиции ниже приведенных параметров также является неэффективным, поскольку значительно увеличивает период индукции реакции. Часть выделяющейся при экзотермической реакции энергии расходуется на нагрев композиции и формы, что, в конечном счете, влияет на характеристики пеноматериала.

Время подъема пены также зависимость от начальной температуры смеси. На рисунках 28, 29 представлены зависимости времени подъема пены полимер-минеральной композиции, от температуры и количества наполнителя.

Из рисунка 28 видно, что с повышением температуры в интервале от 10 до 40°С время подъема пены значительно сокращается: на каждый 1 градус – на 0,2 с. При температуре выше 40°С время подъема пены начинает увеличиваться. Данный факт связан с выделением большого количества энергии в процессе взаимодействия компонентов и соотношением скоростей вспенивания и отверждения смеси.

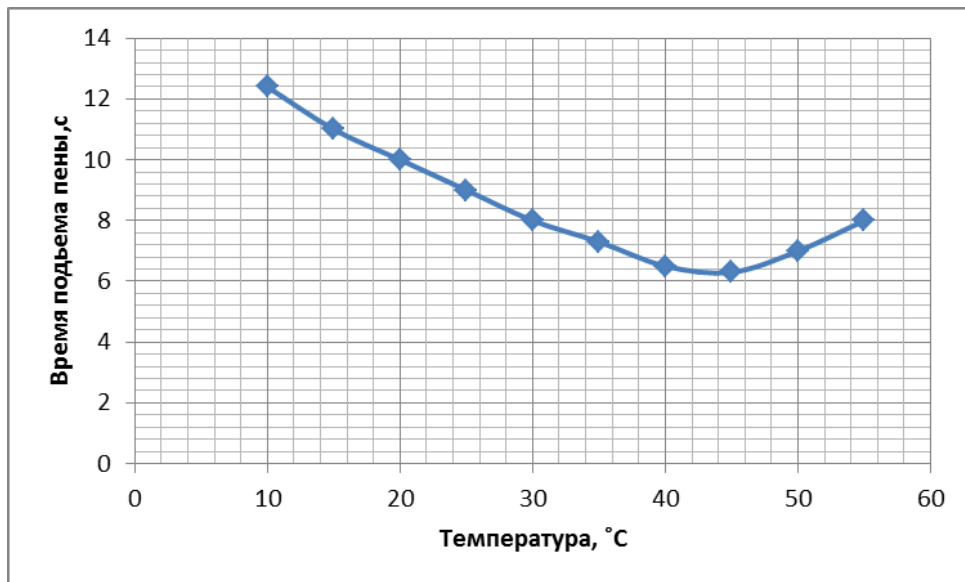


Рисунок 28 – Зависимость времени подъема пены композиции от ее начальной температуры (доверительный интервал $R^2=0.974$)



Рисунок 29 – Зависимость времени подъема пены от содержания золы уноса в композиции (доверительный интервал $R^2=0.953$)

Рисунок 29 иллюстрирует зависимость времени подъема пены композиции от концентрации золы уноса. Время вспенивания имеет прямо пропорциональную зависимость от содержания наполнителя.

Выводы

1. Получены новые вспененные теплоизоляционные материалы, имеющие различные технические и эксплуатационные характеристики. В качестве наполнителей полимерных композиций использовались три вида золы уноса ОАО «Иркутскэнерго» различного химического состава: Усть-Илимской ТЭЦ, ТЭЦ-9 (г. Ангарск) и ТЭЦ-6 (г. Братск), в качестве связующего – фенолформальдегидные смолы ФРВ-1А, ФРВ-ЭМ и Красфор PF-23.

2. В результате исследования выявлено влияние химического состава зол уноса на процесс получения и свойства вспененных теплоизоляционных материалов.

При использовании золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ с содержанием оксида кальция ~5 % было выявлено, что зола уноса влияет на скорость взаимодействия компонентов смеси, а так же, зола вступает в химическую реакцию с продуктом ВАГ-3. Выявлено влияние состава зол уноса на процесс вспенивания фенолформальдегидной композиции: повышение содержания оксида кальция свыше 25% приводит к ингибированию процесса вспенивания, при этом обнаружено повышение содержания $Ca_9(Al_6O_{18})$ и SiO_2 .

Установлено, что при взаимодействии основной золы уноса ТЭЦ-6 и ФФС образуются донорно-акцепторные связи между компонентами смеси, что приводит к образованию ряда новых химических соединений со связями Si-O, Si-C, Si-N.

3. Установлено влияние отдельных компонентов композиции в присутствии наполнителя – золы уноса на технологические характеристики процесса вспенивания.

Использование карбаминоформальдегидной смолы марки КФ-МТ-15 способствует уменьшению кратности вспенивания материала на 10–15 % и увеличению периода индукции реакции в среднем на 10 секунд. При этом более медленное вспенивание композита способствует формированию более однородной структуры с меньшим количеством дефектов; смола КФ-МТ-15

несколько повышает механические характеристики композита за счет снижения кратности вспенивания.

4. Использование фенолформальдегидной смолы марки ФРВ-ЭМ позволило наполнить композицию до 40% при относительно большой кратности вспенивания материала (20–22). Использование смолы марки ФРВ-ЭМ положительным образом влияет на структуру получаемых пеноматериалов. Механические свойства пеноматериала значительно улучшены.

При использовании смолы Красфор PF-23 с более низким содержанием свободных фенола и формальдегида установлено, что данная смола значительно увеличивает период индукции вспенивания. Красфор PF-23, по сравнению со смолой марки ФРВ-ЭМ, уменьшает кратность вспенивания и увеличивает скорость отверждения материала. При этом материал отверждается быстрее, чем происходит полная реализация возможностей газообразователя.

5. Для улучшения теплотехнических свойств материала целесообразно использовать смеси различных по температурам кипения газообразователей – петролейных эфиров ПЭ (40–70) и ПЭ (70–100). Совместное использование данных компонентов приводит к двухступенчатому процессу пенообразования, что позволяет существенно увеличить кратность вспенивания массы и пористость материала: при наполнении композиции золой уноса до 40 % удалось достичь значения кратности вспенивания 25–27.

6. Комплекс исследований по выявлению оптимальной степени наполнения композиции золой уноса показал, что при введении золы уноса свыше 70 % вспенивание не происходит, а образуется спекшаяся непористая масса, т.е. допустимым пределом наполнения композиций является – 70% масс.

7. Установлены технологические условия и параметры вспенивания разработанных полимерных композиций: введение золы уноса свыше 70 % ингибирует процесс вспенивания смеси; оптимальная температура смеси компонентов составляет 25°C, период индукции составляет от 18 до 28 секунд.

4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗОЛ УНОСА НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ СМОЛ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

В результате экспериментальных исследований, представленных в предыдущей главе, создана группа наполненных полимерно-минеральных пенокомпозигов, представленных несколькими рецептурами. Разработаны материалы с различным содержанием наполнителя. Пенокомпозиговы имеют различную плотность, механические и теплотехнические характеристики. Полученные заливочным методом композиговы имеют гладкую поверхностную корку с повышенными механическими свойствами, хорошую кратность вспенивания, однородную мелко- и крупнопористую структуру. Проведенные эксперименты свидетельствуют о возможности получения наполненных пенокомпозигов с оптимальным содержанием золы уноса до 40%.

Комплексные исследования свойств наполненных пенокомпозигов включали изучение физико-механических характеристик, пожарной опасности материала, химического (элементого) состава и структуры материала.

Введение золы уноса в теплоизоляционные композиговы на основе терморективных смол преследует следующие цели:

- 1) повышение механической прочности и твердости пенопластов;
- 2) снижение себестоимости;
- 3) придание композиговы специальных свойств (понижение горючести, повышение фрикционных или антифрикционных, антикоррозионных, электрических, теплофизических, адгезионных и других характеристик).

Повышение твердости и модуля упругости полимеров является универсальным свойством всех твердых дисперсных наполнителей. Известно, что с помощью зол уноса можно регулировать коэффициент трения, химическую стойкость, теплостойкость, теплопроводность, плотность материала [238–239]. Поэтому золы уноса нашла широкое применение для повышения этих свойств,

как у термопластов, так и у реактопластов [240]. При регулировании свойств композита имеют значение форма, размер, удельная поверхность, плотность и др. свойства наполнителя. Поскольку частицы золы уноса являются микросферами, то с учетом высокой физико-химической активности оксидов металлов полимерная композиция, вероятно, будет включать глобулярные надмолекулярные образования, кроме этого, обладать рядом специальных характеристик, например, способностью отражать и поглощать электромагнитное излучение и улучшенными акустическими параметрами, или обеспечивать высокую устойчивость к кислотам и щелочам [241–242].

Проведенные исследования полученных нами пеноматериалов показали, что зола уноса оказывает существенное влияние на свойства и структуру разработанных композиционных материалов. Исследование структуры и свойств, а также их взаимозависимости с учетом взаимодействия между связующим и наполнителем, необходимо также для выявления эксплуатационных характеристик полученных материалов [243].

4.1 Изучение структуры теплоизоляционных материалов

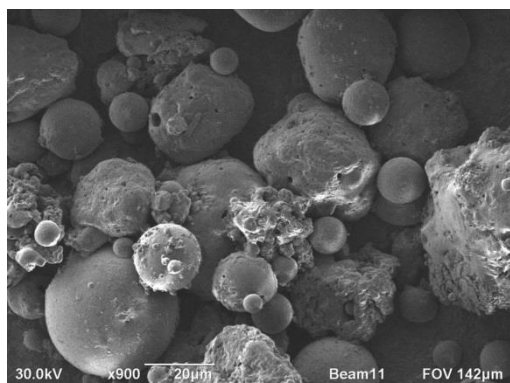
На базе Технопарка Иркутского государственного технического университета проводились исследования структуры разработанных нами композиционных пеноматериалов методом электронной микроскопии на двухлучевом сканирующем микроскопе ЛВ-4500. Проведены исследования образцов ТИМ с различным содержанием наполнителя. В качестве связующей матрицы для данной композиции использовались смеси фенольных смол и вспомогательных компонентов (таблица 32).

Таблица 32 – Рецептуры теплоизоляционных композиционных пеноматериалов

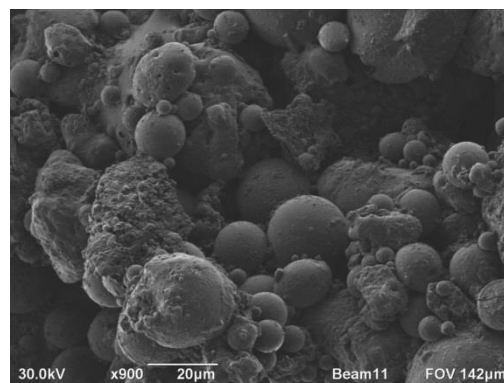
№	Содержание компонентов композиции, % масс.							
	ФРВ-1А	ФРВ-ЭМ	Зола уноса	ОП-10	ПЭ(40-70)	ПЭ (70-100)	ВАГ-3	ОФК
1	20,7	8,8	41,4	2	4,1	4,1	14,8	4,1
2	22,7	9,7	35,7	2,08	4,54	4,54	16,2	4,54

3	24,3	10,4	31,25	2,11	4,86	4,86	17,36	4,86
---	------	------	-------	------	------	------	-------	------

Для модификации физико-механических характеристик композиционных материалов в качестве наполнителя использовалась зола уноса ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» (Рисунки 30-а и 30-б).



(а)



(б)

Рисунок 30 – Микрофотографии золы уноса ТЭС – 9 ОАО «Иркутскэнерго»

Видно, что в данных золах (преобладают мелкие, т.е. менее 10 мкм, и средние, от 10 до 30 мкм, частицы. По микрофотографиям можно сделать вывод, что наполнитель имеет довольно узкое распределение частиц по размерам, что делает золу уноса оптимальным по геометрическим параметрам наполнителем для производства композиционных материалов [244].

Сравнение структур композиционных материалов с наполнением золой уноса 30, 35 и 40 % происходило при увеличении изображения в 50 раз (рисунки 21 (а)), 400 (рисунки 21(б)) и 1200 (рисунки 21(в)).

Микрофотографии композиционного теплоизоляционного материала с содержанием наполнителя 40% представлены на рисунке 31.

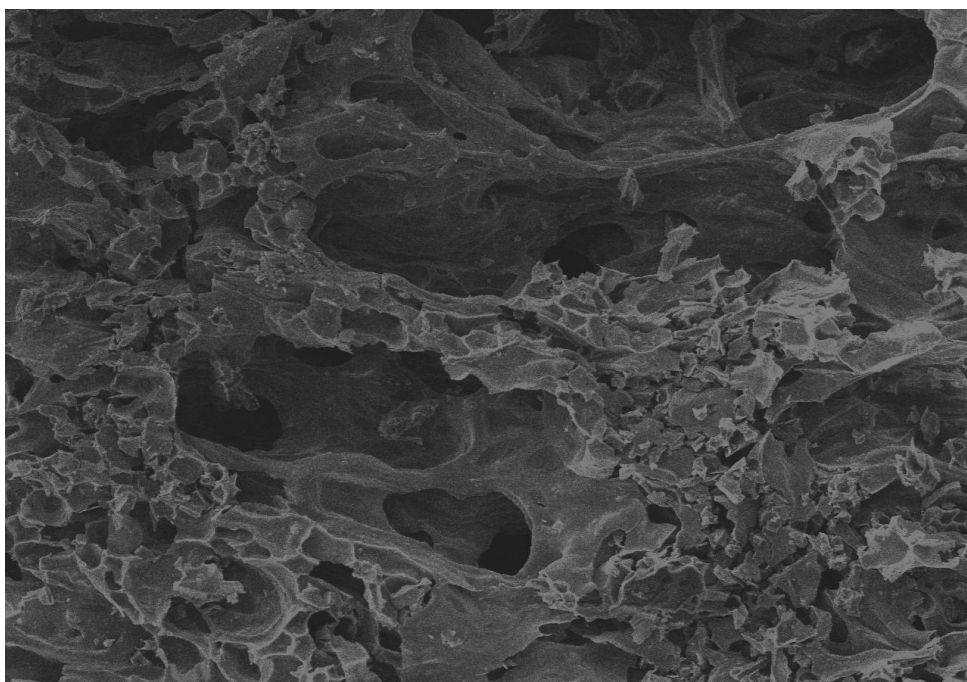


Рисунок 31 а– Структура композиционного материала с содержанием наполнителя 40%.
Увеличение изображения в 50 раз.

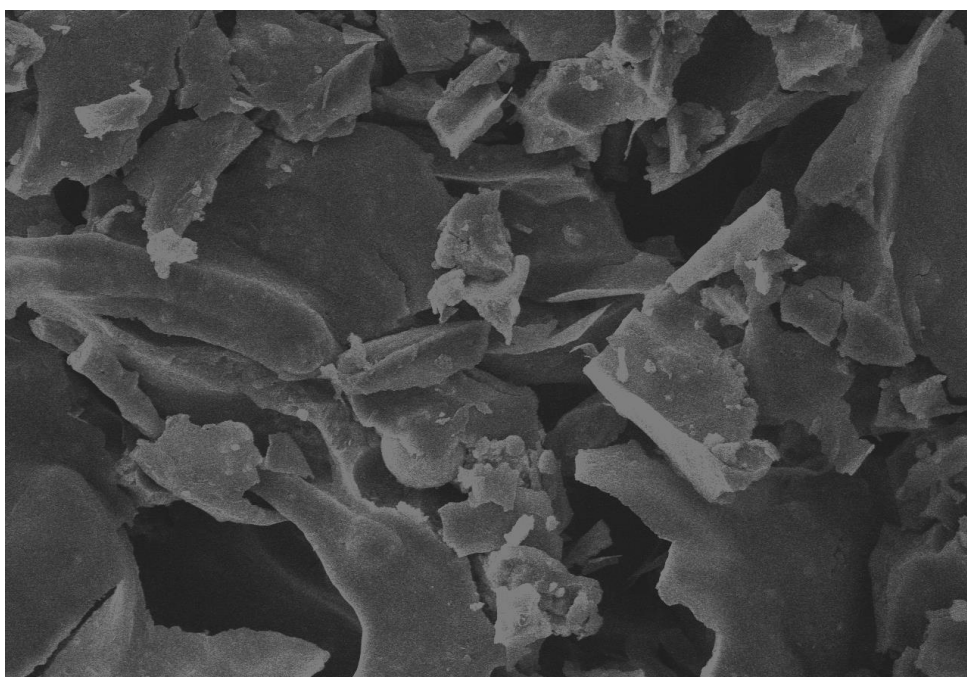


Рисунок 31 б – Структура композиционного материала с содержанием наполнителя 40%.
Увеличении изображения в 400 раз.

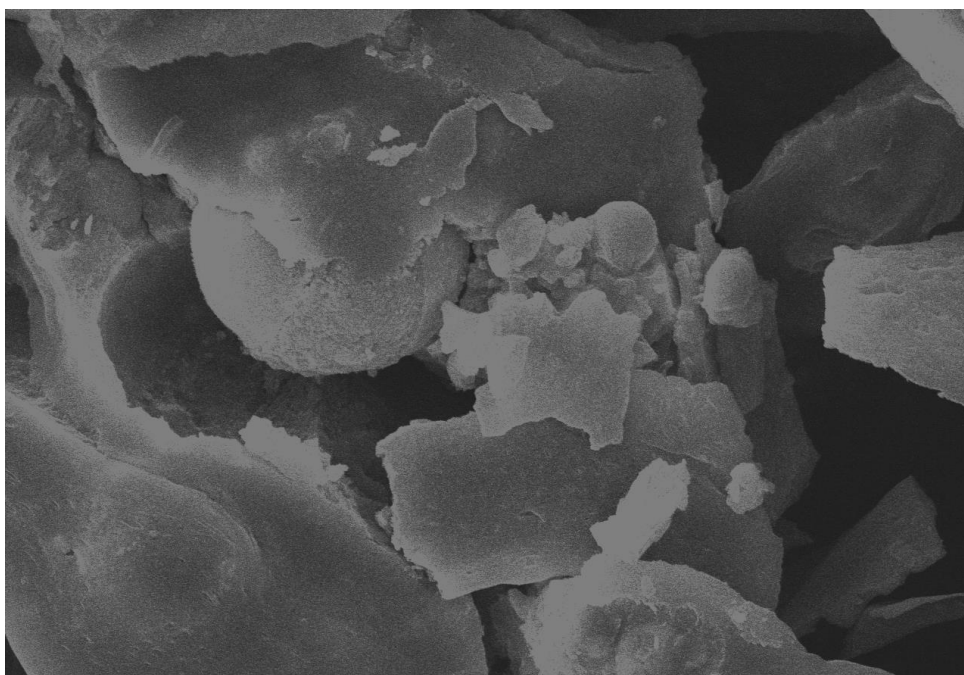


Рисунок 31 в – Структура композиционного материала с содержанием наполнителя 40%.
Увеличении изображения в 1200 раз.

При увеличении $\times 50$ отчетливо видна неоднородная пористая структура пеноматериала. Имеются поры различных размеров. В основном диаметр пор находится в интервале 5–15 μm , в некоторых случаях достигают 200x400 μm . Наблюдаются скопления псевдокристаллитов полимера неправильной формы. Данный образец и имеет наполнение золой уноса 40% масс., частицы золы уноса при таком приближении практически не заметны.

При увеличении изображения в 400 раз (рисунок 31 б) заметны и кое-где просматриваются сферические образования. Псевдокристаллиты, представленные комбинациями одних и тех же простых геометрических форм, различаются по относительной степени развития их граней, что предаёт им чешуйчатый вид.

На микрофотографии пеноматериала $\times 1200$ раз наблюдаются сферические образования различных размеров в большем количестве. Значения их диаметров колеблются от 5–20 μm . Материал сложен чешуйками и сферами, плотно окруженными полимерной матрицей.

Вторым исследуемым пеноматериалом был композит с содержанием наполнителя 35%. Микрофотографии данного материала представлены на рисунках 32 а, б и в.

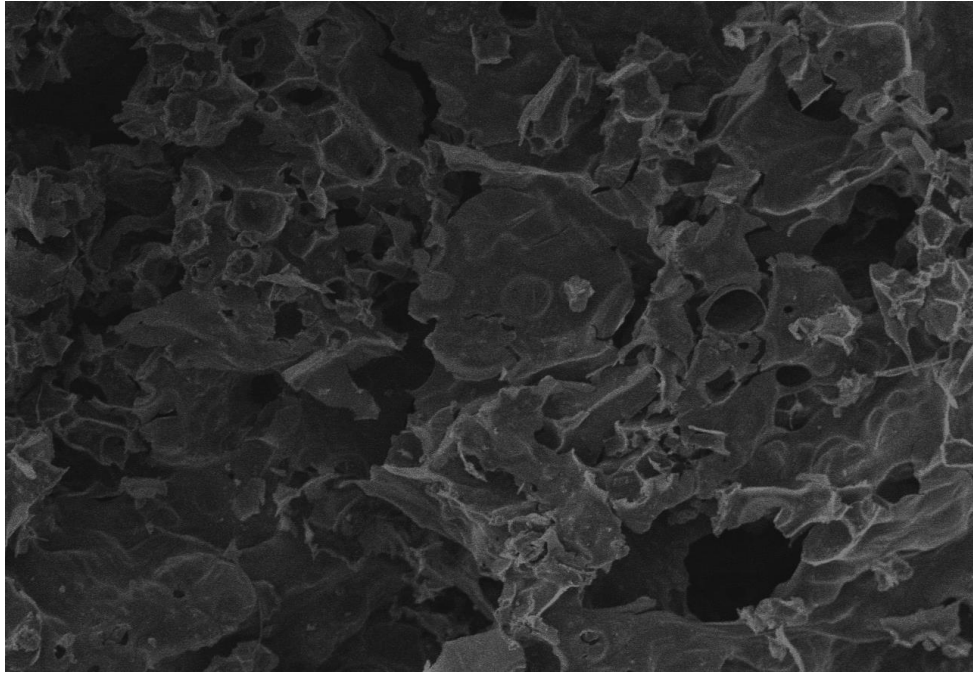


Рисунок 32 *а* – Структура композиционного материала с содержанием наполнителя 35%.
Увеличении изображения в 50 раз.

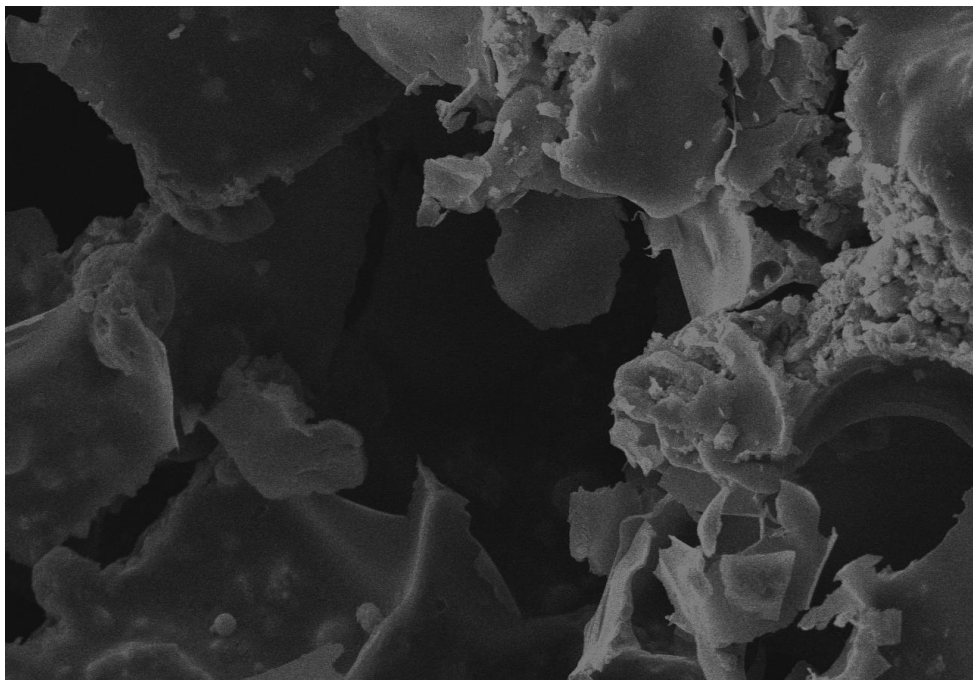


Рисунок 32 *б* – Структура композиционного материала с содержанием наполнителя 35%.
Увеличении изображения в 400 раз.

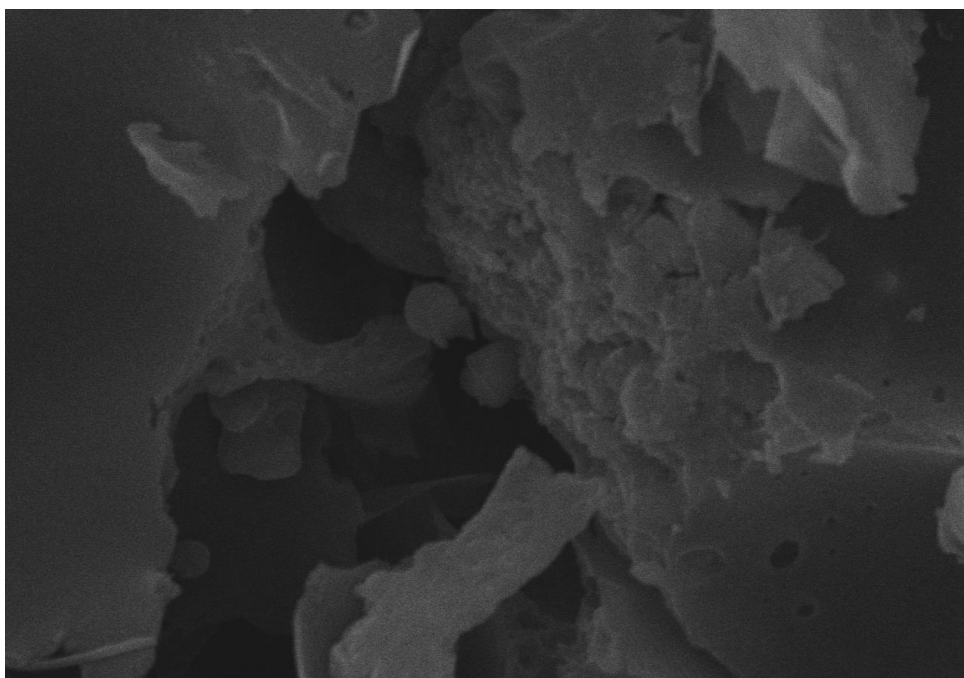


Рисунок 32 в – Структура композиционного материала с содержанием наполнителя 35%.
Увеличении изображения в 1200 раз.

При 50-кратном увеличении изображения композита заметны поры и следы от наполнителя округлых форм (рисунок 32а).. Их диаметры различны и варьируются в интервале от 20–300 мкм. Окружают сферы ломаные частицы полимерной матрицы неправильной формы и разных размеров.

На микрофотографии при увеличении в 400 раз (рисунок 32 б) отчетливо заметны частицы и поры сферической формы. Псевдокристаллиты состоят из мелких зёрен неправильной формы, уложенных чешуйками.

При увеличении изображения структуры композита в 1200 раз можно наблюдать частицы сферической формы диаметром до 5 мкм, окруженные полимерной материей и отчетливо видны мелкие чешуйчатые псевдокристаллиты неправильной формы, составляющие основу полимерной матрицы (рисунок 32 в).

На рисунках 33 а,б,в представлены микрофотографии образцов пеноматериала с содержанием наполнителя 30%.

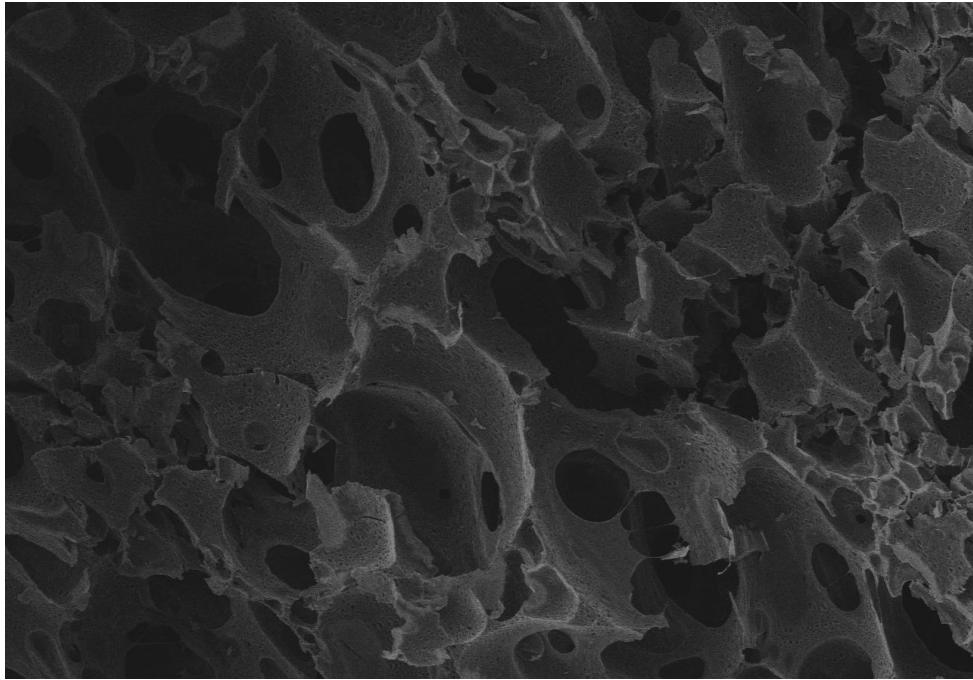


Рисунок 33 а – Структура композиционного материала с содержанием наполнителя 30%.
Увеличении изображения в 50 раз.

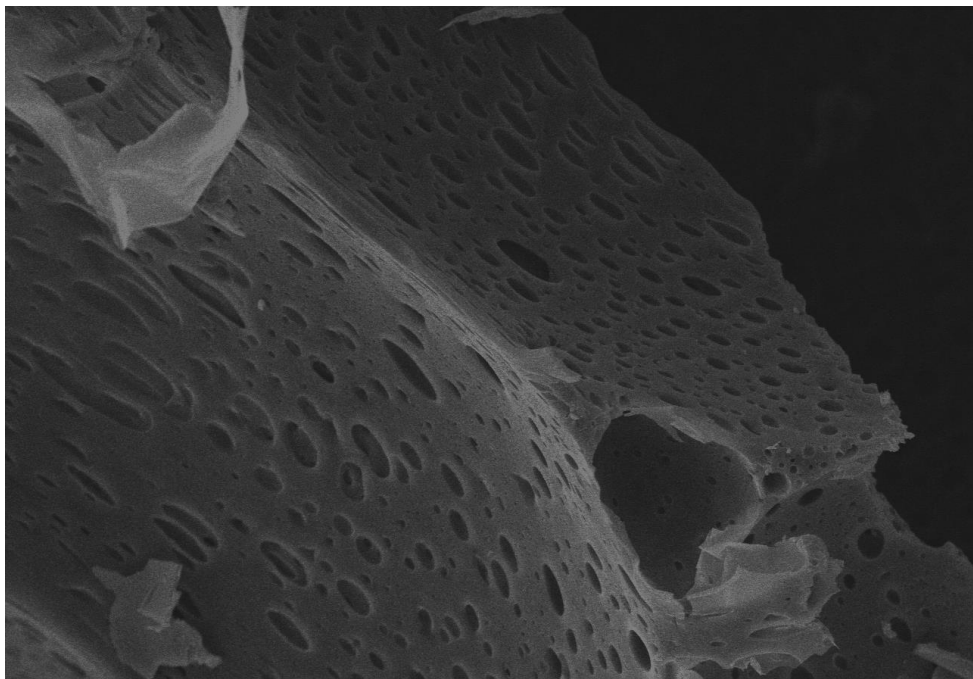


Рисунок 33 б – Структура композиционного материала с содержанием наполнителя 30%.
Увеличении изображения в 400 раз.

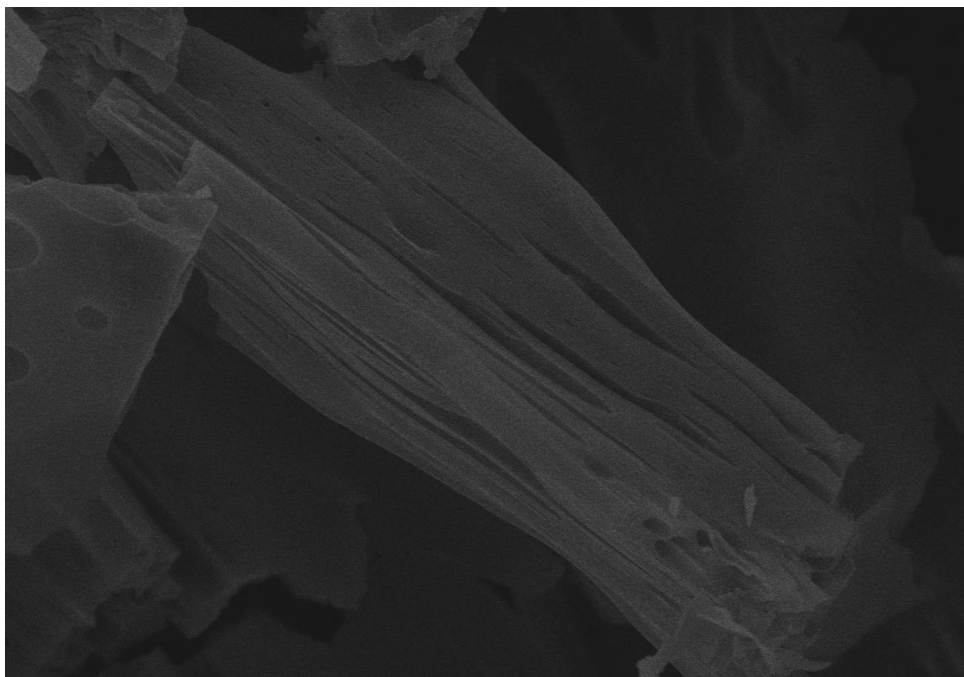


Рисунок 33 в – Структура композиционного материала с содержанием наполнителя 30%.
Увеличении изображения в 400 раз.

При 50-кратном увеличении (рисунок 33а) можно заметить, что пеноматериал представляет собой пористую массу с круглыми и овальными порами размером от 60–200 мкм. Морфология данного композита отличается от морфологии ранее описанных материалов более тонкими полимерными перегородками вокруг пор.

Материал имеет более плотную и мелкопористую структуру по сравнению с образцами с более высоким содержанием наполнителя. Это еще более отчетливо заметно на микрофотографии 33 б. Заметно большое количество пор овальной формы размерами от 2–30 мкм.

На микрофотографии при увеличении $\times 1200$ раз заметна относительно гладкая поверхность полимерного материала с овальными и сильно вытянутыми шелевидными порами.

Таким образом, метод электронной микроскопии позволил установить, что все исследуемые образцы имеют пористую структуру с неравномерно распределённой пористостью и вкраплениями частиц наполнителя, плотно окруженных полимерной оболочкой. Установлена в большинстве случаев

практически идеальная сферическая форма частиц золы уноса. Вместе с этим на снимках можно также наблюдать дефекты частиц золы и обломки больших сфер.

В исследованных полимерных композиционных материалах с различным содержанием наполнителя обнаружены два типа ячеек: микро- и макроячейки. Средний размер микроячеек у всех трех образцов пеноматериала составляет 28 мкм, макроячеек – 300 мкм. Важно отметить, что при увеличении содержания наполнителя в материале средний размер структурных ячеек композита увеличивается, но при этом становится более однородным по размерам. Так, в материале с содержанием золы 40 % средний размер ячеек составляет 100 мкм, в то время как в материале с содержанием золы 30 % он равен 10 мкм.

Как известно, структура пен определяется соотношением объемов газовой и жидкой фазы. В зависимости от данного соотношения ячейки пены могут иметь практически сферическую, как в данном случае, или многогранную (полиэдрическую) форму. Ячейки пены принимают такую форму, в том случае если объем газовой фазы превышает объем жидкости не более чем в 20 раз. В этих пенах стенки газоструктурных элементов имеют относительно большую толщину. В случае наполнения композиции золой уноса 40 % масс. большая толщина стенок в ячейках улучшает физико-механические свойства конечного пеноматериала, что (как установлено и показано в дальнейшем) положительным образом сказывается на его эксплуатационных характеристиках.

Исследованные с помощью сканирующего микроскопа композиции пеноматериала (таблица 32) имеют достаточно высокую степень наполнения – 30–40% масс, при этом на снимках заметна незначительная часть частиц золы уноса. Предположительно, большая часть частиц золы уноса плотно покрыта полимером, и взаимодействие системы «полимер–наполнитель» является достаточно сильным, поскольку разлом пеноматериала проходит большей частью по полимеру. Образцы с высоким наполнением имеют неориентированную, т.е. изотропную структуру. В образце с меньшим содержанием наполнителя (30% масс.) заметна ориентация пор по вертикали вспенивания образца.

4.2 Исследование пожарной опасности материалов

4.2.1 Исследования воспламеняемости теплоизоляционных материалов

Широкое применение полимерных материалов в качестве современных теплоизоляционных материалов обусловлено их высокими эксплуатационными и техническими характеристиками. Однако у таких изделий есть существенный недостаток – горючесть. Одним из эффективных способов снизить горючесть полимеров является добавление в композицию наполнителя, что также позволяет значительно снизить стоимость и улучшить физико-механические свойства готовых материалов.

В настоящее время ведутся работы по созданию крупномасштабных комплексов по производству и транспортировке углеводородных энергоносителей. При этом активно используются трубопроводы различного диаметра.

В нормативных документах, регламентирующих требования пожарной безопасности к теплоизоляции трубопроводов, не допускается использование горючих и трудногорючих материалов [245–247]. Однако возможно использование горючих материалов, с ограничением сферы их применения в зависимости от группы горючести материалов, из которых выполнены теплоизоляционные конструкции. [248–249]

Целью данного исследования является изучение горючести новых полимерно-минеральных теплоизоляционных материалов и оценка возможности их применения в качестве замены горючих полимерных материалов.

Из группы разработанных материалов для исследования воспламеняемости были выбраны образцы со следующим составом композиции: ФРВ-1А - 35г.; ФРВ-ЭМ - 15г.; ВАГ-3 - 30г.; ПЭ 40-70 - 7г.; ПЭ 70-100 - 7г.; ОП-10 - 3г.; ОФК - 7г. Испытания проводили в соответствии с ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость» (введен в действие Постановлением Минстроя РФ от 24.06.1996 N 18-40). Сущность метода заключается в определении длины обуглившейся части образца в результате воздействия пламени газовой горелки в течение 60 с.

Для испытания взяты образцы композита в форме бруска длиной не менее 100 мм, шириной от 10 мм, толщиной 4 мм, с содержанием золы уноса 25 %, 50 % и без золы (таблицы 33–35).

В ходе проведения эксперимента выявлена зависимость воспламеняемости теплоизоляционного материала от содержания золы уноса в композиции (рисунок 34).

Таблица 33 – Длина поврежденной части композита без золы уноса

№ Образца	1	2	3	4	5	Среднее значение
Минимальное расстояние до метки, мм.	58	59	58	57	60	58,4

Таблица 34 – Длина поврежденной части композита содержащего 25% золы уноса

№ Образца	1	2	3	4	5	Среднее значение
Минимальное расстояние до метки, мм.	67	69	65	64	67	66

Таблица 35 – Длина поврежденной части композита содержащего 50 % золы уноса

№ Образца	1	2	3	4	5	Среднее значение
Минимальное расстояние до метки, мм.	70	69	71	72	68	70

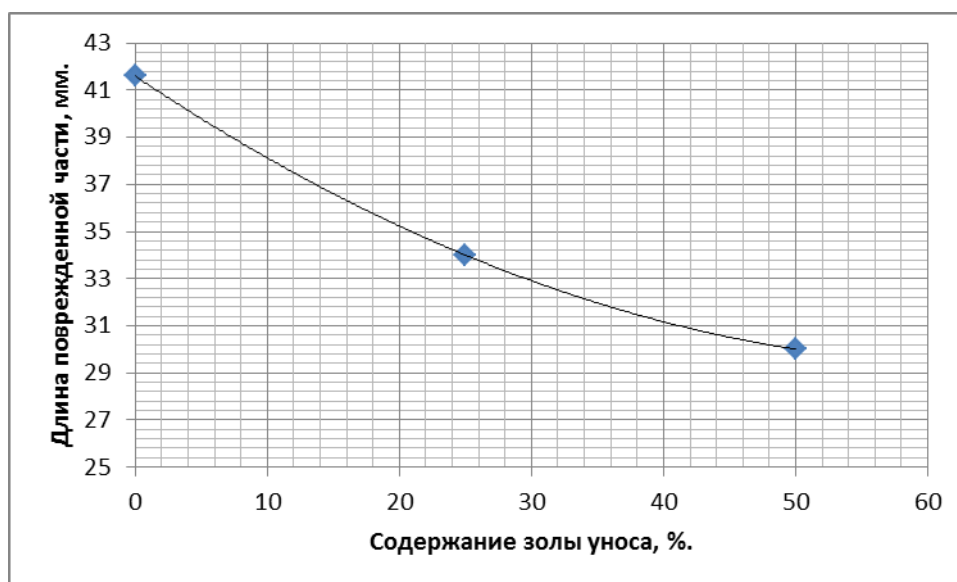


Рисунок 34 – Зависимость длины поврежденной части материала от содержания золы уноса

При проведении испытаний на воспламеняемость выявлено, что введение золы уноса в объеме 50% по массе в полимерную композицию на основе смеси фенолформальдегидных смол снизило длину поврежденной части материала на 15,6 %, (от 41 мм до 30 мм).

4.2.2 Исследования стойкости к горению теплоизоляционного материала

При исследовании стойкости к горению материала использовался ГОСТ 28157-89 «Пластмассы. Методы определения стойкости к горению». Сущность метода заключается в определении скорости распространения пламени по горизонтально закрепленному образцу в течении 30 секунд.

Испытания проводились на пяти образцах композита с содержанием золы уноса 25 %, 50 % (таблицы 36–38) и без золы, имеющих форму брусков длиной 125 мм, шириной 10 мм и толщиной 5 мм.

На образцы наносят метки перпендикулярно к оси образца на расстоянии 25 и 100 мм от того конца образца, который будет подвергнут воздействию пламени.

В ходе проведения исследования выявлена зависимость скорости распространения пламени по поверхности композита от содержания золы уноса.

Таблица 36 – Длина распространения пламени по поверхности ненаполненного композита

№ Образца	1	2	3	4	5	Среднее значение
Распространение пламени, мм	27	31	32	28	25	28,6

Таблица 37 – Длина распространения пламени по поверхности композита, содержащего 25 % золы уноса

№ Образца	1	2	3	4	5	Среднее значение
Распространение пламени, мм	27	24	23	27	24	25

Таблица 38 – Длина распространения пламени по поверхности композита, содержащего 50 % золы уноса

№ Образца	1	2	3	4	5	Среднее значение
Распространение пламени, мм	25	21	23	21	21	22,2

Введение золы уноса ТЭЦ-9 г. Ангарск ОАО «Иркутскэнерго» в объеме 50% снизило распространение пламени по поверхности материала на 22,3%. На распространение пламени, как и на воспламеняемость композиции, оказывают влияние химическая природа наполнителя, его дисперсность и прочность сцепления наполнителя и связующего. С увеличением адгезии возрастает прочность материала, что сопровождается увеличением огнестойкости и стабильности к термоокислению.

4.2.3 Квалификационные исследования пожарной опасности материала

В независимой испытательной лаборатории пожаровзрывобезопасности (НИЛ ПВБ) ООО «ППО ПОЖЦЕНТР» г. Москва в соответствии с требованиями Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический Регламент о требованиях пожарной безопасности» материал ПМК проходил исследования по следующим показателям, необходимым для определения области применения в строительстве (Приложение Е):

- группа горючести по ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытания на горючесть»;

- группа воспламеняемости по ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Испытания на воспламеняемость»;

- коэффициент дымообразования по ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»;

- показатель токсичности продуктов горения по ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

4.2.3.1 Определение группы горючести материала

Вертикально ориентированные образцы полученного теплоизоляционного материала длиной 1000 мм закреплялись в держателе и подвергались воздействию газовой горелки со стороны лицевой поверхности в течение 10 минут. В процессе проведения испытаний регистрировались температура отходящих газов и время самостоятельного горения (тления). После проведения испытаний горением определялась потеря массы образцов и степень повреждения их по длине.

Результаты экспериментального определения группы горючести теплоизоляционного композита представлены в таблице 39.

Таблица 39 – Результаты определения группы горючести

Номер опыта	Температура дымовых газов, град. С	Время самостоятельного горения, с	Длина повреждения образцов, см				Степень повреждения образцов по длине, %	Масса образцов, г(средняя арифметическая величина)		Степень повреждения образцов по массе, %
			1	2	3	4		До опыта	После опыта	
1	125	0	15	18	16	16	16	1622	1589	2

2	128	0	17	17	15	15	16	1617	1600	1
3	124	0	16	16	17	17	17	1627	1600	1
Сред нее ариф м.	126	0					16			1

Условия проведения испытаний: температура – 22 °С, атм. давление – 100,6 кПа, отн. влажность – 54 %.

Полимерно-минеральный композиционный материал относится к группе слабогорючих (Г1) при испытаниях по ГОСТ 30244-94 по №123-ФЗ (глава 3, статья 13).

4.2.3.2 Определение группы воспламеняемости материала

Определение группы воспламеняемости материала проводилось на образцах теплоизоляционного композита размером 165×165×165 мм. Образцы подвергались воздействию лучистого теплового потока в пределах от 15 до 30 кВт/м². На заданном уровне теплового потока отмечалось наличие или отсутствие пламенного горения при подводке к экспонируемой поверхности образца с определенной частотой газовой горелки. В процессе проведения испытания определялись два уровня теплового потока, при котором в одном случае отмечалось пламенное горение образца, а в другом – отсутствие. На этих уровнях проводилось еще по два испытания. За критическую поверхностную плотность теплового потока принималось минимальное значение поверхностной плотности теплового потока, при котором отмечалось наличие пламенного горения.

Результаты экспериментального определения группы воспламеняемости образца материала представлены в таблице 40.

Таблица 40 – Результаты определения группы воспламеняемости

№ опыта	Результаты испытаний			
	Время (в секундах) до устойчивого пламенного горения при поверхностной плотности теплового потока			
	10 кВт/м ²	15 кВт/м ²	20 кВт/м ²	30 кВт/м ²
1				105

2			585	
3	Устойчивого пламени горения не наблюдалось			
4		Устойчивого пламени горения не наблюдалось		
5		Устойчивого пламени горения не наблюдалось		
6		Устойчивого пламени горения не наблюдалось		
7			591	
8			581	

Образец материала испытывался в сочетании с негорючей основой (асбестоцементная плита толщиной 10 мм). Условия проведения испытаний: температура – 21 °С, атм. давление – 101,4 кПа, отн. влажность – 56 %.

Полимерно-минеральный композиционный материал относится к группе умеренно воспламеняемых (В2) при испытаниях по ГОСТ 30402-96 по №123-ФЗ.

4.2.3.3 Определения коэффициента дымообразования материала

Для определения коэффициента дымообразования материала образец теплоизоляционного композита помещался в камеру сгорания, оснащенную радиационной панелью, создающую плотность падающего на образец теплового потока до 35 кВт/м². За коэффициент дымообразования принимался показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, создаваемую в режиме тления или горения образцов в стандартном объеме камеры. Результаты экспериментального определения коэффициента дымообразования образца материала представлены в таблице 41.

Таблица 41 – Результаты определения коэффициента дымообразования

Режим испытания	Номер образца	Масса образца, г	Светопропускание		Коэффициент дымообразования, м ² /кг
			Начальное, %	Конечное, %	
Тление	1	2,48	100	98	5

	2	2,51	100	96	10
	3	2,45	100	95	13
	4	2,47	100	97	8
	5	2,47	100	98	5
Среднее значение в режиме тления $Dm_{cp} = 8 \text{ м}^2/\text{кг}$					
Горение	1	2,42	100	99	3
	2	2,48	100	98	5
	3	2,46	100	99	3
	4	2,43	100	99	3
	5	2,47	100	98	5
Среднее значение в режиме горения $Dm_{cp} = 4 \text{ м}^2/\text{кг}$					

Условия проведения испытаний: температура – 21 °С, атм. давление – 101,4 кПа, отн. влажность – 56 %.

Материал относится к группе материалов с малой дымообразующей способностью (Д1) по ГОСТ 12.1.044-89 по №123-ФЗ (глава 3, статья 13).

4.2.3.4 Определение показателя токсичности продуктов горения

Сущность метода определения показателя токсичности заключается в сжигании исследуемого материала в камере сгорания при заданной плотности теплового потока и выявлении зависимости летального эффекта газообразных продуктов горения от массы материала, отнесенной к единице объема экспозиционной камеры.

Показатель токсичности продуктов горения ($HC1_{50}$) – отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении газообразные продукты вызывают гибель 50% подопытных животных.

Образец теплоизоляционного материала, ориентированный под углом 45°С к горизонту, размещался в камере сгорания параллельно радиационной панели на расстоянии 60 мм от ее поверхности, создающей плотность теплового потока до 65 кВт/м².

Результаты определения показателя токсичности приведены в таблице 42, режим испытания – термоокислительное разложение (тление),

продолжительность экспозиции животных – 30 минут. При этом контролировались концентрации CO, CO₂, O₂ в объеме экспозиционной камеры.

За показатель токсичности продуктов горения материала принималось отношение качества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся газообразные продукты вызывают гибель 50% подопытных животных. При этом берется меньшее значение из показателей, полученных при горении и термоокислительном разложении образцов материала.

Таблица 42 – Показатель токсичности продуктов горения материала

№, п/п	Температура испытаний, °С	Время разложения, мин	Потеря массы, г	Концентрации, % об.			Показатель токсичности, НCl ₅₀ , г/м ³
				CO	CO ₂	O ₂	
1	500	23	7,73	0,40	1,94	18,81	103±0,7
2	500	22	9,44	0,45	1,98	18,71	
3	500	22	7,93	0,37	2,06	18,87	
4	500	23	8,81	0,46	2,04	18,74	

Условия проведения испытаний: температура – 22 °С, атм. давление – 99,5 кПа, отн. влажность – 42 %.

Исследования выявили, что материал относится к классу умеренноопасных по показателю токсичности продуктов горения (Т2) при испытаниях по ГОСТ 12.1.044-89 по №123-ФЗ.

4.3 Определение физико-механических и теплотехнических характеристик теплоизоляционного материала

Лабораторно-промышленные образцы теплоизоляционного материала были получены в изохорных условиях (постоянный объем формы). В ходе эксперимента использовалась композиция следующего состава: ФРВ-1А – 20,7%; ФРВ-ЭМ – 8,8%; ВАГ-3 – 14,8%; ЗУ ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» – 41,4%; ПЭ(40–70) – 4,1%; ПЭ (70–100) – 4,1%; ОФК – 4,1%; ОП-10 – 2%.

В исследованиях использовался измеритель теплопроводности ИТП-МГ4, предназначенный для измерения теплопроводности и определения теплового сопротивления строительных материалов, а также материалов, предназначенных для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов при

стационарном тепловом режиме по ГОСТ 7076-99 и методом цилиндрического зонда по ГОСТ 30256-94. Целью испытания являлось выявление зависимости теплопроводности композиционных материалов от их плотности (рисунок 35).

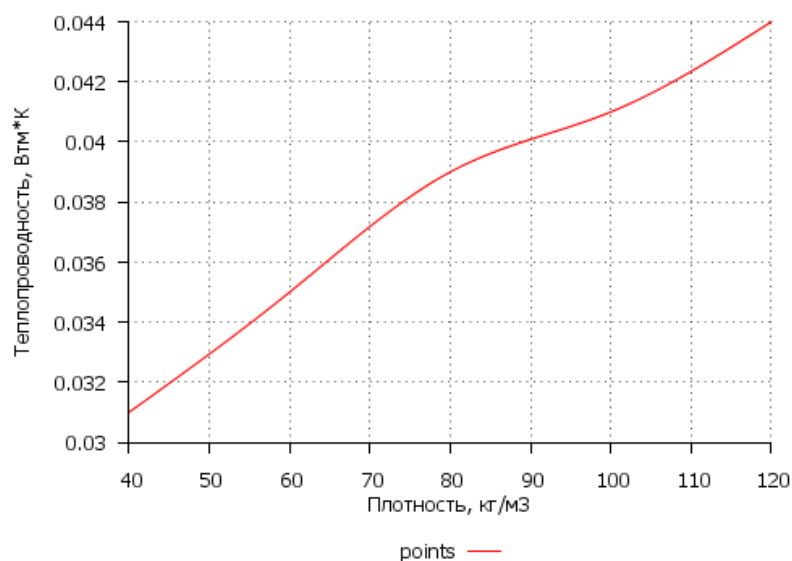


Рисунок 35 – Зависимость теплопроводности от плотности композита

Из результатов определения теплопроводности пенокомпозитов, наполненных золой уноса ТЭЦ-9, видно, что при увеличении плотности с 40 до 80 коэффициент теплопроводности возрастает на 18% (0,038 Вт/м·К), в то время как дальнейшее увеличение плотности повышает коэффициент теплопроводности менее чем на 14 % (0,044 Вт/м·К),

В лабораторных условиях на базе Иркутского государственного технического университета проведены испытания по определению механических показателей (таблица 43) пенокомпозитов с 40% золы уноса и с различной плотностью, которую регулировали количеством вспениваемой массы. Эксперименты проводили на универсальной электромеханической испытательной машине «Instron® 5989» (600 кН).

Таблица 43 – Физико-механические характеристики пенокомпозитов

№	Измеряемый показатель	Предельные значения характеристик
1	Плотность, кг/м ³ .	32-120
2	Теплопроводность, Вт/(м·К).	0,031-0,044
3	Разрушающее напряжение при сжатии, кПа.	0,135-0,374
4	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа.	0,214-0,595

5	Сорбционное увлажнение, % по массе	13,1-11
---	------------------------------------	---------

Полученные данные позволяют говорить о возможности регулирования физико-механических свойств теплоизоляционных материалов в зависимости от количества заливочной массы материала в форму.

Для сертификационных исследований свойств теплоизоляционного материала был выбран композит с массовым содержанием золы уноса 40% и плотностью 80 кг/м³.

4.3.2 Сертификационные исследования физико-механических свойств

Исследования физико-механических и теплотехнических характеристик плит из полученного теплоизоляционного материала проходили в испытательном центре "СибНИИстрой" г. Москва (Приложение Д).

Все испытания выполнялись в соответствии с ГОСТ 17177-94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний», ГОСТ 7076-99 «Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме». Размеры плит теплоизоляционного материала составляли 1200×300×60 мм. Количество плит для испытаний – 4 штуки. В результате испытания получены следующие результаты (таблица 44):

Таблица 44 – Физико-механические характеристики теплоизоляционного материала

№	Характеристика	Показатель
1	Плотность, кг/м ³	80
2	Предел прочности при изгибе, МПа	0,619
3	Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,0428
4	Сорбционное увлажнение, % по массе	13,13
5	Прочность на сжатие при 10% деформации, МПа	0,19
6	Кислотное число, мг КОН/г	1,2
7	Линейная температурная усадки при 110°С в течении 20 час, %	0,11

Анализируя данные, можно сказать, что полученный материал обладает низкой теплопроводностью при относительно высоких физико-механических характеристиках. В соответствии с [249] для основного слоя теплоизоляционных конструкций для всех видов прокладок, кроме бесканальной, следует применять материалы со средней плотностью не более 400 кг/м³ и теплопроводностью не

более 0,07 Вт/(м·К) при температуре материала 25°C. При бесканальной прокладке – соответственно не более 600 кг/м³ и 0,13 Вт/(м·К). Для теплоизоляции трубопроводов в условиях отрицательных температур следует применять теплоизоляционные материалы и изделия с плотностью не более 200 кг/м (СНиП 41-03-2003) и расчетной теплопроводностью в конструкции не более 0,05 Вт/(м·К) при температуре окружающего воздуха выше минус 40 °С. В условиях эксплуатации при температуре ниже минус 40°C расчетная теплопроводность конструкции должна составлять не более 0,04 Вт/(м·К).

Кроме этого, теплоизоляционные материалы должны быть достаточно биостойкими, т.е. не подвергаться биологической коррозии и изменениям структуры и свойств во времени.

Наибольшее влияние на механические свойства композиционных материалов оказывают наполнители и армирующие компоненты [250]. Сравнительные характеристики наполненного и ненаполненного композита представлены в таблице 45. Для испытаний использовались композиции следующего состава:

- ФРВ-1А – 20,7%; ФРВ-ЭМ – 8,8%; ВАГ-3 – 14,8%; ЗУ ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» – 41,4%; ПЭ(40–70) – 4,1%; ПЭ (70–100) – 4,1%; ОФК – 4,1%; ОП-10 – 2%.
- ФРВ-1А – 35%; ФРВ-ЭМ – 15%; ВАГ-3 – 25%; ПЭ(40–70) – 7%; ПЭ (70–100) – 7%; ОФК – 7%; ОП-10 – 2%.

Таблица 45 – Физико-механические характеристики наполненного (40% ЗУ) и ненаполненного теплоизоляционных материалов

№	Измеряемый показатель	Показатель	
		Наполненный материал	Ненаполненный материал
1	Плотность, кг/м ³	110	110
2	Предел прочности при изгибе, МПа	0,619	0,18
3	Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,0428	0,0421
4	Сорбционное увлажнение, % по массе	13,13	13,1
5	Прочность на сжатие при 10% деформации, МПа	0,19	0,1
6	Кислотное число, мг КОН/г	1,2	30
7	Линейная температура усадки при 110 °С в течении	0,11	1,5

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что наполненный теплоизоляционный материал имеет высокие физико-механические и теплотехнические характеристики.

Полимерно-минеральный композит соответствует требованиям ГОСТ 17177-94 и СНиП 41-03-2003 по физико-механическим и теплотехническим характеристикам и не уступает по своим свойствам известным теплоизоляционным материалам. Исключением может являться экструзионный пенополистирол, который, в свою очередь, имеет ряд эксплуатационных недостатков и, особенно, по стоимости.

4.4 Исследование коррозионной активности пеноматериала

Одной из наиболее серьезных технических задач, возникающих при эксплуатации теплоизоляционных материалов на основе фенолформальдегидных полимеров, является подавление их коррозионной активности.

Существует метод снижения коррозионной активности таких материалов разработанный фирмой «Дюнамит Нобель АГ». Метод заключается в обработке плит, полученных с использованием соляной кислоты в качестве катализатора отверждения резольного полимера парами аммиака в герметичных формах. Данный метод имеет недостаток: образующийся хлористый аммоний легко гидролизуется во влажной среде и способен вызывать коррозию металлов.

Так же существует метод снижения коррозионной активности пенопластов на основе фенолформальдегидных смол [251], разработанный Кемеровским научно-производственным объединением "Карболит». Представленный метод заключается во введении сланцевого пиролизного лака (ТУ 3810933-74) в композицию пенопласта.

Французскими учеными разработан метод термообработки пеноматериала в течение нескольких часов при температуре 130 градусов с последующим

вакуумированием и обработкой газообразным аммиаком. Но данный метод значительно увеличивает время цикла получения готовой продукции [252].

В состав прототипа, фенольного пенопласта марки ФРП-1 входит свободная кислота. Как следствие, она вызывает коррозию алюминия, стали различных марок и других материалов. Водная вытяжка пенопласта имеет слабокислотную реакцию. Исследования коррозионной активности разработанного пенокомпозита (ФРВ-1А – 20,7%; ФРВ-ЭМ – 8,8%; ВАГ-3 – 14,8%; ЗУ ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» – 41,4%; ПЭ(40–70) – 4,1%; ПЭ (70–100) – 4,1%; ОФК – 4,1%; ОП-10 – 2%) представлены на рисунке 26. Введение золы уноса уменьшает кислотное число. Данный факт связан с высокой щелочностью наполнителя. По сравнению с материалом, не наполненным золой уноса, кислотное число снизилось в 25 раз, что значительным образом уменьшило коррозионную опасность пенокомпозита.

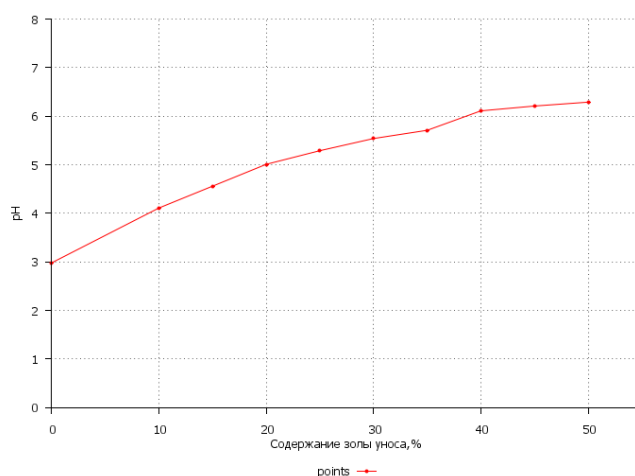


Рисунок 36 – Зависимость pH композиции от содержания наполнителя – золы уноса

На основании проделанных экспериментов по влиянию содержания наполнителя – золы уноса на pH композиции нами были разработаны математические модели указанных зависимостей.

Математические модели зависимости водородного показателя (pH) полимерно-минеральной композиции от содержания наполнителя (золы уноса ТЭЦ-9) выражаются уравнениями регрессии:

$$\mu = 8E-11n^6 - 9E-08n^5 + 1E-05n^4 - 0,0004n^3 + 0,0056n^2 + 0,0882n + 2,9809, (1)$$

где μ – водородный показатель композиции;

n – содержание золы уноса в композиции, %.

Как видно из рисунка 36, рН композиции возрастает с увеличением содержанием золы уноса. Это связано с высоким показателем рН (~12) используемых в эксперименте зол уноса. Содержание 50% масс. золы в композиции меняет показатель рН с 3,03 до 6,37, что делает получаемые изделия практически инертными и снижает коррозионную активность при контакте с металлами.

4.5 Экологическая оценка композиционных пеноматериалов

Экологическая безопасность строительных материалов для человека и окружающей среды определяется комплексом санитарно-гигиенических характеристик. Опасность материала может проявляться за счет негативного воздействия на окружающую среду. Комплексом санитарно-химических характеристик определяется опасность выделяющихся из материала веществ, загрязняющих среду обитания человека [253].

Загрязнение среды, контактирующей с поверхностью трубопроводов, происходит как газообразными веществами, так и твердыми частицами пыли, которые образуются за счет механического воздействия. Этот процесс усиливается условиями эксплуатации, действиями высокой температуры, радиации, механических нагрузок, ультрафиолета и др. Сама контактирующая с материалом среда может вызывать реакции, приводящие к образованию мигрирующих соединений [254].

Миграция химических элементов и их соединений в материале – сложный многостадийный процесс. Скорость движения мигрирующих веществ из материала к границе его раздела со средой определяется скоростью диффузии этих веществ в пеноматериале, степенью пористости и другими структурными и эксплуатационными характеристиками. Поэтому химический состав

композиционных материалов является важнейшим показателем экологической безопасности изделия [183].

Возможность использования строительных, в том числе теплоизоляционных материалов, содержащих даже незначительное количество загрязняющих веществ, в конкретных условиях эксплуатации принимается после проведения дополнительных токсикологических исследований [255].

Целью исследования являлась экологическая оценка полимер-минеральных композиционных пеноматериалов на основе золы уноса ТЭЦ-9 г. Ангарска ОАО «Иркутскэнерго» на основе данных, полученных методами атомно-эмиссионной и атомно-адсорбционной спектрометрии.

Исследования по определению химического состава композиционных материалов проводились на базе Дальневосточного федерального университета. В ходе анализа материалов определяли валовое содержание элементов, а также элементы, находящиеся в подвижной форме. Это достаточно важно, поскольку для экологической оценки нужно понимать, какое содержание миграционных форм элементов присутствует в материале.

Для анализа использовались образцы теплоизоляционного материала следующего состава:

- смолы фенолформальдегидные в объеме ФРВ-1А – 20,7% и ФРВ-ЭМ – 8,8%; ВАГ-3 – 14,8%; золы уноса ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» – 41,4%; ПЭ(40–70) – 4,1%; ПЭ (70–100) – 4,1%; ортофосфорной кислоты – 4,1%; ОП-10 – 2%
- ФРВ-1А – 24,6%; ФРВ-ЭМ – 12%; ВАГ-3 – 16,8%; ЗУ ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» – 25,6%; ПЭ(40–70) – 6,3%; ПЭ (70–100) – 6,3%; ОФК – 6,3%; ОП-10 – 2,1%. С целью изучения состава композитов применялся высокоскоростной атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Shimadzu ICPE-9000 (таблица 46). Метод АЭС-ИСП основан на измерении интенсивности излучения атомов определяемых элементов, возникающего при распылении раствора анализируемой пробы в аргоновую плазму, индуктивно возбуждаемую радиочастотным электромагнитным полем

Таблица 46 – Содержание валовой и подвижной формы элементов в композициях с различным содержанием наполнителя – золы уноса.

Элемент	Содержание, мг/кг.			
	Композит с наполнением 25%		Композит с наполнением 40 %	
	Валовая	Подвижная	Валовая	Подвижная
Ag	36,72	0,25	39,11	0,26
Al	6813,82	0	6520,72	0
As	8,17	0	8,54	0
Ba	88,51	0	97,65	0
Ca	7580,04	162,83	8757,20	242,74
Cd	2,05	0	2,74	0
Co	0,479	0	2,69	0
Cr	18,83	0	21,40	0
Cu	70,30	0	88,51	0
Fe	11840,87	0	13747,60	0
K	2377,59	9,94	2759,12	8,47
Li	7,16	0	8,57	0
Mg	2182,20	16,48	2687,14	0
Mn	100,75	1,16	107,01	1,54
Na	2855,09	69,23	4048,96	86,51
Ni	4,34	0	4,69	0
P	4988,36	38,06	5374,28	43,35
Pb	52,02	0	72,94	0
S	17625,54	518,45	18134,72	648,31
Sb	146,89	0,14	195,30	0,22
Se	65,91	1,10	78,93	1,33
Si	115,40	4,64	338,78	5,73
Sr	8,80	0	9,79	0
Ti	98,16	3,35	113,24	3,22
V	16,85	0,18	18,79	0,19
Zn	17,70	0	22,62	0

Анализ полученных данных позволил подтвердить увеличение концентрации неорганических элементов в композиции с повышением содержания золы уноса. Исключением является алюминий, количество которого снижается при увеличении количества наполнителя. Это связано с наличием данного элемента в полимерном связующем, относительное процентное содержание которого уменьшается.

Основными элементами в композициях являются Fe, Si, Ca и Al, содержание которых варьируется от 4 до 52% в зависимости от содержания наполнителя. Такие элементы, как Cd, Co, Ni, Li и Sr, обнаружены в незначительных концентрациях. Элементы Ta, Pt, Au, Te, Hg, Ir, Gd в пробах не обнаружены.

Как известно, определение подвижной формы необходимо для оценки миграционной способности элементов в объекты окружающей среды (таблица 47).

Таблица 47 – Процентное содержание подвижной формы элементов в композиционных материалах с различной степенью наполнения относительно их валового значения

Композит	Содержание подвижной формы элементов, %												
	Ag	Ca	K	Mg	Mn	Na	P	S	Sb	Se	Si	Ti	V
Композит с 25% золы уноса	1,3	2,15	0,4	0,7	1,1	2,4	0,7	2,9	0,09	1,7	4	3,4	1
Композит с 40% золы уноса	0,7	2,8	0,3	1,4	1,4	2,1	0,8	3,6	0,11	1,7	1,7	2,8	1

После проведения отмывки подвижные тяжелых металлов, не были обнаружены, у элементов Ag, Ca, K, Mg, Mn, Na, P, S, Sb, Se, Si, Ti, V (см. таблицу 47) они наблюдались в крайне незначительном количестве. Это свидетельствует о прочной связи основных элементов в матрице полимер-минерального композита. Таким образом, можно сделать вывод, что негативное воздействие пенокомпозита на объекты окружающей среды – минимально, и не имеет практического значения [256].

4.6 Санитарно-эпидемиологическая экспертиза пеноматериала

Испытательным центром Сергиево-Посадского филиала Федерального бюджетного учреждения «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Московской области» проведены исследования образцов теплоизоляционного композиционного материала на соответствие требованиям: Раздел 6 «Требования к полимерным и полимер содержащим строительным материалам и мебели»; Раздел 11 «Требования к продукции, изделиям, являющимся источником ионизирующего излучения, в том числе генерирующего, а так же изделиям и товарам, содержащим радиоактивные вещества» главы II Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому контролю; установлены уровни миграции вредных веществ в модельные среды, проведены

радиологические, органолептические исследования, проведен инструментальный контроль уровней физических факторов (Приложение Ж).

Для исследования были представлены материалы следующего состава: : ФРВ-1А – 20,7%; ФРВ-ЭМ – 8,8%; ВАГ-3 – 14,8%; ЗУ ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» – 41,4%; ПЭ(40–70) – 4,1%; ПЭ (70–100) – 4,1%; ОФК – 4,1%; ОП-10 – 2%.

На основании результатов экспертизы разработанных материалов по вышеуказанным гигиеническим характеристикам продукция может быть рекомендована для утепления стен, для теплоизоляции домов, для внутренней изоляции помещения. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому контролю, утверждены решением комиссии таможенного союза №229 от 25.05.2010. Они включают следующие санитарно-гигиенические требования к показателям продукции:

- санитарно-химические показатели полученного теплоизоляционного материала, в том числе миграция химических веществ в модельную среду (воздушная среда, температура в камере 40°C, время экспозиции 24 часа) (таблица 48).

Таблица 48 – Концентрация химических веществ в модельной среде при исследовании теплоизоляционных материалов

№	Вещество	Концентрация мг/кг, не более
1	Акрилонитрил	0,03
2	Спирт изопропиловый	0,02
3	Толуол	0,3
4	Фенол	0,003

- радиологические показатели, в частности эффективная удельная активность (Аэфф) естественных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) не должна превышать нормативное значение 370 Бк/кг.
- органолептические показатели, а именно запах образца, который в естественных условиях должен быть не более 2 баллов.

На основании результатов экспертизы и представленной документации (приложение Е), а также результатов лабораторных исследований, можно заключить, что теплоизоляционный материал на основе отходов теплоэнергетики может быть рекомендован для утепления стен, для теплоизоляции домов, для внутренней изоляции помещений, для теплоизоляции трубопроводов, а так же может использоваться в бытовом строительстве для утепления и изоляции балконов, лоджий, подвалов и чердаков.

4.7 Основные характеристики теплоизоляционного материала

Трудногорючие теплоизоляционные материалы получены на основе зол уноса ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго» и смеси фенолформальдегидных полимерных связующих нового поколения с пониженным содержанием свободных фенола и формальдегида.

В качестве технологии получения применяется заливочная технология. Одним из преимуществ ее является возможность изготовления теплоизоляционных материала прямо на строительном объекте заполнением пространства, оставленного под теплоизоляцию. Данная технология является достоинством разрабатываемых вспененных материалов при теплоизоляции подземных тепловых сетей.

Изделия на основе представленных композиций представляют собой газонаполненные формованные изделия с закрытой мелкоячеистой структурой. Их получали методом заливки в открытые или закрытые формы. При получении композитов смесь реагирующих компонентов в течение короткого времени переходит из жидкого в гелеобразное состояние с последующим отверждением образовавшегося пенопласта. Вспенивание сопровождается выделением большого количества энергии вследствие экзотермических реакций компонентов.

Вспенивание придает материалу легкость, плавучесть, низкую теплопроводность повышенную удельную прочность. Наполнитель (зола уноса ТЭЦ) удешевляет стоимость, снижает способность к распространению пламени

по поверхности и дымообразующую способность, то есть именно те свойства, которые на основании нового ФЗ № 123-ФЗ предъявляются к пожарной безопасности строительных, в том числе теплоизоляционных материалов. Это обуславливает перспективность разрабатываемого материала для применения на российском рынке.

Оптимальным по всем эксплуатационным показателям выбран вспененный теплоизоляционный материал следующего состава: ФРВ-1А – 20,7%; ФРВ-ЭМ – 8,8%; ВАГ-3 – 14,8%; ЗУ ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» – 41,4%; ПЭ(40–70) – 4,1%; ПЭ (70–100) – 4,1%; ОФК – 4,1%; ОП-10 – 2%. Физико-механические, пожарные и санитарно-эпидемиологические характеристики материала представлены в таблице 49

Таблица 49 – Свойства вспененного теплоизоляционного материала.

№	Измеряемый показатель	Показатель
1	Наполнение золой уноса, не менее %	40
2	Плотность, кг/м ³	80
3	Предел прочности при изгибе, МПа	0,619
4	Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,0428
5	Сорбционное увлажнение, % по массе	13,13
6	Прочность на сжатие при 10% деформации, МПа	0,19
7	Кислотное число, мг КОН/г	1,2
8	Линейная температура усадки при 110 °С в течении 20 час, %	0,11
9	Средний размер пор, мкм	28
10	Группа горючести	Г1
11	Группа воспламеняемости	В2
12	Дымообразующая способность	Д1
13	Показатель токсичности продуктов горения	Т2
14	Водородный показатель (рН)	6,73
15	Радиологические показатели, не более Бк/кг	370
16	Кратность вспенивания, не менее	25-27
17	Период индукции вспенивания, с.	18
18	Стоимость, руб/м ³	1000

Разработанный нами теплоизоляционный материал имеет низкую стоимость и хорошие физико-механические характеристики. К примеру, предел прочности при изгибе наполненного композита достигает 0,619 МПа.

Одной из наиболее серьезных технологических задач, возникающих при эксплуатации теплоизоляционных материалов на тепловых сетях, является устранение коррозионной активности пенопластов. Введение в композицию наполнителя – золы уноса не только улучшает механические характеристики, но и значительно снижает коррозионную активность материала.

Еще одним важным достоинством теплоизоляции является формостабильность теплоизоляционных изделий. Линейная температура усадки при 110°C в течении 20 часов минимальна и составляет 0,11%, что так же положительно сказывается на эксплуатационных свойствах теплоизоляции.

Плотность разработанного материала можно варьировать от 30 до 120 кг/м³, и, следовательно, композит может иметь широкий диапазон значений теплопроводности и прочности.

Отличительными характеристиками разработанного композита являются стабильность размеров, повышенные биологическая стойкость, морозостойкость, верхний температурный предел эксплуатации и огнестойкость конструкций с применением материала. Полученный материал имеет превосходство в сравнении с общеизвестными материалами (таблица 52). Полимер-минеральный композит, полученный нами, соответствует всем установленным требованиям ГОСТ 16381-77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования и СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» по физико-механическим и теплотехническим характеристикам, а так же удовлетворяет требованиям, установленным ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Выводы

1. Выявлено, что структура пеноматериала изменяется с увеличением количества наполнителя. При увеличении содержания наполнителя выше 30 % наблюдаются п различной формы с круглыми и овальными порами различных размеров. В зависимости от содержания золы уноса в композиции диаметр ячеек меняется: при наполнении 30 % диаметр ячеек 2–200μm, 35% – 5–300 μm, 40% – 5–400 μm. Установлено, что чем больше количество золы уноса в материале, тем больше поверхностных дефектов имеет композиция. При этом высокое наполнение композита приводит к образованию закрытоячеестой структуры материала, что положительным образом сказывается на физико-механических характеристиках материала. Излом материала проходит по поверхности полимера, что указывает на сильное взаимодействие системы «полимер – наполнитель».

2. Исследования пожарной безопасности показали, что пенокомпозит, в соответствии с Федеральным законом 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (глава 3, статья 13), относится:

- к группе слабогорючих (Г1) при испытаниях по ГОСТ 30244-94
- к группе умеренно воспламеняемых (В2) при испытаниях по ГОСТ 30402-96
- к группе материалов с малой дымообразующей способностью (Д1) по ГОСТ 12.1.044-89
- к классу умеренно опасных по показателю токсичности продуктов горения (Т2) при испытаниях по ГОСТ 12.1.044-89

При проведении испытаний на воспламеняемость выявлено, что введение золы уноса в объеме до 50% по массе в полимерную композицию снизило длину поврежденной части материала на 15,6 % и распространение пламени по поверхности материала на 22,3%.

Полученные данные позволяют говорить о возможности безопасного применения полученного материала в качестве современного утеплителя для локальных и магистральных трубопроводов и тепловых сетей.

3. Полимер-минеральный теплоизоляционный материал соответствует требованиям СНиП 41-03-2003 по физико-механическим и теплотехническим характеристикам: плотность 32–120 кг/м³, теплопроводность 0,031–0,04 Вт/(м·К), сорбционное увлажнение 13,13 % по массе, кислотное число – 1,2 мг КОН/г. Линейная температура усадки при 110°С в течении 20 час – 0,11%, прочность на сжатие при 10% деформации – 0,214–0,595 кПа, разрушающее напряжение при сжатии – 0,12–0,2 кПа. Материал может быть использован для теплоизоляции трубопроводов.

4. Введение в композицию золы уноса в количестве 50 % масс. увеличивает показатель рН с 3,03 до 6,37, что делает получаемые изделия практически инертными и приводит к снижению коррозионной активности теплоизоляции.

5. Анализ состава материала методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой показал, что содержание элементов подвижной формы не превышает установленные нормативы для строительных материалов. После проведения отмывки подвижные формы элементов, включая тяжелые металлы, не были обнаружены, у элементов Ag, Ca, K, Mg, Mn, Na, P, S, Sb, Se, Si, Ti, V они наблюдались в крайне незначительном количестве. Это свидетельствует о прочной связи основных элементов в матрице полимер-минерального композита. Таким образом, можно сделать вывод, что негативное воздействие пенокомпозита на объекты окружающей среды – минимально, и не имеет практического значения

7. На основании результатов экспертизы и представленной документации, а также результатов лабораторных исследований, можно заключить, что теплоизоляционный материал на основе отходов теплоэнергетики может быть рекомендован для утепления стен, для теплоизоляции домов, для внутренней изоляции помещений, для теплоизоляции трубопроводов, а так же может использоваться в бытовом строительстве для утепления и изоляции балконов, лоджий, подвалов и чердаков.

5. АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Проблема энергосбережения сегодня относится к наиболее актуальным, что связано с общемировой тенденцией удорожания энергоносителей. Вследствие этого в жилищном и промышленном строительстве отдается предпочтение энергосберегающим технологиям [257–258].

27 декабря 2010 Правительством Российской Федерации утверждена государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» № 2446-р, направленная на обеспечение повышения конкурентоспособности, финансовой устойчивости, энергетической и экологической безопасности российской экономики, одной из задач которой является формирование целостной и эффективной системы управления энергосбережением и повышение энергетической эффективности на основе комплексного развития инфраструктуры.

Отходы производственных комплексов, оказывая прямые и косвенные воздействия на биосферу, являются источниками экологического неблагополучия в регионах [259–260]. Поэтому задачей государства является стабилизация, а в дальнейшем – сокращение загрязнений окружающей среды отходами, и экономия природных ресурсов за счет максимально возможного использования отходов в качестве дополнительного источника сырья. В соответствии с Федеральным законом от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 08.11.2008) «Об отходах производства и потребления» и «Основами государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года» необходимо обеспечить реализацию мероприятий, нацеленных на создание безотходных и малоотходных производств, не требующих значительных капиталовложений и материальных средств.

Производство строительных материалов нового поколения поможет решить ряд экологических проблем:

✓ быстрое исчезновение лесов – «легких» нашей планеты – и, как следствие, накопление углекислого газа в атмосфере;

- ✓ утилизация значительных объемов отходов производства;
- ✓ очистка промышленных территорий от отходов производства и высвобождение земли для других целей: сельскохозяйственных работ и застройки;
- ✓ снижение деградации почвы, вторичного загрязнения подземных и поверхностных вод.

Достаточно большое влияние на выпуск энергосберегающих строительных материалов оказал Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», вступивший в силу с 1 мая 2009 (раздел 13), который запрещает использование для строительной теплоизоляции полимерных материалов, при горении которых образуются горящие капли. Однако именно к таким материалам относится пенополистирол, стимулирующий распространение пламени при пожарах.

Разработанные и полученные в промышленных условиях в данной диссертационной работе полимер-минеральные композиционные теплоизоляционные материалы, обладая данными характеристиками, являются оптимальными материалами для теплоизоляции трубопроводов и оборудования, инженерных коммуникаций, промышленных установок, аппаратуры. На рисунке 37 представлены образы разработанных теплоизоляционных материалов.



Рисунок 37 – Образцы теплоизоляции

В зависимости от особенностей тепловых сетей теплоизоляционный материал может обладать различными эксплуатационными свойствами. Использование зол уноса теплоэлектростанций при производстве теплоизоляционных материалов является экономически целесообразным и технически оправданным. Кроме того, дополнительный экономический эффект

может быть достигнут за счёт очистки территории от вредных отходов производства и снижения экологических платежей.

Потенциальные потребители ТИМ — предприятия строительной индустрии, предприятия теплоэнергетики, а также предприятия газо- и нефтедобывающей промышленности. В настоящее время в ФГБОУ ИрГТУ имеются заявки от 30 организаций, имеющих намерения использовать новую продукцию либо приобрести технологию, в том числе ООО «ТЕХНОНИКОЛЬ» (г. Москва), ООО «Восточно-Сибирский завод теплоизоляции», ОАО «Верхнетагильская ГРЭС» (Свердловская область), ООО «Иркутский завод ТеплоИзоляции» (г. Иркутск), ООО «Дормастер», (г. Москва), ЗАО «ЛСТ-Сиб» (г. Томск), ООО «ВТОРМА-БАЙКАЛ», ООО «Новые строительные технологии» (г. Липецк), ООО «Техновация» (г. Челябинск), Теплосбытовая организация (г. Новосибирск), ООО «ПЕНОПЛЕЙТ ТПК», ООО «ПОЛИФОРМ», ООО «ИркускПолимерСтрой», ООО «ФОАМПЛАСТ», ООО «Сибирский завод МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ».

5.1 Анализ рынка и положения дел в отрасли

5.1.1 Содержание проблемы

Технологическое отставание местной промышленности строительных материалов позволяет зарубежным фирмам расширять поставки на российской территории и выступать в качестве ведущих поставщиков качественных утеплителей. Потребность в качественных утеплителях настолько велика, что ведущие зарубежные производители, такие как Rockwool и Paros, имеющие собственные производства на российской территории, продолжают увеличивать ввоз теплоизоляции со своих заводов из-за рубежа:

- Объемы продаж фирмы Rockwool из Дании достигли 10 млн. \$ в год.
- Поставки Paros из Финляндии распространились до Иркутска.

- Ursa выкупила землю в Московской области для строительства собственного завода. На российской территории ведется строительство заводов по производству минераловатной изоляции.

В Швеции, Дании Финляндии, Норвегии, Германии, Канаде и др., объем выпуска утеплителей на душу населения более чем в 10 раз превышает выпуск теплоизоляционных материалов на одного жителя в РФ. Потребность жилищного сектора строительства в теплоизоляционных материалах в 2012 году составила 35 млн. м³.

5.1.2 Общая характеристика потребности и объем производства теплоизоляционных материалов в России

По информации, Госстроя России, использование 1м³ теплоизоляции позволяет экономить до 1,6 тонн условного топлива в год. Россия существенно отстает по этому показателю. Учитывая более суровые климатические условия в России, чем во многих других странах, потребление теплоизоляционных материалов в РФ должно быть близко к максимальным значениям.

Состояние рынка теплоизоляции характеризуется следующим:

- 92% российского фонда зданий и сооружений, возведенных до начала 2000-х годов, не соответствует действующим требованиям СНиП 2-III-79 по строительной теплотехнике;
- обеспеченность населения теплоизоляционными материалами в Российской Федерации в 7–12 раз меньше, чем в соседних с нами странах;
- из года в год растут объемы ветхого и аварийного жилья. Средний износ домов превышает 50% и порой достигает критических 70-процентных значений;
- количество тепловых сетей, требующих незамедлительной замены, составляет 20% от общей протяженности инженерных коммуникаций. Низкими темпами осуществляется перевооружение производств теплоизоляционных, стеновых и кровельных материалов.

- производство ориентировано на изготовление промышленной теплоизоляции;

- специальные требования к теплоизоляции для жилищного строительства остаются на втором плане и решаются за счет импортных поставок или не равноценной заменой на промышленную теплоизоляцию;

- номенклатура и качество более 80% выпускаемых утеплителей не соответствуют мировому уровню и не отвечают нуждам жилищного строительства и коммунального хозяйства;

- срок службы промышленной теплоизоляции задается исходным сырьем, моральным и физическим износом оборудования и составляет максимум 10–15 лет.

Для нужд жилищно-коммунального хозяйства и обеспечения индивидуального строительства с соблюдением норм СНиП 2-III-79 сегодня требуется:

- наличие на строительном рынке экологически чистых утеплительных материалов с долговечностью как минимум в 2–3 раза большей, чем промышленная изоляция;

- соответствие теплоизоляции мировым стандартам качества по прочности, кислотостойкости, влагостойкости и экологической безопасности;

По данным аналитических агентств, объем мирового рынка теплоизоляционных материалов сегодня оценивается в 20–25 млрд.долл. США. На долю России приходится \approx 4–6% (1,125 млрд.долл. США).

В настоящее время общая мощность заводов страны по теплоизоляционным материалам оцениваются в 17–18 млн.м³ в год. Основным видом применяемых в России теплоизоляционных материалов являются изделия на основе минеральной ваты, доля которых в общем объеме потребления составляет около 70 %. Около 20 % – на газонаполненные пластмассы, 10% - другие виды утеплителей.

Распределение объемов производства теплоизоляционных материалов по стране характеризуется неравномерностью. Большинство крупных регионов, не имеет своего производства теплоизоляционных материалов. Наибольшие

проблемы с производством теплоизоляционных материалов имеются в Северном, Поволжском, Северокавказском и Сибирском регионах. Другие регионы страны производят утеплители в недостаточном количестве.

Расчетами Министерства строительства Российской Федерации, выполненными в рамках федеральной целевой программы «Жилище», определена потребность в теплоизоляционных материалах. При общем объеме нового строительства (80 млн. м²) и реконструкции (20 млн. м²) необходимо более 18 млн. м³ утеплителя. Общая потребность в утеплителях для всех отраслей народного хозяйства страны по расчетам ОАО «Теплопроекта» составит 50–55 млн. м³. Из них промышленность – 25 млн. м³ (45%), инженерные сети ЖКХ 8 – 12 млн. м³ (22%), жилищное строительство – 18 млн. м³ (33%).

Российский рынок строительных и отделочных материалов показывает ежегодный рост – 20%, но тем не менее теплоизоляции не хватает. Очередь на покупку теплоизоляции на действующих заводах в настоящее время составляет 2 месяца.

5.1.3 Значимость производства для развития региона. Объем ожидаемого спроса на продукцию

Как отмечается в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. N 1662-р, в период до 2020 года наибольшее влияние на уровень экономической конкурентоспособности и национальную безопасность будет оказывать прогресс в ресурсосбережении, нанотехнологиях, новых материалах и живых системах. Все это настоятельно требует создания и промышленного внедрения нового поколения материалов, обладающих комплексом свойств, обеспечивающих их пожарную, санитарно-гигиеническую и экологическую безопасность, таких, в частности, как инновационный теплоизоляционный материал, что и является предметом данного проекта.

В «Программе социально-экономического развития Иркутской области на 2011 - 2015 годы» (Закон Иркутской области от 31 декабря 2010 года N 143-ОЗ) определены основные цели социально-экономического развития, для реализации которых по созданию условий для нового экономического роста Иркутской области предусмотрено решение следующих задач:

- повышение конкурентоспособности экономики Иркутской области за счет определения отраслевой специализации на рынках инновационных товаров и услуг и увеличения реализации инновационной продукции, технологий и научных разработок;
- повышение конкурентоспособности субъектов малого и среднего предпринимательства на внутреннем, межрегиональном и международном рынках. Инновационное развитие Иркутской области направлено на решение основной задачи – повышение энергоэффективности экономики. Решение поставленной задачи предполагает разработку и внедрение передовых технологий в сфере энергетики, жилищного строительства и коммунального хозяйства.

Рынок теплоизоляции Сибирского федерального округа оценивается примерно в 3,2 млн. м³ в год. Доля теплоизоляции из пенополистирола, для замены которого и предназначен разработанный в данной работе материал, составляет 20% от общего объема, потребляемого в СФО, и соответствует 640 тыс.м³. Строительными нормами определена потребность в эффективных теплоизоляционных материалах при строительстве и реконструкции жилья: на 100 млн.м² жилой площади понадобится 20 млн.м³ утеплителя.

Жилищный фонд Иркутской области равен 50 млн.м², соответственно необходимость в утеплителе составляет около 10 млн.м³. Только в Иркутске планируется к вводу более 500 тыс.м² жилья, что вызовет потребность в обеспечении строительной индустрии высокоэффективными, экологически безопасными и недорогими теплоизоляционными материалами в объеме около 100 тыс.м³. Возрастает потребность. Более полные объемы потребления теплоизоляционных материалов в регионах РФ представлены в таблице 50.

Таблица 50 – Объемы потребления теплоизоляционных материалов в регионах РФ

Вид теплоизоляции	Объем потребления в 2013 году, тысяч м ³									
	Россия	Москва и область	С-Пб и ЛО	Центральный ФО	Северо-западный ФО	Приволжский ФО	Южный ФО	Уральский ФО	Сибирский ФО	Дальневосточный ФО
Минеральная вата	12378,8	3191,5	1090,5	2257,7	536,9	1443,4	792,2	1189,6	1565,2	311,7
Динамика к 2014 году, %	6%	12%	12%	8%	10%	12%	21%	14%	11%	6%
Стекловата	9347,3	2587,7	753,9	1401,4	334,4	1058,9	760,1	1292,8	971,4	186,6
Динамика к 2014 году, %	29%	32%	30%	28%	18%	31%	36%	28%	15%	26%
Экструдированный пенополистирол	2830,9	931,4	363,5	162,7	90,7	361,7	109,3	375,5	358,6	77,4
Динамика к 2014 году, %	17%	17%	17%	19%	18%	18%	20%	17%	15%	21%
Вспененный пенополистирол	5485,5	1261,9	441,4	490,6	158,1	788,2	614,9	1437,9	269,9	22,7
Динамика к 2014 году, %	21%	21%	21%	21%	21%	21%	21%	21%	21%	21,5%
Всего ТИ	30042,5	7972,5	2649,3	4312,4	1120,2	3652,3	2276,5	4295,7	3165,1	598,5
Динамика к 2014 году, %	18%	19%	24%	16%	10%	24%	24%	17%	6%	16%

Приведены данные о совокупном потреблении теплоизоляционных материалов в регионах России. Наибольший рост потребления был зафиксирован в Южном и Приволжском федеральных округах, он составил 24% по отношению к 2013 году. Наименьший рост потребления – в Сибирском округе (6% к 2012 году). В Москве и Санкт-Петербурге рост оказался довольно значительным и составил 19% и 24%, соответственно.

5.2 Эксплуатационные свойства

Трудногорючие теплоизоляционные материалы получены на основе смеси терморезистивных полимерных связующих и золы уноса теплоэлектростанций ОАО «Иркутскэнерго».

В качестве технологии получения применяется заливочная технология. Одним из преимуществ ее является возможность изготовления теплоизоляционного материала прямо на строительном объекте заполнением пространства, оставленного под теплоизоляцию, подобно монтажной полиуретановой пене. Данная технология является достоинством разрабатываемого материала при теплоизоляции подземных тепловых сетей, прокладываемых как канальным, так и бесканальным способом. Помимо этого планируется производить композит в производственном цехе заливом в формы и скорлупы с последующим разрезом на плиты необходимой толщины, которые потом реализуются.

Изделия на основе представленных композиций представляют собой газонаполненные формованные изделия с закрытой мелкоячеистой структурой. Их получали методом заливки в открытые или закрытые формы. При получении композитов смесь реагирующих компонентов в течение короткого времени переходит из жидкого в гелеобразное состояние с последующим отверждением образовавшегося пенопласта. Вспенивание сопровождается выделением большого количества энергии вследствие экзотермических реакций компонентов.

Вспенивание придает материалу легкость, плавучесть, низкую теплопроводность повышенную удельную прочность. Наполнитель (зола уноса ТЭЦ) удешевляет стоимость, снижает способность к распространению пламени по поверхности и дымообразующую способность, то есть именно те свойства, которые на основании нового ФЗ № 123-ФЗ предъявляются к пожарной безопасности строительных, в том числе теплоизоляционных материалов. Это обуславливает перспективность разрабатываемого материала для применения на российском рынке.

Среди крупных производителей выделяются работающие по зарубежной технологии Rockwool, Isover, Knauf и производящая изоляцию по российской технологии фирма «Технониколь», которая одновременно выпускает и кровельные материалы.

Рыночная стоимость продукции аналогов, которые присутствуют на строительном рынке Иркутской области, представлена в таблице 51.

Таблица 51 – Сравнение средней стоимости теплоизоляционных материалов

Название материалов	Стоимость	Единица измерения
Разработанный композит	1000	Руб./м ³
Панели из пенопласта	1 150	Руб./м ²
Пенополиуретан в изделиях	10 000	Руб./м ³
Минеральная вата	2 500	Руб./м ³
Жесткий утеплительный пол	4 000	Руб./м ³
Мягкие базальтовые утеплители	4 000	Руб./м ³
Пеноблок	3 000	Руб./м ³
Жидкая теплоизоляция	415	Руб./литр
Пенополистерол	4 500	Руб./м ³
Пеноплекс	6 000	Руб./м ³

Кроме более низкой стоимости разработанного материала, композит имеет хорошие физико-механические характеристики. К примеру, предел прочности при изгибе наполненного композита составляет 0,619 МПа, ненаполненного – 0,18 МПа.

Одной из наиболее серьезных технологических задач, возникающих при эксплуатации теплоизоляционных материалов на тепловых сетях, является устранение коррозионной активности пенопластов.

Введение в получаемую композицию наполнителя в виде золы уноса не только улучшает механические характеристики, но и значительно устраняет коррозионную активность композита.

Еще одним важным достоинством теплоизоляции является формостабильность материала. Линейная температура усадки при 110°С в течении 20 часов составляет всего лишь 0,11%, что так же положительно скажется на эксплуатационных свойствах изделий. Подробное сравнение свойства теплоизоляционных материалов представлено в таблице 52.

Таблица 52 – Сравнение характеристик теплоизоляционных материалов

Характеристика теплоизоляционных материалов	Пенополиуретан	Пенополистирол	Экструзионный пенополистирол	Плиты из минеральной ваты	Разработанный материал
Природа материала	Органический материал	Органический материал	Органический материал	Неорганический материал органическим связующим	Полимерно-минеральный композит
Плотность, кг/м ³	40-80	40-150	30-150	50-350	30 - 340
Коэффициент теплопроводности, Вт/м*К	0,03 - 0,04	0,03 - 0,05	0,03 - 0,05	0,04 - 0,09	0,032 – 0,06
Стабильность размеров	Изменяет размеры	Дает усадку	Дает усадку	Дает усадку	Не дает усадку
Прочность на сжатие, кгс/см ²	-	2-5	2-7	-	1,5 - 4,9
Сопrotивление непродолжительному воздействию тепла, °С	180 (при нагревании выделяет вредные вещества)	100 (при нагревании выделяет вредные вещества)	100 (при нагревании выделяет вредные вещества)	250 (при нагревании выделяет вредные вещества)	500 (при нагревании выделяет вредные вещества)
Водопоглощение, %	1,2 – 2,1	0,2-0,5	0,2-0,5	до 70	0,2-13
Верхний температурный предел эксплуатации, °С	120	80	80	200	591
Огнестойкость конструкций с применением материала	Г4	Г4	Г4	Г1-НГ	Г1

Плотность разработанного материала можно варьировать от 30 до 340 кг/м³, и, следовательно, композит будет иметь широкий диапазон теплопроводности и прочности. Такой диапазон технических характеристик позволяет использовать композит высокой плотности не только как эффективный теплоизоляционный, но одновременно и как конструкционный материал. Более широким диапазоном показателей плотности не обладает ни один из анализируемых

теплоизоляционных материалов, что обуславливает перспективность данного композита.

Показатель теплопроводности рассматриваемых материалов имеет приблизительно одинаковые значения. Исключением является теплопроводность изделий на основе минеральной ваты. Имея данные показатели плотности, материал легко займет свою нишу на рынке теплоизоляционных материалов.

Отличительными характеристиками разработанного композита являются стабильность размеров, верхний температурный предел эксплуатации и огнестойкость конструкций с применением материала. Полученный материал имеет значительное превосходство в сравнении с анализируемыми материалами. Этот факт значительно расширяет сферу применения теплоизоляционного композита. Полученный полимерно-минеральный композит соответствует всем установленным требованиям ГОСТ 16381 по физико-механическим и теплотехническим характеристикам, а так же требованиям установленных ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

5.3 Ожидаемая доля организации в производстве продукции в регионе

Создаваемая в рамках настоящего теплоизоляционная продукция из разработанного материала должна занять существующую региональную нишу среди производителей теплоизоляционных материалов и предложить строительным предприятиям продукцию по более выгодной цене за счет снижения транспортных и накладных расходов из-за близкого месторасположения производства к потребителям и отсутствия посредников.

Плановая производительность при выходе на полную мощность может составить 425 тыс.м³ в год. Потребности рынка Иркутской области в теплоизоляции данного типа оценивается ориентировочно в 650 тыс. м³ в год. Новый материал может заместить повсеместно применяемую горючую пенополистирольную теплоизоляцию, а также часть минераловатной изоляции. Планируется заменить 2/3 выпуска пенополистирольной теплоизоляции в

Иркутской области и 5–6% в СФО, используемой в гражданском и промышленном. Потребление теплоизоляции из пенополистирола и прогноз производства теплоизоляции представлены в таблице 53.

Таблице 53 – Прогноз производства

	Производство теплоизоляции, тыс.м ³		Возможное производство (до 6 % от потребления в СФО), тыс.м ³			
	2013 год		2014 год	2015 год	2016 год	2017 год
	РФ	СФО				
Промышленное строительство	25000	5000	195	200	225	270
Жилищное строительство	18000	3600	140	150	175	200
Инженерные сети и коммуникации	12000	2400	90	100	100	130
ИТОГО	55000	11000	425	450	500	600

5.4 Потенциальные конкуренты

В Иркутском регионе присутствуют 8 производителей теплоизоляции: ООО Иркутский завод ТеплоИзоляции, Восточно-Сибирский завод теплоизоляции, ООО «ПОЛИФОРМ», ООО «ВТОРМА-БАЙКАЛ», ООО «ПЕНОПЛЕЙТ ТПК», ООО «ИркутскПолимерСтрой», ООО «ФОАМПЛАСТ», ООО «МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ». Планируемый объем производства композита при выходе на полную мощность может составить 425 тыс.м³ в год. В настоящее время объем производства основного аналога разработанного материала – вспененной полистирольной и пенополиуретановой теплоизоляции – в Иркутском регионе составляет (по данным Иркутсккомстата) примерно 300 тыс.м³. При этом теплоизоляция, производимая из пенополиуретана и пенополистирола, имеет класс горючести Г3-Г4, что является основным ограничением ее использования.

Однако, несмотря на присутствие местных производителей, большая доля теплоизоляционных материалов ввозится из других регионов. Это связано с тем, что местные производители не могут полностью удовлетворить потребности

строительного рынка Иркутской области как в качественных характеристиках, так и в объемах.

5.5 Маркетинговые исследования

Как отмечено в аналитическом отчете, «самая острая проблема, тормозящая рост строительства в Иркутске и области – нехватка строительных материалов. Причем практически на всех предприятиях наблюдается высокая изношенность производственных мощностей. В итоге отрасль выдает продукцию низкого качества по завышенным ценам». Многие современные высококачественные строительные материалы в регионе не выпускаются, наполнение ими рынка осуществляется за счет поставок из других регионов. При этом из-за прекращения местного производства поставки из других регионов, например, изоляционных материалов, увеличились в 5,4 раза.

Выделяется несколько основных сфер применения теплоизоляционных материалов:

- теплоизоляция в строительстве (жилищно-гражданское строительство);
- теплоизоляция трубопроводов и оборудования, инженерных коммуникаций, промышленных установок, аппаратуры (часто ее называют технической изоляцией);
- теплоизоляция для производства строительных панелей (сэндвич-панели);
- теплоизоляция холодильных установок и транспортных средств.

Независимым маркетинговым центром «Эволюция» были проведены маркетинговые исследования, в которых в качестве экспертов выступили руководители и ТОП- менеджеры предприятий строительной отрасли Иркутской области.

В процессе исследования было проведено 24 презентации и 20 интервью с экспертами (собственниками, руководителями, заместителями руководителя

предприятий строительной отрасли – Таблица 54), использующих продукцию, аналогичную разработанной теплоизоляции.

Таблица 54 – Перечень опрошенных организаций

№	Название компании	Должность
1	Молодежный ЖК	директор
2	Иркутскполимерстрой	директор
3	Танар	технолог-инженер
4	Академия ремонта	зам директора
5	ВостСибСтрой	глава отдела логистики
6	Благо	технолог
7	Байкалэкотрейд	директор
8	Промжилстрой	директор
9	Иркутскремстройреконструкция	генеральный директор
10	Модулекс	директор
11	Сибвуд	директор
12	Иркутский острог	директор
13	Радиан	директор Департамента Электрооборудования и стройиндустрии
14	Артстрой	инженер-технолог
15	Пеноплейн	директор
16	Иркутские дома	архитектор
17	Компания АСТИ	зам директора
18	Автостройсибирь	главный инженер
19	Стройкомплекс	зам.начальника ПТО
20	Калар	заместитель инженера
21	Экодомстрой	заместитель инженера
22	Менес	глав.инженерн
23	Прогрессстрой	ответственный по закупкам
24	Агрострой	генеральный директор

Результаты маркетинговых исследования:

1. Строительный рынок готов принимать продукцию, изготовленную местными производителями. Это существенно снизит сроки поставки продукции и закупочную стоимость продукции.

2. Строительный рынок Иркутской области нуждается в новых технологиях и материалах.

3. Строительный рынок Иркутской области испытывает дефицит теплоизоляционных материалов с требуемыми характеристиками и невысокой закупочной стоимостью. На данный момент присутствуют либо дорогие

теплоизоляционные материалы с требуемыми характеристиками (горючесть Г1-НГ, небольшой вес, низкая теплопроводность), либо недорогие теплоизоляционные материалы, но с характеристиками, не отвечающими запросам участников строительного рынка.

4. Из разработанного теплоизоляционного материала участники строительного рынка хотят видеть строительные блоки, сэндвич-панели, утеплители для чердачных перекрытий.

Планируемый объем производства материала при выходе на полную мощность – 425 тыс.м³ в год. В настоящее время объем производства основного аналога композита – вспененной полистирольной и пенополиуретановой теплоизоляции в Иркутском регионе составляет (по данным Иркутсккомстата) примерно 300 тыс.м³. При этом теплоизоляция, производимая из пенополиуретана и пенополистирола, имеет класс горючести Г3-Г4, что является основным ограничением ее использования.

Новой продукцией может быть также обеспечено внутреннее потребление ОАО «Иркутскэнерго» для замены трубопроводов в объеме 50 тыс.м³.

По данным Министерства строительства, дорожного хозяйства Иркутской области в 2012 году в области было запланировано к вводу около 870 тыс.м² жилья. Известно, что расход теплоизоляции на 100 м² жилья составляет в среднем 20 м³. Таким образом, потребность региона составляет в перспективе на 2012 год до 180 тыс.м³.

В 2011 году утвержден проект долгосрочной целевой программы «Стимулирование развития жилищного строительства в Иркутской области на период до 2015 года». Кроме того, будут реализовываться областные программы «Переселение граждан из ветхого и аварийного жилищного фонда в Иркутской области на период до 2019 год» и «Развитие ипотечного жилищного кредитования в Иркутской области на 2011–2013 годы».

Планируемая к производству теплоизоляционная продукция соответствует требованию рационального использования природных ресурсов, так как производится из отходов производства.

Это позволяет значительно снизить уровень техногенной нагрузки. В Байкальском регионе это имеет особое значение. Таким образом, технология соответствует современным требованиям экологической безопасности, реализуя принцип рециклинга отходов и переводя отходы в сырье для получения готовой конкурентоспособной продукции.

Экологичность и безопасность новых материалов обеспечиваются тем, что для производства используется только сертифицированное сырье. ЗАО «Иркутскзолопродукт», являясь дочерней организацией ОАО «Иркутскэнерго», имеет основную задачу – утилизацию золошлаковых отходов. ЗАО «Иркутскзолопродукт» проводит ежегодную сертификацию золы уноса ТЭЦ по основным параметрам, в том числе по радиоактивной безопасности.

Конечными потребителями вновь создаваемой продукции должны стать компании-подрядчики, осуществляющие строительство крупных жилых, промышленных и коммерческих объектов Иркутской области, а также соседних регионов (Забайкальский край, Новосибирская область, Кемеровская область, Республика Бурятия) и стран ближнего зарубежья (Узбекистан, Казахстан), и компании-проектировщики.

Основные выводы маркетингового анализа по Иркутской области:

- Строительный рынок Иркутской области готов принимать продукцию, изготовленную местными производителями. Это существенно снизит сроки поставки продукции и закупочную стоимость продукции.

- Строительный рынок Иркутской области нуждается в новых технологиях и материалах.

- Строительный рынок Иркутской области испытывает дефицит теплоизоляционных материалов с требуемыми характеристиками и невысокой закупочной стоимостью. На данный момент присутствуют либо дорогие теплоизоляционные материалы с требуемыми характеристиками (горючесть Г1-НГ, небольшой вес, низкая теплопроводность), либо недорогие

теплоизоляционные материалы, но с характеристиками, не отвечающими запросам участников строительного рынка.

5.6 Финансовый план

Для расчета чистой прибыли используются показатели выручки и издержек. Денежный поток рассчитывается как чистая прибыль + амортизационные отчисления.

Основные экономические показатели проекта представлены в таблице 55.

Таблица 55 – Основные показатели проекта при его реализации

Выручка	тыс.руб	510 000
Производственные затраты	тыс.руб	466416
Потребность в дополнительных инвестициях	тыс.руб	1429
Налог на прибыль	тыс.руб	8716,8
Чистая прибыль	тыс.руб	34867,2
Амортизация	тыс.руб	145
Чистый денежный поток проекта	тыс.руб	35012,2
Суммарный денежный поток проекта	тыс.руб	35012,2
Срок окупаемости	лет	Менее года

Выводы

В 2013 году производством теплоизоляционных материалов в России занималось не менее 123 предприятий, в том числе 50 заводов производили минеральную вату, 7 предприятий выпускали стекловату, не менее 16 заводов занимались производством экструдированного пенополистирола и не менее 50 изготавливали вспененный пенополистирол.

Разработанный в ходе диссертационной работы теплоизоляционный материал имеет лучшие характеристики (стабильность размеров, верхний температурный предел эксплуатации и огнестойкость конструкций с применением материала) в сравнении с рассматриваемыми материалами. Полученный полимерно-минеральный композит соответствует всем

установленным требованиям ГОСТ 16381 по физико-механическим и теплотехническим характеристикам, а так же требованиям, установленным ФЗ №-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Строительный рынок Иркутской области испытывает дефицит теплоизоляционных материалов с требуемыми характеристиками и невысокой закупочной стоимостью. На данный момент присутствуют либо дорогие теплоизоляционные материалы с требуемыми характеристиками (горючесть Г1-НГ, небольшой вес, низкая теплопроводность), либо недорогие теплоизоляционные материалы, но с характеристиками, не отвечающими запросам участников строительного рынка.

Строительный рынок Иркутской области нуждается в новых технологиях, материалах и готов принимать продукцию, изготовленную местными производителями. Это существенно снизит сроки поставки продукции и закупочную стоимость продукции.

Средняя стоимость получаемого композита – 1000 р. Теплоизоляционный материал легко займет значительную часть рынка теплоизоляционных материалов (около 7%), в частности для использования при прокладке тепловых сетей и теплоизоляции трубопроводов различного назначения. Данная цена обеспечит необходимый уровень рентабельности организации, что позволит ей сохранять хорошее финансовое положение и платежеспособность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований разработана полимер-минеральная композиция на основе смеси термореактивных смол и отходов теплоэнергетики (золы уноса ТЭЦ) и технология получения на ее основе теплоизоляционных материалов.

1. Получены новые вспененные теплоизоляционные материалы, имеющие различные технические и эксплуатационные характеристики. В качестве наполнителей полимерных композиций использовались три вида золы уноса ОАО «Иркутскэнерго» различного химического состава: Усть-Илимской ТЭЦ, ТЭЦ-9 (г. Ангарск) и ТЭЦ-6 (г. Братск), в качестве связующего – фенолформальдегидные смолы ФРВ-1А, ФРВ-ЭМ и Красфор РР-23.

2. В результате исследования выявлено влияние химического состава зол уноса на процесс получения и свойства вспененных теплоизоляционных материалов. При использовании золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ с содержанием оксида кальция ~10 % было выявлено, что зола уноса влияет на скорость взаимодействия компонентов смеси, а так же, зола вступает в химическую реакцию с продуктом ВАГ-3. Выявлено влияние состава зол уноса на процесс вспенивания фенолформальдегидной композиции: повышение содержания оксида кальция свыше 25 % приводит к ингибированию процесса вспенивания, при этом обнаружено повышение содержания $\text{Ca}_9(\text{Al}_6\text{O}_{18})$ и SiO_2 .

3. Установлено, что при взаимодействии основно'й золы уноса ТЭЦ-6 и ФФС образуются донорно-акцепторные связи между компонентами смеси, что приводит к образованию ряда новых химических соединений со связями Si-O, Si-C, Si-N.

4. Для улучшения теплотехнических свойств материала целесообразно использовать смеси различных по температурам кипения газообразователей – петролейных эфиров ПЭ (40–70) и ПЭ (70–100). Совместное использование данных компонентов приводит к двухступенчатому процессу пенообразования, что позволяет существенно увеличить кратность вспенивания массы и пористость

материала: при наполнении композиции золой уноса до 40 % удалось достичь значения кратности вспенивания 25–27.

5. 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.

6. Выявлено, что структура пеноматериала изменяется с увеличением количества наполнителя. При увеличении содержания наполнителя выше 30 % наблюдаются псевдокристаллиты различной формы с круглыми и овальными порами различных размеров. В зависимости от содержания золы уноса в композиции диаметр ячеек меняется: при наполнении 30 % диаметр ячеек 2–200 мкм, 35 % – 5–300 мкм, 40 % – 5–400 мкм. Установлено, что чем больше количество золы уноса в материале, тем больше поверхностных дефектов имеет композиция. При этом высокое наполнение композита приводит к образованию закрытоячеистой структуры материала, что положительным образом сказывается на физико-механических характеристиках материала. Излом материала проходит по поверхности полимера, что указывает на сильное взаимодействие системы «полимер – наполнитель».

7. Исследования пожарной безопасности показали, что пенокомпозит, в соответствии с Федеральным законом 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (глава 3, статья 13), относится:

- к группе слабогорючих (Г1) при испытаниях по ГОСТ 30244-94;
- к группе умеренно воспламеняемых (В2) при испытаниях по ГОСТ 30402-96;
- к группе материалов с малой дымообразующей способностью (Д1) по ГОСТ 12.1.044-89;
- к классу умеренно опасных по показателю токсичности продуктов горения (Т2) при испытаниях по ГОСТ 12.1.044-89. Полученные данные позволяют говорить о возможности безопасного применения разработанного материала в

качестве современного утеплителя для локальных и магистральных трубопроводов и тепловых сетей.

8. Полимер-минеральный теплоизоляционный материал соответствует требованиям СНиП 41-03-2003 по физико-механическим и теплотехническим характеристикам: плотность 32–120 кг/м³, теплопроводность 0,031–0,04 Вт/(м•К), сорбционное увлажнение 13,13 % по массе, кислотное число – 1,2 мг КОН/г. Линейная температура усадки при 110 оС в течении 20 час – 0,11 %, прочность на сжатие при 10 % деформации – 0,214–0,595 кПа, разрушающее напряжение при сжатии – 0,12–0,2 кПа.

9. Анализ состава материала методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой показал, что содержание элементов подвижной формы не превышает установленные нормативы для строительных материалов. После проведения отмывки подвижные формы элементов, включая тяжелые металлы, не были обнаружены, у элементов Ag, Ca, K, Mg, Mn, Na, P, S, Sb, Se, Si, Ti, V они наблюдались в крайне незначительном количестве. Это свидетельствует о прочной связи основных элементов в матрице полимер-минерального композита. Таким образом, можно сделать вывод, что негативное воздействие пенокомпозита на объекты окружающей среды – минимально, и не имеет практического значения.

10. На основании результатов экспертизы и представленной документации, а также результатов лабораторных исследований, можно заключить, что теплоизоляционный материал на основе отходов теплоэнергетики может быть рекомендован не только для теплоизоляции трубопроводов, но также для утепления стен, теплоизоляции домов, внутренней изоляции помещений, а также может использоваться в бытовом строительстве для утепления и изоляции балконов, лоджий, подвалов и чердаков.

11. Средняя стоимость получаемого композита – 1000 рублей за кубический метр. Теплоизоляционный материал легко займет значительную часть рынка теплоизоляционных материалов (около 7 %), в частности для использования при прокладке тепловых сетей и теплоизоляции трубопроводов различного

назначения. Данная цена обеспечит необходимый уровень рентабельности организации, что позволит ей сохранять хорошее финансовое положение и платежеспособность.

12. Разработана технологическая документация (ТУ 5760-002-90978809-2013, регламент) на производство полимерно-минерального теплоизоляционного материала, на основании которых на предприятии г. Иркутска (ООО "ЭкоСтройИнновации") осуществляется производство и успешное применение новых теплоизоляционных материалов. Зарегистрировано ноу-хау от 20.02.2014г. № 26.3-29.10/КТ (ноу-хау 169) «Композиция для получения теплоизоляционного материала».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.04.01-85. Нормы расхода воды потребителями [Текст].- Введ. 1986-07-01.- Москва : ГПИ Сантехпроект Госстроя СССР, 1986.- 24с.
2. Тапастшерна, Р.И. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов [Текст] / Р.И. Тапастшерна.- Москва: Стройиздат., 1986.-286 с.
3. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение наружные сети и сооружения [Текст].-Введ. 1986-04-30.- Москва : ГПИ «Союзводоканалпроект» Госстроя СССР, 1986.- 19с.
4. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети [Текст].- Введ. 2003—09-01.- Москва : Госстроя России, 2003.- 36с.
5. Грингауз, Ф.И. Санитарно-технические работы [Текст] /Ф.И. Грингауз. –Москва: Высшая школа, 1985.—429 с.
6. СНиП 2.04.04-85 Внутренний водопровод и канализация [Текст].- Введ. 1986-07-01.- Москва : ГПИ Сантехпроект Госстроя СССР, 1986.- 24с.
7. Демченко, Г.В., Магистральные трубопроводы. Надежность. Условия работы и разрушений [Текст] / Г.В. Демченко, В.Г. Демченко.- Москва: 2007.- 304с.
8. Кязимов, К.Г. Эксплуатация и ремонт оборудования систем газоснабжения [Текст] / К.Г. Кязимов, В.Е. Гусев.- К.: Основа, 2000. -288 с.
9. Витальев, В.П. Бесканальные прокладки тепловых сетей [Текст] / В.П. Витальев. – М.: Энергоатомиздат, 1983.- 280 с.
10. Инструкция по капитальному ремонту тепловых сетей [Текст] / Москва: Стройиздат, 1988.-456с.
11. Авдолимов, Е.М. Реконструкция водяных тепловых сетей [Текст] / Авдолимов Е.М. – Москва: Книга по Требованию, 2012.-305 с.
12. Хиж, Э.Б. О надежности систем коммунального теплоснабжения, предупреждений и устранении аварий и инцидентов [Текст] / Э.Б. Хиж, Г.М.Скольник, А.С. Толмасов // Новости теплоснабжения.- № 3,-2003.- С. 34-39.

13. Моисей Гельман Новая профессия термоса — теплотрасса. // Промышленные ведомости: экспертная общероссийская газета. № 14, 2012. URL: www.promved.ru
14. Андриюшенко, А.И. Теплофикационные установки и их использование [Текст] / А.И. Андриюшенко, Р.З. Аминов, Ю.М. Хлебалин.- Москва: Высшая Школа. 1983. - 256 с.
15. Исаченко, В.П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел.- Москва: Энергоиздат. 1981.-415 с.
16. Грушман, Р.П. Что нужно знать теплоизолировщику [Текст] / Р.П. Грушман.- Ленинград: Стройиздат. 1987.- 152 с.
17. Лоскутов Ю.В. Разработка методики расчета многослойных композитных трубопроводов летательных аппаратов. // [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. - Москва, 2001-139 с.
18. Зинева, Л.А. Нормы расхода материалов: водопровод и канализация [Текст] / Зинева. Л.А. // Строительство и дизайн.- 2007.- С.69-71.
19. Владова, А.Ю. Эффективность функционирования технологических трубопроводов с аналитической идентификацией множества коррозионных состояний [Текст] / А.Ю. Владова // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки.-2009.-№ 3 (25). С.67-71.
20. Гущин, А.Б. Технология мониторинга состояния магистральных трубопроводов по тепловым изображениям [Текст] / А.Б. Гущин. // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность!.-2011.-№ 2. С.43-45.
21. Низьев, С.Г. О перспективах и проблемах заводской изоляции соединительных деталей и запорной арматуры трубопроводов [Текст] / С.Г. Низьев, Ю.С. Низьева, А.П. Ларьков // Территория Нефтегаз.-2008.-№ 12. С.54-61.
22. Голов, Р.С. О проблеме энергосбережения в России [Текст] / Р.С. Голов, Д.Г. Валяев // Научные труды Вольного экономического общества России.- 2006. Т. 73. С. 26-49.

23. Фомин, Д.П. Выбор тепловой изоляции для трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения многоквартирных жилых зданий [Текст] / Д.П. Фомин, А.С. Штым, В.П. Черненко // Современные наукоемкие технологии. – 2004. – № 2 – С. 165-167.
24. Дмитриенко, С.Г. Пенополиуретаны: Сорбционные свойства и применение в химическом анализе [Текст] /С.Г. Дмитриенко, В.В. Апяри.- Москва: Краснодар.- 2010.- 264 с.
25. Саундерс, Д. Химия полиуретанов [Текст] / Д. Саундерс.- Пер. с англ. Москва: Химия,- 1968.- 264с.
26. ГОСТ 30732—2006. Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой [Текст].- Введ. 2008—01—01. Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии; Москва: Изд-во стандартов, 2008. – 43 с.
27. Отчет ООО «Жилпромпроект» ПGE панели. Панелипенополиуретан [Электронный ресурс]. №10, 2010 г. URL: http://www.himppru.ru/ppu_paneli_penopoliuretana.php.
28. Л.Д. Евсеев, О пожароопасности пенополиуретанов [Текст] / Л.Д. Евсеев. //Кровельные и изоляционные материалы.- № 4 – 6, 2009. С. 46-49.
29. Энциклопедия Полимеров [Текст]. Ред. коллегия: В. А. Кабанов [и др.] Т.3 Полиоксадиазолы–Я. Москва. Советская Энциклопедия.1977.-1152 с.
30. Апухтиной, Н.П. Полиуретановые эластомеры [Текст] / Н.П. Апухтиной. — Химия, 1973.-342 с.
31. Липатов, Ю.С. Структура и свойства полиуретанов [Текст] / Ю. С. Липатов, Ю.Ю. Керча, Л.М. Сергеева. -Киев: Наукова думка,-1970.-288с.
32. Чухланов, В. Ю.Газонаполненные пластмассы. Учебное пособие [Текст] / В.Ю. Чухланов, Ю.Т. Панов, А.В. Синявин.- Владимир: Изд-во. ВладГУ.-2007.-134с.
33. Павлов, В.А. Пенополистирол [Текст] / В.А. Павлов.- Москва: Химия.- 1973.- 324с.

34. ГОСТ 15588—86 .Плиты пенополистирольные [Текст].- Введ. 1986-07-01. Москва: Государственный комитет СССР по делам строительства; Москва: Изд-во стандартов, 1988. – 8 с.
35. Кербер, М.Л. Свойства пенополистирола, его преимущества и недостатки по сравнению с другими теплоизоляционными материалами [Текст] / М.Л. Кербер, В.Г. Хозин // Коммунальный комплекс России.- 2011.- № 9.- С.66-72.
36. Отчет ООО «Главкомплекть». Что такое пенополистирол. Свойства пенопласта [Электронный ресурс]. 2014 г.
URL:<http://www.penoplastum.ru/prim.htm>.
37. Евтумян, А.С. Пожарная опасность теплоизоляционных материалов из пенополистирола [Текст] / А.С. Евтумян, О.И. Молчадовский // Пожарная безопасность 2006.- №6. С. 66-68.
38. Seguridad contraincendios durantela transformacion de Styropor .Informacion Tecnica Styropor. BASF Plastics key to your success. 40152 Marzo 2001.
39. Standard DIN 53436-3:1989-11, Generation of thermal decomposition products from materials in an air stream for toxicological testing; method for testing the inhalation toxicity.
40. EN 13823:2002 (SBI) Reaction to fire tests for building products excluding floorings — exposed to thermal attack by a single burning item (SBI).
41. СТБ EN 13823-2008. Пожарная опасность строительных изделий. Строительные изделия, за исключением напольных покрытий, подвергаемые термическому воздействию одного источника горения. РУП "Стройтехнорм".- 2010-01-01.- 34 с.
42. EPS White Book. EUMEPS Background Information on Standardisation of EPS Issued by EUMEPS in 2003.
43. EN ISO 1182:2002 Reaction to fire tests for building products — Non-combustibility tests.
44. EN ISO 1716:2002 Reaction to fire tests for building products. Determination of the heat of combustion.

45. EN ISO 11925-2-2002 Reaction to fire tests for building products — Part 2: Ignitability when subjected to direct impingement of flame.
46. EN 13163-2008 Thermal insulation products for buildings — Factory made products of expanded polystyrene (EPS). Specification.
47. ГОСТ 16337-85 Полиэтилен высокого давления Введ. 1985-01-01.- Москва : Изд-во стандартов, 1985.- 38с.
48. Ушков, В.А. Распространение пламени по поверхности строительных пенопластов [Текст]/ В.А. Ушков, В.М. Лалаян, Е.В. Сокорева. // Пожаровзрывобезопасность. 2013.-Т.22.- №2.-С. 23-28.
49. Гладилин Д.А. Пенотерм® - Новый материал для виброшумоизоляции [Текст] / Строительные материалы. 2004. № 10. С. 27.
50. Технические условия 6-55-26-89 Е Листы пенополиэтиленовые марок ППЭ-Р и ППЭ-РЛ. Введ. 01.01.1990.- Москва : Изд-во стандартов, 1990.- 25с.
51. Технические условия 2244-002-53254732-2007 Изоляционный материал на основе несшитого пенополиэтилена под торговой маркой «Петрофом». Введ. 01.01.2007г. Москва : Изд-во стандартов. 2009.- 36с.
52. Технические условия 2291-050-00203387-99 Листы пенополиэтиленовые марки "Вилатерм" Введ. 01.01.1999 г. Москва : Изд-во стандартов. 2009.- 36с.
53. Технические условия 2244-069-04696843-00 «ЭНЕРГОФЛЕКС» Изделия из пенополиэтилена. 03.01.2000г.
54. Дементьев, А.Г. Деформирование химически сшитого пенополиэтилена. Термическое деформирование пенополиэтилена [Текст] / А.Г. Дементьев, Г.Н. Матюхина, А.В. Панкратов. // Пластические массы. 2013. № 4. С. 8-12.
55. Лебедев, А.Ю. Исследование карбонизованных остатков термопластичных и терморезистивных материалов при экспертизе пожаров на транспорте [Текст]. дис. ... канд. тех. наук / А.Ю. Лебедев; Петербургский гос. ун-т Гос. противопожарной службы МЧС РФ – Санкт-Петербург, 2012. – 159 с.

56. Герасименя, В.П. Новое поколение карбамидных теплоизоляционных пенопластов [Текст] / В.П. Герасименя, К.З. Гумаргалиева, А.Г.Соловьев и др.//Строительные материалы, 1996.- №6. – С.17-19.
57. Мубаракшина, Л.Ф. Модификация карбамидных пенопластов промышленными отходами [Текст] / Л.Ф. Мубаракшина, Л.А. Абдрахманова, В.Г. Хозин // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2007. № 2 (8). С.68-72.
58. Петров, Г.С, Термореактивные смолы и пластические массы [Текст] / Г.С. Петров, А.И. Левин.- Москва, Госхимиздат, 1959г.-231 с.
59. Герм.пат. 636658 (1933).
60. BaumannH., «Kunststoffe», 1958, Bd. 48, S. 362—365.
61. Bender, N.Y. Handbook of Foamed Plastics. / N.Y. Bender.- Reinhold, 1964.-330 p.
62. Никулин, С.С. Композиционные материалы на основе бутадиен-стирольных каучуков [Текст] / С.С. Никулин, И.Н. Пугачева, О.Н. Черных.// Успехи современного естествознания. 2010. № 2. С. 106-110.
63. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Технология переработки пластических масс и эластомеров" / [Кербер М. Л. и др.] ; под общ. ред. Берлина А. А.. Санкт-Петербург, 2008.
64. Горелик, Р.А. Минеральные наполнители резиновых смесей. / Р.А. Горелик, Р.Ш. Какабадзе, Л.А.- Уральский. - Москва: ЦНИИТЭнефтехим,1984г.- 55 с.
65. Панова Л.Г. Наполнители для полимерных композиционных материалов: учеб. Пособие [Текст] / Л.Г.Панова.-Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2010.- 68 с.
66. Магомедов, Г.М. Структурный анализ процесса стеклования дисперсно-наполненных нанокомпозитов на основе эпоксидного полимера

[Текст] / Г.М. Магомедов, М.Р. Магомедов, Г.В. Козлов // Материаловедение. 2011. № 3. С. 52-55.

67. Патент 2230760 Российская Федерация МПК⁷ C08L029/04 C08L003/00 C08K005/548 22.09.1999

68. Пыриков, А.В. Наполненные нанопорошками эпоксидные полимеры [Текст] / А.В. Пыриков, Золотарева В.Г. // Наноиндустрия. 2013. № 6 (44). С. 66-69.

69. Абакаров, С.А. Электропроводность эпоксидных полимеров, наполненных наночастицами SiO₂. [Текст] / С.А. Абакаров, Г.М. Магомедов, М.З.Р. Магомедов // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2007. № 1. С. 12-16.

70. Низамов, Р.К. Поливинилхлоридные материалы, наполненные тонкодисперсными отходами деревообработки [Текст] / Р.К. Низамов, Э.И. Нагуманова, Л.А. Абдрахманова, В.Г. Хозин // Строительные материалы. 2004. № 4. С. 14-16.

71. Дувакина, Н.И. Выбор наполнителей для придания специальных свойств полимерным материалам/ Н.И. Дувакина, Н.И. Ткачева // Пластические массы. 1989. № 11. С. 46-48.

72. Крыжановского, В.К. Технология полимерных материалов [Текст] / В.К. Крыжановского. - СПб.: Профессия, 2008. - 533 с.

73. Бабаевский, Л.Г. Наполнители для полимерных КМ: Справочное пособие [Текст] / Л.Г. Бабаевский. - Москва: Химия, 1986. - 726 с.

74. Басов, Н.И. Контроль качества полимерных материалов [Текст] / Н.И. Басов, В.А. Любартович, С.А. Любартович. - Л.: Химия, 1990. 2-е изд., перераб., - 112с.

75. Зенитова, Л.А. Методические указания к курсу «Полимерное материаловедение» [Текст] / Л. А. Зенитова, Е.А. Сафиуллина, Т.Р. Цыганова. - КГТУ, Казань 2001г. - 123с.

76. Тугов, И.И. Химия и физика полимеров [Текст] / И.И. Тугов, Г.И. Костыркина. - Москва: Химия. 1991. - 260 с.

77. Липатов, Ю.С. Физико-химические основы наполнения полимеров [Текст] / Ю.С. Липатов.- Москва: Химия. 1991.- 260 с.
78. Полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс] <http://p-km.ru/>
79. Малкина, А.Я. Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения [Текст] / А.Я. Малкина; -Л.: Научные основы и технологии, 2009.-736 с.
80. Симонов-Емельянов, И.Д. Принципы создания композиционных материалов [Текст] / И.Д. Симонов-Емельянов, В.Н. Кулезнев; Москва: МИТХТ. 1986.-86с.
81. Кац, Г.С. Наполнители для полимерных композиционных материалов [Текст] / Г.С. Каца, Д.В. Микевски. Москва: Химия,-1981. -736 с.
82. Трофимов, Н.Н. Физика композиционных материалов [Текст] / Н.Н. Трофимов, М.З. Канович, Э.М. Карташов и др.; Москва : Мир, -2005, т.1,2.-446с.
83. Polymer Nanocomposites. Processing, Characterization, and Applications. Joseph H. Koo, Ed. 2006 McGrawHill Companies, Inc. Functional Fillers for Plastics. Edited by M. Xanthos. 2005 WILEYVCH Verlag GmbH.
84. Долгов, О.Н. Кремнийорганические жидкие каучуки и материалы на их основе [Текст] / О.Н. Долгов, М.Г. Воронков, М.П. Гринблат.- Москва: Химия, 1975. - 112 с.
85. Кармин, Б.К. Химия и технология высокомолекулярных соединений [Текст] / Б.К. Кармин.-Москва: Том 6, 1975.-172 с.
86. Брык, М. Т. Деструкция наполненных полимеров [Текст] / М. Т. Брык.-Москва: Химия, 1980.-192 с.
87. Барахтенко В.В. Строительный композиционный материал на основе отходов поливинилхлорида и золы уноса теплоэлектростанций [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / В. В. Барахтенко ; СПб гос. арх-строи. ун-т. – СПб, 2014. – 236 с.
88. Гардымов, Г.П. Композиционные материалы в ракетно-космическом аппаратостроении [Текст] / Г. П. Гардымов, Е.В. Мешков. - СПб.: СпецЛит, 1999. - 271 с.

89. Грушин, С.С. Применение композитных материалов в судостроении [Текст] [Электронный ресурс] / С.С. Грушин, Н.С. Гуменюк // Материалы V Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». Режим доступа: URL: =<http://www.scienceforum.ru/2013/216/4603>

90. Суханов, А.В. Современные полимерные композиционные материалы в высокоэффективных конструкциях дорожной инфраструктуры [Текст] / А.В. Суханов, А.В. Асеев, В.И. Сисаури // Материалы научно-технического семинара «Применение акустических экранов при строительстве автомобильных дорог для снижения шума в жилой застройке». – Санкт-Петербург, Павловск, 17–19 декабря 2002 г.

91. Саматадзе, А.И. Формирование структуры и комплекса свойств полимерных композиционных материалов, получаемых из эмульсий на основе терморезистивных олигомеров [Текст]: дис. ... канд. хим. наук / А. И. Саматадзе; Московская гос. академия тонкой хим. техн. им. М.В. Ломоносова. – Москва, 2011. – 236 с.

92. Гуревич, Ю.Г. Структура и свойства композиционного инструментального материала, полученного из стружковых отходов чугуна и стали, после термомеханической обработки [Текст] / Ю.Г. Гуревич, Е.А. Чудинова // Вопросы материаловедения. 2013. № 2 (74). С. 148-152.

93. Дементьев А.Г. Структура и свойства газонаполненных полимеров [Текст] : дис. ... докт. тех. наук / А. Г. Дементьев; Всесоюз. науч. иссл. инст. синтетических смол – Москва, 1997. – 409 с.

94. Огнев, А.Ю. Полимерный композиционный материал на основе эпоксидной смолы, упрочненный многослойными углеродными нанотрубками [Текст] / А.Ю. Огнев, А.М. Теплых, В.А. Батаев и др. // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2009. № 4. С. 115-122.

95. Кабанов, В.А. Энциклопедия Полимеров. Полинозные волокна [Текст] / В.А. Кабанов.-Москва: Сов. Энци. 1974.-1032 с.

96. Екименко, А.Н. Разработка композиции армированного древесного пластика конструкционного назначения на матрице из вторичного поливинилхлорида [Текст] / А.Н. Екименко // Пластические массы. 2013. № 10. С. 61-64.

97. Кузнецов, А.А. Конструкционные термопласты как основа для самосмазывающихся полимерных композиционных материалов антифрикционного назначения [Текст] / А.А. Кузнецов, Г.К. Семенова, Е.А. Свидченко// Вопросы материаловедения. 2009. № 1 (57). С. 116-126.

98. Справочник по пластическим массам [Текст] / под ред. В. Н. Катаева, 2 изд., т. 1-2, М., 1975.- 365с.

99. Крючков, Ф.А. Спектральный анализ эластичных полиуретанов [Текст]/ Ф.А. Крючков, Ю.И. Юркин, Е.А. Петров // Пластические массы.- 1978, № 8, с.34-36.

100. Хаддад Джурджос Теплоизоляционные пенопласты на основе карбамидных смол с активированными наполнителями. [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / Хаддад, Джурджос; Центр. научно-исслед., проектный и конструкторско-технологический инст. легких мет. констр.-Москва, 1995. – 117 с.

101. Тараканов, О.Г. Наполненные пенопласты [Текст] / О.Г. Тараканов.- Москва: Химия, 1988,-216с

102. Умеркин, Г.Х. Перспективы применения в практике изготовления теплопроводов высоконаполненных пенополимеров [Текст] / Г.Х. Умеркин, В.А. Копцов, М.Е. Мишин // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2009. № 9. С. 18-20.

103. Абдрахманова, Л.А. Модифицированные жесткие пенополиуретаны для теплоизоляции [Текст] / Л.А. Абдрахманова, И.А. Старовойтова, В.Г. Хозин // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. № 6. С. 25-29.

104. Сиротинкин, Н.В. Получение наполненных жестких пенополиуретанов для теплоизоляционных покрытий [Текст] / Н.В. Сиротинкин, Н.Ф. Бударин, Е.В. Санатин // Журнал прикладной химии. 1998. С. 2065-2066.

105. Успенская, М.В. Композиции на основе полых стеклосфер и пенополиуретанов [Текст] / М.В. Успенская, Н.В. Сиротинкин, С.В. Яценко // Журнал прикладной химии. 2005. Т. 78. № 5. С. 846-850.

106. Мольков, А.А. Трудногорючий наполненный пенополиуретан [Текст] / А.А. Мольков // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2008. № 1. С. 12.

107. Рюткянен Е.А. Композиционный теплоизоляционный пенополиуретан пониженной горючести [Текст] / Е.А. Рюткянен, Н.В. Сиротинкин, Ю.Н. Бельшина // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". 2012. № 1. С. 42-46.

108. Патент № 2268899, Российская Федерация МПК⁷, C08G018/08; C08G018/48, 28.08.1990.

109. Патент № 2336283, Российская Федерация МПК⁷, C08G018/08; C08G018/48; C08J009/08, 10.04.2007.

110. Патент № 2123013, Российская Федерация МПК⁷, C08G18/02; C08L75/04; C08K3/40; C04B26/02, 27.06.2002.

111. Патент № 2226202, Российская Федерация МПК⁷, C08L075/04; C08J009/32, 10.10.1998.

112. Патент № 2257393, Российская Федерация МПК⁷, C08G018/08; C08J005/10, 20.04.1993.

113. Патент № 2279414, Российская Федерация МПК⁷, C04B026/16; E04B001/76; C08J009/32; C08L075/04; C08K007/18, 17.09.1997.

114. Патент № 2411267 Российская Федерация МПК⁷, C08L61/24; C08J9/06, 10.02.2011.

115. Патент № 2140937 Российская Федерация МПК⁷, C08J009/06; C08J009/30; C08L061/24; C04B038/10, 15.10.89.

116. Герасименя, В.П. Карбамидные пенопласты становятся лучше [Текст] / В.П. Герасименя, Л.А. Соболев, Д.Г. Анисимов. и др. // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 4. С. 55.

117. Мубаракшина, Л.Ф. Формирование структуры химически наполненного карбамидного пенопласта [Текст] / Л.Ф.Мубаракшина, Л.А.Абдрахманова, А.В.Кашапов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 4. С. 248-253.

118. Мубаракшина, Л.Ф. Структура и свойства карбамидных пенопластов с химически активными наполнителями [Текст] / Л.Ф.Мубаракшина, Л.А.Абдрахманова, В.Г.Хозин // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2008. № 6. С. 46-50.

119. Патент № 1505909, Российская Федерация МПК⁷, C04B26/12, 07.09.1989.

120. Патент № 2140938, Российская Федерация МПК⁷, C08J009/06; C08J009/30; C08L061/24; C04B038/10, 14.11.89.

121. Патент № 1377270, СССР МПК⁷, C04B38/08, 29.02.88.

122. Патент № 1807996, Российская Федерация МПК⁷, C08J9/06, 07.04.93.

123. Патент № 1790581, Российская Федерация МПК⁷, C08L61/24; C08J9/06, 27.02.2007.

124. Canada Patent № 3383338 Heinz. L. Method of producing urea formaldehyde foams and process of making same, 1968.

125. Патент № 2230080, Российская Федерация МПК⁷, C08L61/24; C08K5/5333; C08K3/26; C08K3/18; C08K13/02, 23.11.2001.

126. Patent US 3979341 A. C08J 9/30; C08L 61/24. 1976.

127. Патент № 971842, СССР. МПК⁷, C08J9/06; C08L61/10 . 07.11.1982

128. Patent Germany №4227536.

129. Патент № 812796А, СССР. МПК⁷, C08J9/04; C08L61/10. 15.03.1981.

130. Николаев, Ф.А. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе [Текст] / Ф.А.Николаев.- Москва, Химия. 1964.-779 с.

131. Патент №2122554, Российская Федерация, C08L61/10; C08K13/02; C08J9/06; C08L61/10; C08L83/10; C08K13/02; C08K3/20; C08K5/23; C08K5/3467, 27.11.1998.

132. Воробьев, В.А. Полимерные теплоизоляционные материалы [Текст] / В.А. Воробьев, Р.А. Андрианов.- Москва, Стройиздат, 1972.-222с.
133. Вредные вещества в промышленности, т. 3, Справочник для химиков, инженеров и врачей. Под общей ред. Н.В. Лазарева и И.Д. Гадаскиной. Изд. 7-ое, Л., Химия, 1977.
134. Патент № 535323, СССР, С 08L 61/10//; С 08К 5/29, 19.04.77.
135. Патент № 896009, СССР, С 08 Х 9/06; С 08 L 61/10, 10.01.82.
136. Патент № 1698262, СССР, С08L61/10; С08J9/06, 15.11.88.
137. Патент № №1775417, Российская Федерация МПК7, С08L61/10; С08К5/21, 15.11.1992;
138. Патент № №1645317, Российская Федерация С08К5/06; С08К3/20; С08К3/08; С08J9/06, 15.11.1992.
139. Гуреев, С.С. Получение композиционных полимерных материалов заданного качества [Текст]/ С.С. Гуреев, П.В. Макеев, А.С. Клинков // Молодой ученый.- 2011.-№1.-С. 22-24.
140. Волченко Е.Ю. Полимерно-песчаные композиции на основе вторичных полимерных материалов, наполненные инструментальными отходами машиностроения. [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / Волченко Е.Ю. Волг. гос. арх-стр. ун-т. Волгоград, 2012. – 154 с.
141. Кононенко, А.С. Наполнители для полимерных материалов [Электронный ресурс] / А.С. Кононенко // Сет. научн.-метод. электрон. Агржурнал МГАУ.–2010.–№16.–Режим доступа: <http://agromagazine.msau.ru/index.php/-16/articles/650-kononenko.html>
142. Бурдонов, А.Е. Кинетические особенности вспенивания терморезактивных полимеров при получении теплоизоляционных материалов в присутствии минерального наполнителя [Текст]/ А.Е. Бурдонов //Инженерно-строительный журнал. 2014 #3(47). С. 9–16.
143. Липатова. Ю.С. Физикохимия многокомпонентных полимерных систем [Текст] / Ю.С. Липатов.- Киев: Наук. Думка. 1986.-376 с.

144. Кахраманлы, Ю.Н. Прочностные свойства несовместимых полимерных смесей на основе полиамида и полистирола [Текст] / Ю.Н. Кахраманлы, Я.М. Билалов, А.Г.Азизов //Пластические массы. 2012. № 2. С. 7-11.
145. Кахраманов, Н.Т. Влияние различных ингредиентов на свойства полимерных смесей на основе полиамида и полиуретана [Текст]/ Н.Т. Кахраманов, Р.Ш. Гаджиева, А.М.Гулиев //Пластические массы. 2013. № 12. С. 9-13.
146. Берлин, А.А. Основы адгезии полимеров [Текст] / А.А.Берлин, В.Е.Басин.- Москва: Химия, 1969.- 320 с.
147. Петров, А.В. Влияние дисперсности частиц железа на межфазное взаимодействие в полимерных композитах [Текст]/ А.В. Петров, А.А. Мотыхляев, Т.В. Терзиян // Сборник научных трудов Sworld. 2011. Т. 38. № 4. С. 33-35
148. Галеева, А.И. Межфазное взаимодействие в системе лиотропный жидкий кристалл - полимерный ориентант [Текст] / А.И. Галеева, Е.Ю. Русакова, К.И. Ситдикова и др.// Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2012. № 2. С. 76-85.
149. Годовский, Ю.К. Теплофизические свойства полимеров [Текст]/ Ю.К.Годовский.- Москва: Химия, 1976.-216 с.
150. Физическая химия [Текст]/ под ред. К. С. Краснова.-3-е изд., испр.-М.: Высшая школа, 2001.- Т. 2.- 319 с.
151. Годовский, Ю.К. Теплофизика полимеров [Текст]/ Ю.К. Годовский.- Москва: Химия, 1982.- 280 с.
152. Polymer fire retardant: Пат. 54046/90 Австралия, МКИ5 С 08 К 013/02/ Green R.W.; Tag Investmens Inc. -№ 54046/90; Заявл. 30.03.1990; опубл. 23.12.1993. Flame retardant produced in Israel// Spec. Chem. 1993. v. 13, № 6.- p. 113.
153. Matériaux polymère résistants, difficilement combustibles, leur procédé de préparation et leur utilisation pour l'obtention d'articles difficilement combustibles : Заявка 2715662 Франция, МКИ6 С 08 К 3/22, Н 01 В 3/30/ Brault A., Bourdais C.; Soc. Acome.- № 9401157; Заявл. 02.02.1994; Опубл. 04.08.1995.

154. Miller B. Intumescent, FR efficiency pace flame retardant gains // *Plast. World*.1996. v. 54, № 12.- p. 44-46, 48-49
155. Flamtard grades feature dual-phase performance // *Mod. Plast.Int.* 1997.v.27, № 9.-p. 72, 74.
156. MineralischeAdditive// *Plastverarbeiter*. 1995, v. 46, № 10.- p. 267
157. Кодолов, В.И. Замедлители горения полимерных материалов [Текст] / В.И. Кодолов; Москва: Химия, 1980.-274 с.
158. Егоров, В.И. Измерение абсолютных концентраций гидроксила за фронтом плоского пламени метано-воздушных смесей [Текст] / В.И.Егоров, В.И.Ермоленко, О.Б. Рябиков // *ДАН СССР*. 1974. т. 215, № 2.- с. 370-372
159. Патент № 431180, СССР. МКИ С 08 F 15/40. 10.02.1986.
160. Жевлаков, А.Ф. Устройство для обнаружения и объемного тушения пожара и дымообразующий состав [Текст] / А.Ф.Жевлаков, И.А.Болодьян, А.С. Мелихов и др. // *Хим. волокна*. 1976. №5. С. 28-30.
161. Sommer, M. Schwerentflammbare GFK-Systeme // *Kunststoffe*. 2000. Bd. 90, № 6. P. 84-86.
162. Beyer G. Halogenfrei flame-geschutzeKabel // *GAK: Gummi, Fasern, Kunstst.*2000. Bd. 53, № 5. S. 325-330. US flameretardants // *Polym. News*. 2000. V. 25, № 8. P. 272.
163. Garsia-ZayasJesus.Materialescompuestos de matrizpolimerica y fasedispersametalica de granulometiareducida // *Met. y elec.* 1995. v. 59, № 671.-p. 55-64.
164. Лущейкин, Г.А. Методы исследования электрических свойств полимеров [Текст] / Г.А. Лущейкин.- Москва: Химия, 1979.- 160 с.
165. Сажина, Б.И. Электрические свойства полимеров [Текст]/Б.И. Сажина.- Л.: Химия. 1986.- 226 с.
166. Лущейкин, Г.А. Полимерные электреты [Текст] / Г.А. Лущейкин; Москва: Химия. 1984.- 184 с.
167. Гуль, В.Е. Структура и прочность полимеров [Текст]/ В.Е. Гуль. - Москва: Химия. 1978.- 350 с.

168. Тугов И.И. Химия и физика полимеров [Текст]/ И.И.Тугов, Г.И. Кострыкина.// Учебное пособие для вузов.-Москва: Химия, 1989.-432 с.
169. Гуль, В.Е. Структура и механические свойства полимеров [Текст]/ В.Е. Гуль, В.Н. Кулезнев; М.: Высшая школа. 1979.- 351 с.
170. Патент SU 207306307, СССР, C10G11/08, 10.02.1987.
171. Dogadkin, B.A. Reactions of carboxylated butadiene-styrene rubbers under the action of γ -radiation./ B.A.Dogadkin, I.M.Mladenov, I.A. Tumorskii. //Polymer Science U.S.S.R..1961. Т. 2. № 3.С. 240-246.
172. Lipatov, Yu.S., Geller T.E. Relaxation processes in polymer layers on a solid support./ Yu.S. Lipatov, T.E. Geller. // Polymer Science USSR.1967. Т. 9. № 1. С. 244-257.
173. Костюкова, Е.О. Вторичное использование промышленных отходов поливинилхлорида в качестве сырья для получения нового строительного материала в иркутском регионе [Текст] / Е.О.Костюкова, Е.В.Зелинская, В.В.Барахтенко // Промышленное производство и использование эластомеров. 2010. № 2. С. 30-36.
174. Соколов, С.И. Механизм процессов пленкообразования из полимерных растворах и дисперий [Текст] / С.И.Соколов; М., «Наука», 1967, №3, 517 с.
175. St. PierreL., ChahalR.,Am. Chem. Soc. PolymerPrepr., 1968, v.9. p. 101-105.
176. Пономарев, Ю.Е. Пенпласты на основе новолачных фенолформальдегидных олигормеров [Текст] / Ю.Е.Пономарев; Использование пенопластов в легких конструкциях.- Москва: ЦНИИСК им. Кучеренко, 1985.- 326с.
177. Панферов, А.А. Пособие по физико – механическим характеристикам строительных пенопластов и сотовых [Текст] / А.А.Панферов, В.М.Артюшина, А.И. Бобряшов-М., Стройиздат. 1977г.

178. Путляев, И.Н. Легкие полимербетоны объемной массой 350-600 кг/м³ на основе водорастворимых карбамидных смол [Текст] / И.Н.Путляев, Т.Т. Сыпченко // Вкн.: Перспективы применения бетонополимеров и полимербетонов в строительстве. М., 1976, с. 130-131.

179. Ребиндер, П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах [Текст] / П.А. Ребиндер.-М.: Наука, 1979.-387 с.

180. Глембоцкий, В.А. Флотация [Текст] / В.А.Глембоцкий, В.И. Классен.-Москва: Недра, 1973.- 384 с.

181. Патент № №2304600, СССР. МПК⁷, C09D005/02; C09D005/08, 30.09.1981.

182. Патент №2226202, Российская федерация. МПК⁷, C08L075/04; C08J009/32, 10.12.1998.

183. Черкасов, Н.М. Опыт применения изоляционных покрытий на основе нефтеполимера асмол для ремонта магистральных трубопроводов [Текст] / Н.М. Черкасов, И.Ф. Гладких, В.А. Филимонов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2010. № 1.-С. 3.

184. Алентьев, А.Ю. Связующие для полимерных композиционных материалов [Текст] / А.Ю. Алентьев, М.Ю. Яблокова.- Изд-во МГУ. г. Москва 2010 г.-70 С.

185. Варфоломеев, А.А. Фенолформальдегидные смолы, модифицированные лигнином. Новые аспекты реакции [Текст] / А.Д. Синегибская, А.Ф. Гоготов и др.// Химия растительного сырья. 2009. № 3. С. 11-16.

186. Угрюмов, С.А. Исследование эксплуатационных свойств фанеры на основе малотоксичной фенолформальдегидной смолы [Текст] / С.А.Угрюмов, А.В. Бунецкий // Энциклопедия инженера-химика. 2013. № 7. С. 24-27.

187. Федотов, А.А. Исследование влияния фенолформальдегидных связующих, модифицированных фурановым олигомером, на свойства древесностружечных плит [Текст]/ А.А. Федотов, С.А. Угрюмов. // Вестник Московского

государственного университета леса - Лесной вестник. 2014. № 2 (101). С. 122-126.

188. Raskin B.L., SPE Journal., 1691 v. 17, №3. P. 249.

189. Михайлин, Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы [Текст] / Ю.А. Михайлин.-СПб.: Профессия, 2006.-624 с.

190. Паспорт качества на «Смола фенолоформальдегидная вспенивающаяся марки ФРВ-1А». ТУ 6-05-1104-78.

191. Берлин, А.А., Пенополимеры на основе реакционноспособных олигомеров [Текст] / А.А.Берлин, Ф.А.Шутов.- Москва, Химия, 1978.- 296 с.

192. "Химическая энциклопедия" т.1 М.: Советская энциклопедия, 1988-стр. 507.

193. Огородников, С.К. Формальдегид [Текст] / С.К.Огородников.- Л.:Химия 1984.- 105с.

194. Орлова, Е.Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ [Текст]/ Е.Ю.Орлова.- Л.:Химия 1973.- 503с.

195. Рабинович, В.А. Краткий химический справочник [Текст]/ В.А.Рабинович, З.Я.Хавин.- Л.: Химия, 1977.-187с.

196. Сирота, А.Г. Синтез и отверждение фенолформальдегидных смол в присутствии дикарбоновых кислот. [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / А.Г. Сирота. М., 1959. 118 с.

197. Stark H. J., J. Am. Soc. Naval. Eng. / H.J. Stark, J. Am.- 1952, v. 66, № 3, p. 10-14.

198. Постников, Н.Н. Термическая фосфорная кислота: химия и технология [Текст]/ Н. Н. Постников. -М.: Химия, 1970.-303с.

199. Карапетьянц, М.Х. Общая и неорганическая химия [Текст] / М. Х. Карапетьянц, С.И. Дракин.- Москва: Химия. 1981. - 632 с.

200. Постников, Н.Н. Термическая фосфорная кислота, соли и удобрения на ее основе [Текст] / Н.Н. Постникова.- М., Химия, 1976.-336с.

201. Кост, А.Н. Общий практикум по органической химии [Текст] / А.Н. Кост.- Москва, 1965.-680с.

202. Keeney, P.G. Effect of some citrate and phosphate salts on stability of fat emulsion in ice cream./ P.G. Keeney. -J. Dairy Sci., 1962,45, №3, p. 430-431.

203. ВСН 220-86. Инструкция по теплоизоляции стыков наружных стеновых панелей методом заливки ФРП-1 [Текст].- Введ.31.10.1986 .- М.: Ордена Ленина Главное управление по жилищному строительству ГЛАВМОССТРОЙ при Мосгорисполкоме, 1987.- 32с.

204. Хежев, Т.А. Пенобетоны на основе вулканических горных пород [Текст] / Т.А.Хежев, Ю.В.Пухаренко, М.Н.Хашукаев // Строительные материалы. 2005. № 12. С. 55-58.

205. Хежев Т.А. Бесцементные бетоны с применением вулканических горных пород [Текст]/ Т.А. Хежев, Ю.В.Пухаренко, Х.А. Хежев.// Вестник гражданских инженеров. 2011. № 1. С. 107-11

206. Shen, Y. Calcium sulphoaluminate cements made with phosphogypsum: Production issues and material properties./ Shen, Y., Qian, J. , Chai, J., Fan, Y. //Cement and Concrete Composites. Volume 48, April 2014, Pages 67-74.

207. Mutuk, T.Analysis of mechanical properties of cement containing boron waste and rice husk ash using full factorial design. / Mutuk, T., Mesci, B. // Journal of Cleaner Production 2014.

208. Vani, C. Utilization of industrial waste to improve the strength of concrete./ Vani, C., Thirugnanam, G.S. //Pollution Research. Volume 32, Issue 3, 2013, Pages 651-654.

209. Пугин, К.Г. Строительство автомобильных дорог с использованием техногенных материалов [Текст] / К.Г. Пугин, В.С. Юшков // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. 2011. № 1. С. 35-43.

210. Шоева, Т.Е. Оптимизация процессов получения кирпичей из механоактивированного зольного вяжущего [Текст]/ Т.Е. Шоева, Ю.Д. Каминский // Естественные и технические науки. 2012. № 6. С. 605-607.

211. Новые конструкционно-теплоизоляционные материалы на основе скопа-отхода целлюлозно-бумажной промышленности. [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / Козлов И.А. Юж.-Ур. гос. ун-т, Челябинск, 2008.- 173с.
212. Овчаренко, Г.И. Шлаки в составе бетона: новые возможности [Текст] / Г.И. Овчаренко, Д.И. Гильмияров, А.В. Викторов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 10 (646). С. 14-19.
213. Уфимцев, В. М. Шлаки в составе бетона: новые возможности [Текст] / В. М. Уфимцев, Л. А. Коробейников // Технологии бетонов. - 2013. - N 1. - С. 46-49.
214. Al-Oqla, F.M. Natural fiber reinforced polymer composites in industrial applications: Feasibility of date palm fibers for sustainable automotive industry./ F.M. Al-Oqla, S.M. Sapuan // Journal of Cleaner Production Volume 66, 1 March 2014, Pages 347-354
215. Самсонов А.А., В.Ф. Брюшкова, Н. И. Безденежных, СибВТИ КФ, ОАО «Сибирский ЭНТЦ»
216. Козлов, Г.В. Некоторые аспекты механизма усиления нанокомпозитов типа полимер/органоглина [Текст] / Г.В. Козлов, А.Х. Маламатов, Ю.Г. Яновский // Механика композиционных материалов и конструкций. 2006. Т. 12. № 2. С. 181-188.
217. Машков, Ю.К. Моделирование контактного взаимодействия элементов системы "наполнитель - полимер" при различных условиях термообработки композиционного материала [Текст] / Ю.К.Машков, О.В.Кропотин, О.А.Мамаев и др. // Материаловедение. 2008. № 6. С. 13-20.
218. Заикин, А.Е. Оценка эффективности взаимодействия полимеров с поверхностью частиц нанонаполнителей [Текст] / А.Е.Заикин, Р.С.Бикмуллин, И.А. Горбунова // Журнал прикладной химии. 2007. Т. 80. № 6. С. 988-993.
219. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области за 2013 год. – Иркутск.: Изд-во ООО «Форвард», 2012. 400 с.

220. Зырянов, В.В. Комплексная технология переработки сухих зол уноса ТЭЦ [Текст] / В.В. Зырянов // Энергетика и промышленность России. – 2005. - № 5. – С.35-41.
221. Бахадырханов, М.К. Межпримесное взаимодействие серы и кобальта в кремнии [Текст] / М.К.Бахадырханов, Ш.И. Аскарлов, Н.О. Норкулов // Изв. РАН неорг. материалы, 1995, т. 31, № 11, с. 1400-1404.
222. Прокопец, В.С. Механоактивационная технология получения минерального вяжущего на основе кислых зол ТЭЦ [Текст] / В.С.Прокопец, Е.А. Бедрин.- Учеб.пособие.– Омск: Изд-воСи-бАДИ, 2003.-147с.
223. Языков, Е.Г. Минералогия техногенных образований: учебное пособие [Текст]/ Е.Г. Языков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк.–Томск: Изд-ва Томского политехнического университета, 2011. – 160с.
224. Корецкий, Д.С. Исследование возможности использования золы уноса как минеральной добавки в растениеводстве [Текст] / Д.С.Корецкий // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2011. № 1. С. 66-68.
225. Головина, Е.И. Изучение золы-уноса при сжигании антрацитовых углей методом рентгенофлуоресцентного анализа [Текст] / Е.И.Головина, Ю.И.Кураков, Н.П.Коновалов//Вестник Иркутского государственного технического университета. 2008. Т. 36. № 4. С. 256-257.
226. Пальгунов, П.П. Утилизация промышленных отходов [Текст]/ П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков.– М. Стройиздат, 1990. -352с.
227. Рамачандран, В.С. Добавки в бетон [Текст]/В.С. Рамачандран, Ф. Фельдман, М. Коллепарди и др.-Москва: Стройиздат, 1988. - 575 с.
228. Альперн, В.Д. Карбамидоформальдегидный пенопласт [Текст]/ В.Д. Альперн, Н.И. Бородкина, Л.А. Болдина. -М.: НИИТЭХИМ, 1984.-60 с.
229. Долгов, О.Н. Кремнийорганические жидкие каучуки и материалы на их основе [Текст]/ О.Н.Долгов, М.Г.Воронков, М.П.Гриаблат.- Москва: Химия.- 1975.-111с.
230. Bender J. Handbook of foamed plastics / J. Bender. N.Y., 1964, 330 p.

231. Зелинская, Е.В. К вопросу рециклинга золы уноса теплоэлектростанций [Текст]/ Е.В. Зелинская, Н.А. Толмачева, В.В. Барахтенко и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6.
232. Костюкова, Е.О. Технология получения инновационного строительного материала – «Пористой искусственной древесины» («ВИНИЗОЛ») В Иркутском регионе [Текст]/ Е.О. Костюкова, Е.В. Зелинская, В.В. Барахтенко // Фундаментальные исследования. – 2010. – № 8 – стр. 162-165.
233. Протокол результатов испытаний в центральной аналитической лаборатории БФ «Сосновгеология», г. Иркутск, 2012.-8с.
234. Лейдлер, К. Кинетика органических реакций [Текст] / К.Лейдлер. - Москва: Мир, 1966. - 349с.
235. Эмануэль, Н.М. Курс химической кинетики [Текст] / Н.М. Эмануэль, Д.Г. Кнорре.- Москва: Высш. шк., 1984. - 463с.
236. Шмид, Р. Неформальная кинетика [Текст]/ Р.Шмид, В.Н.Сапунов. - Москва: Мир, 1985. - 263с.
237. Alomayri, T. Effect of fabric orientation on mechanical properties of cotton fabric reinforced geopolymer composites./ T.Alomayri, F.U.Shaikh, , I.M.Low, // Materials and Design Volume 57, May 2014, Pages 360-365
238. Zhang, H.Y.Development of metakaolin-fly ash based geopolymers for fire resistance applications / H.Y.Zhang, V.Kodur, S.L.Qi // Construction and Building Materials Volume 55, 31 March 2014, Pages 38-45.
239. Михайлова, И.Г. Современные строительные материалы и товары. Справочник. [Текст] / И.Г. Михайлова, В.В. Васильев, К.А. Миронов - М: Эксмо 2007 - 576 с.
240. Михайлин, Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы [Текст]/ Михайлин Ю.А.-СПб.: Профессия, 2006.- 624 с.
241. Ершова, О.В. Исследование возможности совместной утилизации техногенных минеральных и полимерных отходов [Текст] / О.В.Ершова, Л.Г.Коляда, Л.В.Чупрова // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С.-206.

242. Самороков, В.Э. Использование микросфер в композиционных материалах [Текст]/ В.Э.Самороков, Е.В.Зелинская// Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. Т. 68. № 9. С. 201-205.

243. Теряева, Т.Н.Физико-химические свойства алюмосиликатных полых микросфер [Текст]/ Т.Н.Теряева, О.В.Костенко, З.Р.Исмагилов и др. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2013. № 5 (99). С. 86-90.

244. Староверов, В.Д. Зола ТЭС в цементах и бетонах [Текст]/ В.Д. Староверов // Научно-исследовательская работа студентов, аспирантов и молодых ученых СПбГАСУ: сб. научных трудов студентов, аспирантов и молодых ученых победителей конкурсов 2010 г. Вып. 6. – СПб.: СПбГАСУ, 2011. – С. 37–47.

245. Бурдонов, А.Е. Физико-механические характеристики композиционных материалов на основе отходов производства с различными рецептурами [Текст] / А.Е.Бурдонов, В.В.Барахтенко, Е.В.Зелинская и др.// Инженерно-строительный журнал. 2012. №9(35).С.14-22.

246. ВНТП 51-1-88. Ведомственные нормы технологического проектирования установок по производству и хранению сжиженного природного газа, изотермических хранилищ и газозаправочных станций (временные) [Текст].- Введ. ГУПОМВД СССР от 14.06.88 г. № 7/6/1232.-.-Москва: НИПИГазпереработка, №6, 1988.- 49с.

247. РД 51-1-95/ РД 39-135-94. Нормы технологического проектирования газоперерабатывающих заводов [Текст].-Введ. 1994-04-21.-М.: НИПИГазпереработка, №6, 1998.- 49с.

248. ВУПП-88. Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности[Текст].- Введ. 1989-08-17.- М.: Миннефтехимпром СССР, 1990.- 61с.

249. СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов [Текст].- Введ. 1998-03-01.- Москва: Бюллетень строительной техники N 6, 1998 год.- 49с.

250. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов [Текст].- Введ. 2003-11-01.- М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.- 56с.
251. Тугов, И.И. Химия и физика полимеров [Текст]/ И.И.Тугов, Г.И. Кострыкина.- Москва: Химия, 1989. — 432 с.
252. Патент FR №146907.МКП⁴ А45D44/10. 31.12.1996.
253. Лаппо, В.Г. Санитарно-гигиеническая характеристика полимерных материалов [Текст]/ В.Г. Лаппо, Т.В. Селаври, Э.И. Семенов. // Энциклопедия полимеров.1988.-С. 357.
254. Архитектурное материаловедение [Текст] : учеб. для вузов / В. Е. Байер. - Москва : Стройиздат, 1989. - 183 с.
255. Гусев, Б.В. Нормы предельно-допустимых концентраций для стройматериалов жилищного строительства [Текст]/ Б.В. Гусев, В. М.Дементьев //Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 1999, №5. С-7-12.
256. Копылев, Б.А. Руководство к практическим занятиям по общей химической технологии [Текст]/ Б.А.Копылев, Д.Г.Трабер, М.М.Сычев и др.- М.,Л.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1953. – 316 с.
257. Орешников, Д.А. Современный взгляд на проблему энергосбережения [Текст]/ Д.А. Орешников// Научные труды Вольного экономического общества России. 2011. Т. 151. С. 66-78.
258. Орешкин, Д.В. Эффективность применения тампонажных материалов с полыми стеклянными микросферами [Текст] / Д.В.Орешкин, Г.А. Белоусов // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. 2007. № 4. С. 33-41.
259. Облицов, А.Ю. Утилизация отходов обогащения алмазосодержащей породы с учетом специфики месторождения им М.В.Ломоносова [Текст] / А.Ю. Облицов // Записки Горного института. 2011. Т. 189. С. 141-145.
260. Горбунова, А.Г. Особенности загрязнения воздушного бассейна Астраханской области [Текст]// Монография [А. Г. Горбунова, Б. М. Насибулина, А. Н. Бармин] ; М-во образования и науки РФ, Астраханский гос. ун-т. Астрахань, 2012.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ПАСПОРТА НА ПОЛИМЕРНЫЕ СМОЛЫ



ЗАО ЗАВОД "ЮЖНЫЙ"
г. Дзержинск

ПАСПОРТ № 441

СМОЛА ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНАЯ ВСПЕНИВАЮЩАЯСЯ
марки ФРВ-1А

ТУ 6-05-1104-78

Продукция выпускается методом самоконтроля

Партия № 48 Тара кашемир
Масса нетто 40 кг Кол-во мест 2
Дата изготовления сентябрь 2012г

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

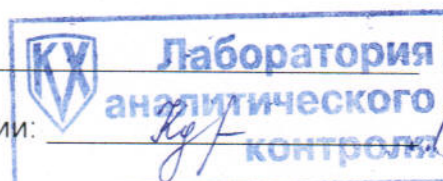
№	Наименование показателя	Норма по ТУ		Фактический результат
		Высший сорт	Первый сорт	
1	Внешний вид	Вязкая жидкость серебристого цвета		соответствует ТУ
2	Индукционный период	80-240	40-240	<u>230</u>
3	Кратность вспенивания, не менее	24	21	<u>31</u>
4	Вязкость условная, при 20°C по вискозиметру ВЗ-246 (сопло диаметром 6 мм), с, не более			
	- в момент изготовления	200	200	<u>57</u>
	- в течение гарантийного срока	450	450	
5	Массовая доля нелетучих веществ (сухого остатка), %, не менее	75	75	<u>76,3</u>
6	Массовая доля свободного фенола, %, не более	11	11	<u>8,5</u>

Примечание: По согласованию с потребителем допускается поставка смолы с массовой долей свободного фенола не более 14% (кроме смолы высшего сорта)

Заключение: Смола фенолоформальдегидная вспенивающаяся марки ФРВ-1А партия № 48 соответствует ТУ 6-05-1104-78 и признана годной

Начальник цеха: _____

Начальник лаборатории: _____





ЗАО ЗАВОД "ЮЖНЫЙ"
г. Дзержинск

ПАСПОРТ *№444*

СМОЛА ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНАЯ ВСПЕНИВАЮЩАЯСЯ
марки ФРВ-ЭМ

Партия № *49*

Тара *1/2 канистра*

Масса нетто *20*

Кол-во мест *1*

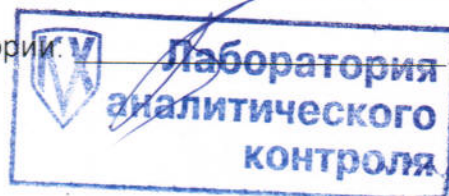
Дата изготовления *13.09.2012*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

№	Наименование показателя	Фактический результат
1	Внешний вид	<i>Жидкость красно-коричневый цвет</i>
2	Вязкость условная, при 20 ⁰ С по вискозиметру ВЗ-246 (сопло диаметром 6 мм), с,	<i>73</i>
3	Массовая доля нелетучих веществ (сухого остатка), %,	<i>77,5</i>
4	Массовая доля свободного фенола, %	<i>8,8</i>
5	Массовая доля свободного формальдегида, %	<i>3,1</i>
6	Водородный показатель (рН среды)	<i>6,32</i>

Начальник цеха: _____

Начальник лаборатории: _____





ЗАО ЗАВОД "ЮЖНЫЙ"

г. Дзержинск

ПАСПОРТ №443

Продукт
ВАГ-3

ТУ 2257-041-10687966-99

Продукция выпускается методом самоконтроля

Партия № 22 Тара кашемира
Масса нетто 40 кг Кол-во мест 1
Дата изготовления сентябрь 2012г

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

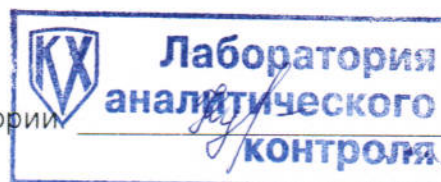
№	Наименование показателя	Норма по ТУ	Фактический результат
1	Внешний вид	Жидкость от желтого до коричневого цвета	соответствует ТУ
2	Плотность при (20±0,2) °С, г/см ³	1,39-1,43	1,420
3	Кислотное число, мг, КОН/г продукта	225-265	254,0

Заключение: Продукт ВАГ-3 партия № 22 соответствует

ТУ 2257-041-10687966-99 и признана годной

Начальник цеха: _____

Начальник лаборатории



Красфор PF

Костромька

Валентица

Павловна

8-391-29-47-426

Химическая характеристика:

Фенолоформальдегидная смола

Назначение:

Продукция для производства теплоизоляционных изделий на основе базальтового волокна (мин. ваты) и др.

Спецификация:

		Нормы по ГУ 2221-001-57327028-2007	
		немодифицированная, Красфор PF-22	модифицированная, Красфор PF-23
Внешний вид		Однородная прозрачная жидкость от светло-коричневого до темно-коричневого цвета	Однородная прозрачная жидкость от красновато-коричневого до темно-вишневого цвета
Массовая доля нелетучих веществ, не менее	%	38,0	48,0 – 52,0
Массовая доля свободного фенола, не более	%	1,5	1,5
Массовая доля свободного формальдегида, не более	%	11,0	0,8
Массовая доля щелочи, не более	%	-	1,2
Водородный показатель (pH)		8,0 – 8,8	8,0 – 9,0
Растворимость при 20°C в объемном отношении к технической воде, не менее		1 : 20	1 : 20

Плотность	гр/см ³	1,140 ± 0,005	1,165 ± 0,005
Гарантийный срок хранения при температуре 10-20°C, не менее	неделя	3	3

Результат анализа
08/2007 *Результат анализа*

4 недели

Прислан димеил из Ф. - Зуев

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗОЛЫ И УДЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЕРН

ПРОТОКОЛ № _____
 результатов испытания
 на _____1_____ листе(ах)

Метод испытания: (1.80) НСАМ №246-С
 Спектрограмма: № 38 от " " _____ 2009г.

№ п.п.	Опред. элемент	Содержание, размерность	Предел обнаруж.	12% 50% ПБУ 39				Номера проб
				1	2	3	4	
1	Si	%	0,0001	30	30	30	30	
2	Al	%	0,0001	6	6	8	8	
3	Mg	%	0,0001	1	2	1,5	1,5	
4	Ca	%	0,01	0,8	5	2	3	
5	Fe	%	0,0003	5	8	8	8	
6	Na	%	0,01	2	1	0,5	0,5	
7	K	%	0,5	-	-	-	-	
8	Mn	n.10 ⁻³ %	0,5	20	50	20	20	
9	Ni	n.10 ⁻³ %	0,1	3	8	10	10	
10	Co	n.10 ⁻³ %	0,1	0,8	4	4	4	
11	Ti	<u>10⁻³</u> %	1	200	200	150	200	
12	V	n.10 ⁻³ %	1	8	8	8	8	
13	Cr	n.10 ⁻³ %	1	6	6	8	8	
14	W	n.10 ⁻³ %	0,5	-	-	0,5	0,5	
15	Mo	n.10 ⁻³ %	1	0,4	0,8	1	1	
16	Zr	n.10 ⁻³ %	1	10	10	10	15	
17	Hf	n.10 ⁻³ %	1	-	-	-	-	
18	Nb	n.10 ⁻³ %	1	-	-	-	-	
19	Cu	n.10 ⁻³ %	0,1	5	5	6	6	
20	Pb	n.10 ⁻³ %	0,3	10	4	400	4	
21	Sb	n.10 ⁻³ %	2	-	-	-	-	
22	As	n.10 ⁻³ %	10	-	-	-	-	
23	Ge	n.10 ⁻³ %	0,1	0,5	0,3	1	1,5	
24	Bi	n.10 ⁻³ %	0,1	-	-	-	-	
25	Cd	n.10 ⁻³ %	1	-	-	-	-	
26	Ag	n.10 ⁻⁶ %	2	20	10	50	15	
27	Zn	n.10 ⁻³ %	3	6	8	15	10	
28	Sn	n.10 ⁻³ %	0,1	1	0,5	1	1	
29	Be	n.10 ⁻³ %	0,1	0,4	0,3	0,6	0,4	
30	Sc	n.10 ⁻³ %	0,3	0,6	0,6	0,5	0,5	
31	Ga	n.10 ⁻³ %	1	2	2	2	2	
32	Ce	n.10 ⁻² %	1	-	-	-	-	
33	La	n.10 ⁻³ %	3	4	4	5	5	
34	Y	n.10 ⁻³ %	1	3	3	4	5	
35	Yb	n.10 ⁻³ %	0,1	0,3	0,3	0,5	0,5	
36	P	n.10 ⁻² %	3	3%	3%	5	5	
37	U	n.10 ⁻² %	1	-	-	-	-	
38	Th	n.10 ⁻² %	1	-	-	-	-	
39	Ba	n.10 ⁻² %	0,2	-	2	1	1	
40	Sr	n.10 ⁻² %	0,5	4	40	5	5	
41	Li	n.10 ⁻³ %	1	10	8	15	10	
42	B	n.10 ⁻² %	1	1%	20	10	10	
43								
44								

Отбор проб проведен клиентом
 Элементы Ta, Pt, Au, Te, Tl, Hg, In, Gd не обнаружены
 Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения ЦАЛ не допускается.

Начальник ЦАЛ

М.С. Малюгин * Исполнитель

М.С. Малюгин



Клиент ИрГТУ
 Адрес Клиента г. Иркутск, Лермонтова, 83

Центральная аналитическая лаборатория
 БФ "Сосновгеология"

Аттестат аккредитации Федерального агентства
 по техническому регулированию и метрологии
 России номер РОСС RU. 0001.511544
действителен до 18 октября 2012 года
 664039, г. Иркутск, ул. Гоголя, д.53

ПРОТОКОЛ № _____
 результатов испытания
 на 1 листе(ах)

Метод испытания: (1.80) НСАМ №246-С
 Спектрограмма: № 38 от " " _____ 2009г.

№ п.п.	Опред. элемент	Содержание, размерность	Предел обнаруж.	Номера проб			
				778	778-4	778-6	778-7
1	Si	%	0,0001	30	30	15	20
2	Al	%	0,0001	8	8	5	6
3	Mg	%	0,0001	1	1	4	2
4	Ca	%	0,01	1,5	5	15	10
5	Fe	%	0,0003	4	5	15	8
6	Na	%	0,01	1,5	0,2	1	0,4
7	K	%	0,5	2	-	1	1
8	Mn	n.10 ⁻³ %	0,5	20	40	40	20
9	Ni	n.10 ⁻³ %	0,1	10	10	10	8
10	Co	n.10 ⁻³ %	0,1	5	4	4	2
11	Ti	n.10 ⁻³ %	1	200	200	150	30
12	V	n.10 ⁻³ %	1	10	8	4	3
13	Cr	n.10 ⁻³ %	1	10	8	5	8
14	W	n.10 ⁻³ %	0,5	0,5	-	-	-
15	Mo	n.10 ⁻³ %	1	0,8	1	1	0,8
16	Zr	n.10 ⁻³ %	1	15	20	20	10
17	Hf	n.10 ⁻³ %	1	-	-	-	-
18	Nb	n.10 ⁻³ %	1	-	-	-	-
19	Cu	n.10 ⁻³ %	0,1	6	5	10	10
20	Pb	n.10 ⁻³ %	0,3	3	3	3	2
21	Sb	n.10 ⁻³ %	2	-	-	-	-
22	As	n.10 ⁻³ %	10	-	-	-	-
23	Ge	n.10 ⁻³ %	0,1	0,6	1	0,6	0,8
24	Bi	n.10 ⁻³ %	0,1	-	-	-	-
25	Cd	n.10 ⁻³ %	1	-	-	-	-
26	Ag	n.10 ⁻⁶ %	2	20	10	40	10
27	Zn	n.10 ⁻³ %	3	30	10	15	15
28	Sn	n.10 ⁻³ %	0,1	0,5	0,3	0,3	0,4
29	Be	n.10 ⁻³ %	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2
30	Sc	n.10 ⁻³ %	0,3	0,6	0,6	-	0,5
31	Ga	n.10 ⁻³ %	1	2	2	1	1
32	Ce	n.10 ⁻² %	1	-	-	-	-
33	La	n.10 ⁻³ %	3	4	4	-	-
34	Y	n.10 ⁻³ %	1	3	3	1,5	2
35	Yb	n.10 ⁻³ %	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2
36	P	n.10 ⁻² %	3	-	-	5	5
37	U	n.10 ⁻² %	1	-	-	-	-
38	Th	n.10 ⁻² %	1	-	-	-	-
39	Ba	n.10 ⁻² %	0,2	3	2	8	5
40	Sr	n.10 ⁻² %	0,5	5	4	1%	60
41	Li	n.10 ⁻³ %	1	3	3	3	3
42	B	n.10 ⁻² %	1	10	10	30	20
43							
44							

Отбор проб проведен клиентом.

Элементы Ta, Pt, Au, Te, Tl, Hg, In, Gd не обнаружены.

Полная или частичная перепечатка протокола без разрешения ЦАЛ не допускается.

Начальник ЦАЛ

М.С. Малюгин

Начальник ЛЭСА
 Исполнитель

М.С. Малюгин



Заказчик :

Заявка № от " " 2011 г.

Заказ ЦАЛ № от " " 2011 г.

Исх. № от " " 2012 г.

Центральная аналитическая
лаборатория
БСП Сосновгеология
Аттестат аккредитации
Госстандарта России
№ РОСС RU.0001.511544
Действителен до 18.10.2012г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №
по определению удельной эффективной активности ЕРН
(ГОСТ 30108-94)

Объект исследования: ТЭЦ-6

Предприятие изготовитель:

Количество и расположение контрольных точек:

Акт отбора проб от

Метод измерений: Гамма-спектрометрический

Тип прибора: Низкофоновая гамма-спектрометрическая установка на базе "Гамма-плюс" № 030.
Блок детектирования -сцинтиблок на основе кристалла NaJ (TI) № 03551
размером 195*199 мм с колодцем d75*100 мм

Объем аналитической навески: 250 мл

Дата проведения измерений:

Номер навески	Удельная активность Бк/кг			Эффективная удельная активность (Аэфф.м) Бк/кг	Погрешность определения эффек. Удел. Активности Бк/кг
	²²⁶ РА	²³² Th	⁴⁰ K		
1	49	31	62		
2	49	30	59		
3	45	27	72		
4	43	32	56		
5	47	29	57		
Среднее:	47	30	61	97	6
Абсолютные погрешности определения					
а) удельной активности	4	3	11		
б) эффективной удельной активности:	4	4	1		
Предел обнаружения удельной активности	6	3	30		
Заключение о классе материала:				Материал 1 (первого) класса	

Начальник ЦАЛ

Начальник ЯФЛ

Исполнитель



Малюгин М.С.

Малюгин В.М.

Малюгин В.М.

Заказчик :

Заявка № от " " 2011 г.

Заказ ЦАЛ № от " " 2011 г.

Исх. № от " " 2012 г.

Центральная аналитическая
лаборатория
БСП Сосновгеология
Аттестат аккредитации
Госстандарта России
№ РОСС RU.0001.511544
Действителен до 18.10.2012г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №
по определению удельной эффективной активности ЕРН
(ГОСТ 30108-94)

Объект исследования: ТЭЦ Усть Илимск

Предприятие изготовитель:

Количество и расположение контрольных точек:

Акт отбора проб от

Метод измерений: Гамма- спектрометрический

Тип прибора: Низкофоновая гамма-спектрометрическая установка на базе "Гамма-плюс" № 030.

Блок детектирования -сцинтиблок на основе кристалла NaJ (Тl) № 03551

размером 195*199 мм с колодцем d75*100 мм

Объем аналитической навески: 250 мл

Дата проведения измерений:

Номер навески	Удельная активность Бк/кг			Эффективная удельная активность Бк/кг	Погрешность определения эффек. Удел. Активности Бк/кг
	²²⁶ РА	²³² Th	⁴⁰ К		
1	139	61	171		
2	141	68	159		
3	148	69	137		
4	137	66	172		
5	142	69	147		
Среднее:	141	67	157	253	10
Абсолютные погрешности определения					
а) удельной активности	7	5	26		
б) эффективной удельной активности:	7	7	2		
Предел обнаружения удельной активности	6	3	30		
Заключение о классе материала:			Материал 1 (первого) класса		

Начальник ЦАЛ

Начальник ЯФЛ

Исполнитель



Малюгин М.С.

Малюгин В.М.

Малюгин В.М.



БАЙКАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ «СОСНОВГЕОЛОГИЯ»
Центральная аналитическая испытательная лаборатория (ЦАЛ)
Аттестат аккредитации Федерального агентства по техническому регулированию
и метрологии России № РОСС RU.0001.511544 (действителен до 18.10.2012 г.)

664039 г. Иркутск, ул. Гоголя, 53
ЦАЛ БФ «Сосновгеология» ФГУПП «Урангео» МПР и Э РФ
Телефон 8 (3952) 38-77-17 Начальник ЦАЛ
38-72-37 бухгалтерия БФ «Сосновгеология»
Факс: 8 (3952) 38-77-17
E-mail: sosna@irk.ru
malugin@irk.ru

Страница 1

ПРОТОКОЛ № _____ **2012 г.**
РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ
на 2 странице(ах)

Заказчик	НИ ИрГТУ	
Адрес заказчика	664074 г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83	
Заявка заказчика	б/н	от
Заказ ЦАЛ	№	от
Количество проб	по описи	1
	фактически	1
Исходящий номер	№	от
Объект испытания	Почва	
Отбор образцов	осуществлялся заказчиком	
Идентификация объекта испытаний	Порошковая проба Находится в пластиковом ведре	
Определяемый компонент	U(Ra), Th, K, Cs	
Единица измерения	уд. активность в бк/кг, масс. доля в %	
Метод испытания	Гамма-спектрометрический	
Методика испытания	(1.118) НСАМ №412-ЯФ, Методика предприятия. Гамма-спектрометрическое определение удельной активности цезия-137 в пробах почвы, воды, биомассе, продуктах их разложения и переработки.	
Навеска, мл	250	
Аппаратура	Низкофоновая гамма-спектрометрическая установка №1. Блок детектирования – сцинтиблок на основе кристалла NaJ (Tl) №03551 размером 195*199 мм с колодцем d 75*100 мм. Усилитель – БУИ-3К№1218. Анализатор – «Гамма-плюс» (трехвходовая плата "ПАРСЕК" с IBM PC 80486 DX2).	
Дата проведения испытаний	15.10.2012 г.	

№ № п/п	Номер пробы	Мас- са про- бы г	Удельная активность				Массовая доля		
			Ra226	Th232	K40	Cs137	Ra в ед. эквив. U	Th	K
			Бк/кг	Бк/кг	Бк/кг	Бк/кг	$1 \cdot 10^{-5}\%$	$1 \cdot 10^{-5}\%$	%
1	проба №4	211	175	138	239	<4	141	338	0,78
Предел обнаружения			6	3	30	4	5	7	0,12

Примечания:

1. Результаты приведены на воздушно-сухую навеску.
2. Погрешность определения соответствует нормам погрешности при определении по III категории точности.
3. Испытания выполнены без накопления радона.

Начальник ЦАЛ



М.С. Малюгин

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.
Копия протокола недействительна

ПРИЛОЖЕНИЕ В

АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ

Утверждаю
директор ООО «OZON»



Козюра К.Н.

Утверждаю
проректор ИрГТУ
по научной работе, профессор



Пешков В.В.

Акт

испытаний разработанной технологии производства теплоизоляционных материалов

В октябре 2012 года на ООО «OZON» проведены испытания разработанной в ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный технический университет» технологии получения новых огнестойких теплоизоляционных материалов на основе полимерного связующего и золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго».

Для заливки композиции использовались металлические формы объемом 4000 см³ для производства теплоизоляционных скорлуп на основе пенополиуретана. В ходе проведения испытаний использовались следующие компоненты: смола фенолформальдегидная ФРВ-1А – 36,8 %, смола карбамидоформальдегидная КФ-МТ-15 – 26,3 %, продукт ВАГ-3 – 15,8 % и зола уноса Усть-Илимской ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго» – 21,1 %.

В результате проведения испытаний получены образцы теплоизоляционного материала плотностью 86 кг/м³ и теплопроводностью 0,0431 Вт/(м*°С), содержащие до 21,1 % золы уноса Усть-Илимской ТЭЦ ОАО «Иркутскэнерго».

От ООО «OZON»

Директор Козюра К.Н.

Гл. технолог Батура И.И.

От ФГБОУ ВПО «ИрГТУ»

Профессор Е.В.Зелинская

Науч. сотрудник Н.А.Толмачева

Аспирант В.В.Барахтенко

Аспирант А.Е. Бурдонов

Аспирант В.Э. Самороков

Лаборант-исследователь А.В.Головнина

Лаборант-исследователь К.И.Власова

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

ООО «ЭКОСТРОЙИННОВАЦИИ»



Н.А. Толмачева

2013 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ИрГТУ по учебной
работе, профессор



Н.А. Буглов

2013 г.

Укрупненных испытаний производства теплоизоляционного композиционного материала на основе золы уноса ТЭЦ-9 ОАО

«Иркутскэнерго» и фенолформальдегидного полимерного связующего

В период с декабря 2012 по январь 2013 года сотрудниками кафедры Обогащения полезных ископаемых и инженерной экологии Иркутского государственного технического университета и ООО «Экостройинновации» проведены технологические испытания схемы производства теплоизоляционного композиционного пенопласта на основе термореактивных смол и золы уноса ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго».

Для эксперимента использовалась композиция: смолы фенолформальдегидные марок ФРВ-1А – 20,7% и ФРВ-ЭМ – 8,8%; продукт ВАГ-3 – 14,8%; зола уноса ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго» - 41,4%; петролейный эфир на базе бензиновых фракций 40-70°C - 4,1% и 70-100°C - 4,1%; ортофосфорная кислота - 4,1%; продукт ОП-10 - 2%. Заливка производилась в металлические и деревянные формы с металлическим каркасом для получения теплоизоляционных плит и скорлуп. В ходе выполнения укрупнённых испытаний был получен теплоизоляционный материал в объеме 50 м³ с содержанием золы уноса 41,4%, а так же различной плотности (от 32 м³ до 130 м³).

По результатам проведенных испытаний на базе ООО «Экостройинновации» рекомендовано организовать промышленное получение теплоизоляционного композиционного материала с

использованием отходов теплоэнергетики (золы уноса ТЭЦ-9 ОАО «Иркутскэнерго») в соответствии с ТУ 5760-002-90978809-2013.

От ООО «Экостройинновации»

Технический директор Н.А.Толмачева

Гл. технолог Куницын С.И.

От ФГБОУ ВПО «ИрГТУ»

Профессор Е.В.Зелинская


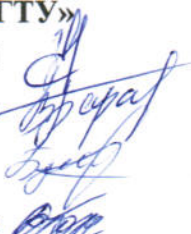
Аспирант В.В.Барахтенко

Аспирант А.Е. Бурдонов

Аспирант В.Э. Самороков

Лаборант-исследователь А.В.Головнина

Лаборант-исследователь К.И.Власова



ПРИЛОЖЕНИЕ Г
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ООО «ЭСТИ»

ОКП 57 6000

Группа Ж1
ОКС 91.100.60

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

ООО «ЭСТИ»



Н.А. Толмачева Н.А.Толмачева

"01" августа 2013 г.

Теплоизоляционный материал «Пенозол»

Технические условия

ТУ 5760-002-90978809-2013

Дата введения с 01.08.2013 г.

Иркутск, 2013 г.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Настоящие технические условия (далее – ТУ) распространяются на изделия из теплоизоляционного материала «Пенозол» (далее – материал, изделия), изготавливаемые методом заливки из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок.

Материал применяется как составляющая утепления стен, для теплоизоляции домов, для внутренней изоляции помещений, для изоляции трубопроводов, а также в бытовом строительстве для утепления и изоляции балконов, лоджий, подвалов и т.п.

Температура эксплуатации материала – от минус 50 до плюс 300°С.

Настоящие ТУ устанавливают основные технические требования к изделиям, а также требования к упаковке, маркировке, транспортированию и хранению, методы контроля качества, требования безопасности.

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящих ТУ, приведен в приложении А.

Обозначение изделий при заказе или в другой документации должно содержать:

- наименование изделия;
- размеры – по каталогу предприятия-изготовителя;
- номер настоящих ТУ.

Допускается при заказе указывать дополнительную информацию.

Инв. № подл.	Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 5760-002-90978809-2013		
Инв. № подл.	Разраб.					Лит	Лист	Листов
	Пров.						2	16
	Т. контр.					Технические условия		
	Н. контр.							
	Утв.							

1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1 Общие требования

1.1.1 Изделия должны соответствовать требованиям настоящих технических условий и изготавливаться по технологическому процессу, утвержденному в установленном порядке, с соблюдением санитарных норм и правил.

1.1.2 Изделия должны выпускаться в виде прямоугольных плит толщиной 50 или 100 мм и в виде скорлуп для изоляции труб диаметром 90 и 120 мм.

1.1.3 Изделия в виде плит изготавливаются различными размерами с максимальным размером стороны - 6 м. Изделия в виде скорлуп изготавливаются различных форм с максимальной длиной - 1 м.

1.1.4 Предельные отклонения геометрических размеров от номинальных размеров плит не должны превышать значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Значение, мм
По размеру стороны:	
- до 1000 мм включ.;	± 5
- свыше 1000 мм до 2000 включ.;	$\pm 7,5$
- свыше 2000 мм до 6000 включ.;	± 10
По толщине:	
- до 50 мм ;	± 2
- свыше 50 мм	± 3

1.1.5 Предельные отклонения толщины стенки скорлуп - не более ± 2 мм.

1.1.6 Изделия должны иметь правильную геометрическую форму.

1.1.7 Кромки изделий должны быть прямолинейными.

1.1.8 Торцы мерных отрезков должны быть ровно отрезаны под прямым углом к их оси и не должны иметь заусениц и других неровностей.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

1.1.9 На поверхностях изделий не допускаются трещины, царапины, обломы краёв и рёбер, какие либо загрязнения, видимые невооружённым глазам с расстояния 1 м.

1.1.10 На поверхности изделий не допускаются выпуклости или впадины длиной более 50 мм, шириной более 3 мм и высотой (глубиной) более 5 мм.

1.1.11 В плитах допускается притупленность ребер и углов глубиной не более 5 мм от вершины прямого угла.

1.1.12 Отклонение от плоскостности грани плиты не должно быть более 3 мм на 500 мм длины грани.

1.1.13 Разность диагоналей плит не должна превышать:

- 5 мм для плит длиной до 1000мм;
- 7 мм для плит длиной свыше 1000 мм до 2000 мм;
- 13 мм для плит длиной свыше 2000 мм.

1.1.14 Скорлупы труб должны иметь гладкую наружную поверхность. Допускаются незначительные продольные полосы и волнистость, не выводящую толщину стенки скорлупы за пределы допускаемых отклонений. На наружной, внутренней и торцевой поверхностях скорлуп не допускаются пузыри, трещины, раковины, посторонние включения. Торцы скорлуп не должны иметь заусенцев.

1.1.15 Показатели физико-механических свойств изделий должны соответствовать нормам, указанным в таблице 2.

1.1.16 Гигиенические характеристики изделий должны соответствовать требованиям СанПиН 2.1.2.729.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 5760-002-90978809-2013					

Таблица 2

Показатель	Значение
1. Плотность, кг/м ³	80-130
2. Прочность на сжатие при 10% линейной деформации, МПа	0,18 - 0,20
3. Предел прочности при изгибе, МПа	0,60-0,65
4. Теплопроводность при (25±5)°С, Вт/(м·К)	0,035 – 0,045
5. Сорбционная влажность, %, не более	14
6. Кислотное число, мгКОН/г, не более	1,2
7. Изменение длины после нагрева при 110°С, %, не более	0,2

Таблица 3

Показатель	Значение
1. Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	350
2. Изменение длины после нагрева при 110°С, %, не более	3
3. Стойкость при температуре 80°С и постоянное внутреннее давление, ч, не менее	1000 при начальном напряжении в стенке трубы 3,2 МПа

1.2 Требования к материалам

1.2.1 Для изготовления изделий должны применяться:

- зола уноса ГОСТ 25818;
- смола ФРВ-1А ТУ 2257-013-78710702-2007;
- смола ФРВ-ЭМ ТУ 6-05-1104;
- отвердитель ВАГ-3 ТУ 2257-041-10687966;

1.2.2 Материалы должны соответствовать требованиям действующих нормативных и технических документов.

1.2.3 Материалы, приобретаемые для изготовления, должны иметь сертификаты соответствия или другие документы, подтверждающие качество и безопасность, а также санитарно-эпидемиологические заключения и сертификаты пожарной безопасности.

1.2.4 Перед применением материалы должны пройти входной контроль в порядке, определенном на предприятии-изготовителе. Проверку

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

соответствия применяемых материалов производят путем сличения маркировки или данных, приведенных в сопроводительной документации предприятий-поставщиков материалов, с требованиями технологической документации. Проверяется также наличие документов, подтверждающих качество поставляемых материалов, а также сертификатов пожарной безопасности, гигиенические заключения и прочие документы, предусмотренные законодательством на данный вид продукции.

1.3 Требования к упаковке

1.3.1 Изделия поставляют упакованными в транспортные пакеты. При формировании пакета должны соблюдаться правила перевозки грузов, утвержденные соответствующими ведомствами, и требования настоящего стандарта.

1.3.2 Транспортные пакеты должны быть упакованы в полиэтиленовую термоусадочную пленку по ГОСТ 25951.

1.3.3 Допускаются другие способы упаковки, обеспечивающие стабильность формы пакета и сохранность при транспортировании и погрузо-разгрузочных работах.

1.3.4 Конструкция упаковки на конкретный вид изделий должна быть разработана предприятием-изготовителем и утверждена в установленном порядке.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

1.4 Требования к маркировке

1.4.1 Маркировку продукции наносят на каждую единицу упаковки.

1.4.2 Маркировка должна производиться светоустойчивой, влагостойкой краской на упаковке или на бирках из фанеры, жести или картона, прикреплённых к упаковке изделий.

1.4.3 Маркировка должна содержать:

- наименование предприятия-производителя и (или) его товарный знак, адрес;
- наименование продукции;
- дату изготовления (месяц, год);
- количество изделий в упаковке;
- массу продукции в упаковке, кг.

1.4.4 Допускается вносить в маркировку дополнительные сведения.

1.4.5 Маркировка должна быть чёткой и легко читаемой. Способ нанесения маркировки должен обеспечивать её сохранность при транспортировании и хранении.

1.4.6 Транспортная маркировка по ГОСТ 14192.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.1 Продукция соответствует требованиям пожарной безопасности:

- группа горючести – Г1 по ГОСТ 30244;
- группа воспламеняемости – В2 по ГОСТ 30402;
- коэффициент дымообразования – Д1 по ГОСТ 12.1.044;
- группа токсичности продуктов горения – Т2 по ГОСТ 12.1.044-89

2.2 Продукция, изготовленная в соответствии с требованиями настоящих ТУ, не представляет опасности жизни и здоровью людей и не влияет на окружающую среду при её хранении, транспортировании, эксплуатации и утилизации.

2.3 Требования безопасности технологического процесса при производстве изделий должны соответствовать ГОСТ 12.3.002.

2.4 Требования безопасности при переработке полимерных материалов должны соответствовать ГОСТ 12.3.030.

2.5 Производство изделий необходимо выполнять в производственных помещениях, оборудованных местной вытяжной и общеобменной вентиляцией. Предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 12.1.005.

2.6 Работники, занятые производством, должны быть обеспечены индивидуальными и коллективными средствами защиты по ГОСТ 12.4.011.

2.7 Технологические процессы должны исключать загрязнение воздуха, почвы и водоемов вредными веществами, перерабатываемыми материалами и отходами производства выше норм, утвержденных в установленном порядке.

2.8 При утилизации отходов производства необходимо соблюдать требования СанПиН 2.1.7.1322.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

3 ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

3.1 Изделия принимают партиями. Партия должна состоять из изделий одного типа и одинаковых номинальных размеров. Размер партии устанавливают в объеме суточной выработки на одной технологической линии или в объеме одного заказа.

3.2 Качество изделий проверяют путем проведения приемо-сдаточных и периодических испытаний на соответствие требованиям настоящих ТУ.

3.3 Приемочно-сдаточным испытаниям подвергается каждая партия изделий.

3.3.1 Для испытания отбирают изделия из партии методом случайного отбора. Количество изделий для контроля - не менее пяти.

3.3.2 При приемочно-сдаточных испытаниях проверяют:

- габаритные размеры;
- значения отклонений от геометрических размеров;
- внешний вид, качество поверхностей, кромок и торцов;
- соответствие маркировки;
- соответствие упаковки.

3.3.3 При получении неудовлетворительных результатов приемочно-сдаточных испытаний хотя бы по одному показателю проводят повторные испытания на удвоенном количестве продукции, взятом от той же партии. Результаты повторных испытаний являются окончательными и распространяются на всю партию. При неудовлетворительных показателях партия подлежит сплошной разбраковке.

3.3.4 Периодические испытания проводят не реже одного раза в 6 месяцев.

3.3.5 При периодических испытаниях проверяют физико-механические характеристики.

3.3.6 Для испытания отбирают изделия разных видов методом

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ТУ 5760-002-90978809-2013	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

случайного отбора.

3.3.7 При получении неудовлетворительных результатов хотя бы по одному показателю по нему проводят повторный контроль удвоенного количества образцов от той же партии. В случае неудовлетворительных результатов проверки партия продукции приемке не подлежит.

3.4 При постановке новой продукции на производство или при изменении состава и наименования материалов, применяемых для изготовления продукции, проводятся испытания новых образцов:

- на физико-механические характеристики;
- на соответствие требованиям пожарной безопасности.

3.5 Результаты испытаний оформляют в установленном на предприятии-изготовителе порядке.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ТУ 5760-002-90978809-2013				Лист
				10

4 МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

4.1 Общие требования

4.1.1 Испытания проводят в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150:

- температура - $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха – $(45 - 80) \%$;
- атмосферное давление – $(84,0-106,7)$ кПа или $(630-800)$ мм рт.ст.

4.1.2 Средства измерений, применяемые при испытаниях, должны соответствовать нормативным документам на конкретные виды средств измерений.

4.2 Методы контроля

4.2.1 Геометрические параметры изделий контролируют с помощью штангенциркуля по ГОСТ 166, металлической рулетки по ГОСТ 7502, измерительной линейки по ГОСТ 427.

4.2.2 Измерения геометрических параметров производятся в соответствии с требованиями ГОСТ 26433.1.

4.2.3 Внешний вид и качество поверхностей следует контролировать визуально.

4.2.4 Соответствие маркировки проверяют визуально.

4.2.5 Соответствие упаковки проверяют визуально.

4.2.6 Плотность, прочность на сжатие, предел прочности при изгибе, сорбционное увлажнение и кислотное число определяют по ГОСТ 17177.

4.2.7 Теплопроводность определяют по ГОСТ 7076.

4.2.8 Изменение длины после нагрева при 110°C и выдержки в течение 20 ч определяют по ГОСТ 20989.

4.2.9 Пожарную безопасность определяют по ГОСТ 30244, ГОСТ 30402. ГОСТ 12.1.044.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

5.1 Изделия транспортируют всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

5.2 Условия перевозки должны исключать возможность механических повреждений и загрязнений.

5.3 Хранение изделий допускается в отапливаемых помещениях не ближе 1 м от приборов отопления или в неотапливаемых помещениях.

5.4 Допускается кратковременное хранение продукции в заводской упаковке на открытом воздухе при условии защиты её от непосредственного воздействия климатических факторов.

5.5 При транспортировании и хранении продукции укладка упакованной продукции должна производиться не более чем в три яруса транспортных пакетов.

5.6 Разгрузка продукции сбрасыванием и перемещение волочением – не допускаются.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 5760-002-90978809-2013

Лист

12

6 УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

6.1 При применении изделий следует руководствоваться действующими строительными нормами и правилами, а также проектной документацией, утвержденной в установленном порядке.

7 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

7.1 Изготовитель гарантирует соответствие изделий требованиям настоящих технических условий при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных настоящими ТУ.

7.2 Гарантийный срок эксплуатации – 12 месяцев со дня изготовления.

7.3 Расчетный срок эксплуатации - не менее 10-ти лет.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ТУ 5760-002-90978809-2013	Лист
						13
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящих ТУ

Обозначение документа	Наименование документа	Номер пункта, подпункта в котором дана ссылка
ГОСТ 12.1.005-88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны	2.5
ГОСТ 12.1.044-89	Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения	2.1, 4.2.9
ГОСТ 12.3.002-75	Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности	2.3
ГОСТ 12.3.030-83	Система стандартов безопасности труда. Переработка пластических масс. Требования безопасности	2.4
ГОСТ 12.4.011-89	Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация	2.6
ГОСТ 166-89	Штангенциркули. Технические условия	4.2.1
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия.	4.2.1
ГОСТ 7076-99	Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме	4.2.7
ГОСТ 7502-98	Рулетки измерительные металлические. Технические условия.	4.2.1
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов.	1.4.6
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды	4.1.1
ГОСТ 17177-94	Материалы и изделия строительные	4.2.6,

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТУ 5760-002-90978809-2013

Лист

14

Обозначение документа	Наименование документа	Номер пункта, подпункта в котором дана ссылка
	теплоизоляционные. Методы испытаний	
ГОСТ 20989-75	Пластмассы ячеистые жесткие. Метод определения стабильности размеров	4.2.8
ГОСТ 25818-91	Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия	1.2.1
ГОСТ 25951-83	Пленка полиэтиленовая термоусадочная. Технические условия	1.3.2
ГОСТ 26433.1-89	Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления	4.2.2
ГОСТ 30244-94	Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть	2.1, 4.2.9
ГОСТ 30402-96	Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость	2.1, 4.2.9
СанПиН 2.1.2.729-99	Санитарные правила и нормы. Полимерные и полимерсодержащие строительные материалы, изделия и конструкции. Гигиенические требования безопасности	1.1.16
СанПиН 2.1.7.1322-03	Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления	2.8
ТУ 6-05-1104-78	Смолы фенолоформальдегидные вспенивающиеся. Технические условия	1.2.1
ТУ 2257-041-10687966-99	Отвердитель ВАГ-3. Технические условия	1.2.1

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ИЦ МИВ "СибНИИстрой"

УТВЕРЖДАЮ

Зам.руководителя ИЦ МИВ «СибНИИстрой»

В.Ю. Еременко

2013 г.



Аттестат аккредитации
№ РОСС RU. 0001.21СЛ61
зарегистрирован в Едином реестре
Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии
« 20 » октября 2011 г.
Действителен до
« 20 » октября 2016 г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ 3297 от 05 августа 2013 г.

Основание для проведения испытаний Техническое задание органа по сертификации

Наименование продукции Теплоизоляционный материал «Пенозол»

Заявитель продукции ООО «ЭСТИ», г. Иркутск
(наименование, адрес, страна)

Дата получения образцов Акт отбора образцов от 10.06.2013 г.
(дата отбора образцов, номер акта отбора образцов)

Сведения об испытываемых образцах Плиты из пенозола теплоизоляционного размером 1200x300x60мм в количестве 4 шт.
(количество, характеристика, маркировка изготовителя)

Регистрационные данные ИЦ № 2680 от 20.06.2013 г. И-2680-1/4
(номер регистрации и маркировка ИЦ)

Методика испытаний ГОСТ 7076-99, ГОСТ 17177-94, ГОСТ 20989-75
(цифры ИД, наименование методик)

Дата испытаний образцов 20.06.2013 – 28.06.2013 г.

Результаты испытаний приведены в прилагаемых приложениях – 1 Результаты испытаний (на 1 листе)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Теплоизоляционный материал «Пенозол», представленный ООО «ЭСТИ», г. Иркутск, по приведенным ниже показателям соответствует требованиям ТУ 5760-002-90978809-2013.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

№ регистрации ИЦ	Сведения об образцах		Дата испытания	Измеряемый показатель, ед. изм.	Требования к ИЦ	Обозначение ИЦ на продукцию	Обозначение ИЦ на метод испытания	Результаты испытаний	Примечание	
	Дата регистрации	Маркировка заказчика								Маркировка ИЦ
1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	
2680	20.06.2013	Плиты из пенозола теплоизоляционного размером 1200x300x60мм	20.06.2013 28.06.2013	Плотность, кг/м ³	ТУ 5760-002-90978809-2013	80-130	ГОСТ 17177-94	113,0	Ср.112,2	
				Предел прочности при изгибе, МПа				0,61 0,64 0,607		
				Теплопроводность, Вт/(м·К)				0,035-0,045		0,0428
				Сорбционное увлажнение, % по массе				Не более 14		13,6 12,8 13,0
				Прочность на сжатие при 10% деформации, МПа				0,18-0,2		0,19 0,20 0,18
				Кислотное число, мгКОН/г				Не более 1,2		1,2
Линейная температура усадки при 110 °С в течении 20 час, %	Не более 0,2	-0,11	Среднее							

Руководитель подразделения

С.А. Долгова

Испытатель

В.М.Канцева

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ПожСтандарт»
(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель (заместитель руководителя)

ИЛ ООО «ПожСтандарт»

 А.В. Филатова

2013 год



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СЕРТИФИКАЦИИ

№ ПИПБ0666/07-2013 от 24.07.2013 г.

*Материал теплоизоляционный «Пенозол»,
изготавливаемый из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ)
и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м³,
выпускаемый по ТУ 5760-002-90978809-2013
«Теплоизоляционный материал «Пенозол»*

код ОКП 57 6890

Москва 2013 г.

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ПожСтандарт»
(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)**

Аккредитована ГУПИС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в
Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ RU.ИН37 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010г.,
действителен до 22.11.2015 г.

1. Наименование и адрес заказчика

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ООО «ПожСтандарт»

Юридический адрес: 121357, г. Москва, ул. Ватутина, д. 16, корп. 3.
Почтовый адрес: 121433, г. Москва, ул. Минская, д. 22.
Телефон: 8 (499) 730-69-81, факс: 8 (495) 641-51-90.
Аттестат аккредитации рег. № ТРПБ.RU.ПБ57 выдан 23.11.2010г.,
действителен до 22.11.2015 г.

2. Наименование объекта испытаний, изготовитель и результаты идентификации

На испытания были представлены образцы материала теплоизоляционного «Пенозол», изготавливаемого из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м³, выпускаемого по ТУ 5760-002-90978809-2013 «Теплоизоляционный материал «Пенозол». Код ОКП 57 6890.

Изготовитель:

Общество с ограниченной ответственностью «ЭкоСтройИнновации» (ООО «ЭСТИ»).
Адрес: РФ, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83, оф. И021.
ОГРН: 1113850008634.
Телефон: +7-914-875-79-12, +7-3952-40-57-16, факс: +7-3952-40-50-80.

В результате идентификации установлено, что образцы материала теплоизоляционного «Пенозол», изготавливаемого из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м³, выпускаемого по ТУ 5760-002-90978809-2013 «Теплоизоляционный материал «Пенозол», код ОКП 57 6890, соответствуют представленной на них документации.

3. Основания для проведения работ и методы испытаний

Основание для проведения работ:

- внутренний заказ-наряд № 377С/05-2013.

ЦЕЛЬ Испытаний:

Определить по Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности (Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ с изм. № 117-ФЗ от 10.07.2012 г.), глава 18, статья 80, п. 1, глава 19, статья 81, п. 1, глава 30, статья 134, п. 7, глава 33, статья 149, показатели пожарной опасности, а именно:

- группу горючести по ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть»;

- группу воспламеняемости по ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Методы испытаний на воспламеняемость»;

Система сертификации
в области пожарной безопасности
Испытательная лаборатория ООО «ПожСтандарт»
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37
Лист 2 Листов 15 Подпись *[Подпись]*

**ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ
СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

Протокол № ПИПБ0666/07-2013 от 24.07.2013 г.

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**

«ПожСтандарт»

(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)

Аккредитована ГУГПС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в
Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010г.,
действителен до 22.11.2015 г.

- группу дымообразующей способности по значению коэффициента дымообразования в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы определения» п. 4.18 «Метод экспериментального определения коэффициента дымообразования твердых веществ и материалов»;

- класс опасности (группы) по значению показателя токсичности продуктов горения в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы определения» п. 4.20 «Метод экспериментального определения показателя токсичности продуктов горения полимерных материалов».

4. Процедура испытаний

4.1. По ГОСТ 30244-94, п. 7. Вертикально ориентированные образцы материала теплоизоляционного «Пенозол», изготавливаемого из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м^3 , выпускаемого по ТУ 5760-002-90978809-2013 «Теплоизоляционный материал «Пенозол», код ОКП 57 6890, длиной 1000 мм, закреплялись в держателе и подвергались воздействию газовой горелки со стороны лицевой поверхности в течении 10 минут. В процессе проведения испытаний регистрировались: температура отходящих газов и время самостоятельного горения (тления). После проведения испытаний (опыта) определялась потеря массы образцов и степень повреждения их по длине.

4.2. По ГОСТ 30402-96, п. 9. Образец материала теплоизоляционного «Пенозол», изготавливаемого из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м^3 , выпускаемого по ТУ 5760-002-90978809-2013 «Теплоизоляционный материал «Пенозол», код ОКП 57 6890, размером $165 \times 165 \text{ мм}$, подвергался воздействию лучистого теплового потока в пределах от 15 до 30 кВт/м^2 . На заданном уровне теплового потока отмечалось наличие или отсутствие пламенного горения при подводке к экспонируемой поверхности образца, с определенной частотой, газовой горелки. В процессе проведения испытания определялись два уровня теплового потока, при которых в одном случае отмечалось пламенное горение образца, а в другом отсутствие. На этих уровнях проводилось еще по два испытания. За критическую поверхностную плотность теплового потока принималось минимальное значение поверхностной плотности теплового потока, при котором отмечалось наличие пламенного горения.

4.3. По ГОСТ 12.1.044-89, п. 4.18. Образец материала теплоизоляционного «Пенозол», изготавливаемого из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м^3 , выпускаемого по ТУ 5760-002-90978809-2013 «Теплоизоляционный материал «Пенозол», код ОКП 57 6890, помещался в камеру сгорания, оснащенную радиационной панелью, создающую плотность падающего на образец теплового потока до 35 кВт/м^2 . За коэффициент дымообразования принимался показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, создаваемую в режиме тления или горения образца в стандартном объеме камеры.

4.4. По ГОСТ 12.1.044-89, п. 4.20. Образец материала теплоизоляционного «Пенозол», изготавливаемого из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м^3 , выпускаемого по ТУ 5760-002-90978809-2013 «Теплоизоляционный материал «Пенозол», код ОКП 57 6890, ориентированный под углом 45° к горизонту,

Испытательная лаборатория ООО «ПожСтандарт»
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37
Лист 3 Листов 13 Подпись *[Подпись]*

**ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ
СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**

«ПожСтандарт»

(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)

Аккредитована ГУПИС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010г., действителен до 22.11.2015 г.

размещался в камере сгорания параллельно радиационной панели на расстоянии 60 мм от ее поверхности, создающей плотность теплового потока до 65 кВт/м². Продукты термоокислительного разложения или горения образца собирались в экспозиционной камере, соединенной с предкамерой, в которую помещались восемь белых мышей массой 20 г, на которых воздействовали продукты сгорания в течение 30 минут. При этом контролировались концентрации CO, CO₂, O₂, в объеме экспозиционной камеры.

За показатель токсичности продуктов горения материала принималось отношение качества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся газообразные продукты вызывают гибель 50 % подопытных животных. При этом берется меньшее значение из показателей, полученных при горении и термоокислительном разложении образцов материала.

Испытательное оборудование

Испытания проводились на метрологически аттестованном оборудовании ИЛ ООО «ПожСтандарт»:

- установка ТПГ «Токсичность», аттестат № 25/368-10, срок действия до 05.10.2013 г.;
- установка «ВСМ», аттестат № 25/371-10, срок действия до 05.10.2013 г.;
- установка «Шахтная печь», аттестат № 25/370-10, срок действия до 05.10.2013 г.;
- установка «Дым», аттестат № 25/375-10, срок действия до 05.10.2013 г.

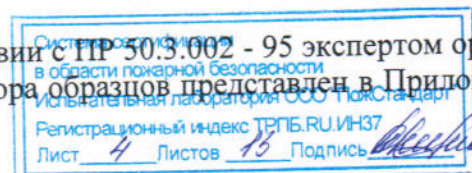
Перечень средств измерений представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование средств измерений	Номер	Пределы измерений	Класс точности	Дата очередной поверки
Секундомер СОПр-2а-3-000	2295	0-60 мин.	2	18.12.2013
Весы лабораторные ВК 300	016725	0-300 г	2	10.01.2014
Весы электронные МК А 15	123043	0-15 кг	3	10.01.2014
Штангенциркуль	б/н	0-1000 мм	ц. д. 0,1 мм	04.10.2014
Измеритель температуры Testo 926	33827753	5-50 °С	2	04.10.2015
Линейка металлическая ГОСТ 427-75	б/н	0-1000 мм	ц. д. 1 мм	04.12.2013
Приёмник теплового потока ТП 2000	1-3	1-100 кВт/м ²	отн. пог. ±5%	17.12.2013
Измеритель потока воздуха Testo 416	02150190	0,3 - 20 м/с	±0,1 м/с	13.12.2013
Термопара серии ТПК	1-23	от -40 до 1100	2	16.12.2013
Прибор комбинированный «Testo-610», (термогигрометр)	39222967/105	Влажн 0-100%	0,1	11.12.2013
Газоанализатор ИНФРАКАР М 2	529	CO, CO ₂ , O ₂	±0,5%	13.12.2013
Термопреобразователь УКТ38	1-3	от -40 до 1300	2	12.12.2015

5. Процедура отбора образцов:

Отбор образцов проводился в соответствии с ПР 50.3.002 - 95 экспертом органа по сертификации ООО «ПожСтандарт». Акт отбора образцов представлен в Приложении к настоящему протоколу.



**ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ
СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

Протокол № ПИПБ0666/07-2013 от 24.07.2013 г.

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**

«ПожСтандарт»

(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)

Аккредитована ГУПИС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в
Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010г.,
действителен до 22.11.2015 г.

6. Результаты испытаний

6.1 Результаты экспериментального определения группы горючести образцов материала представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Номер опыта	Температура дымовых газов, град. С	Время самостоятельного горения, с	Длина повреждения образцов, см				Степень повреждения образцов по длине, %	Масса образцов, г (средняя арифметическая величина)		Степень повреждения образцов по массе, %
			1	2	3	4		до опыта	после опыта	
1	125	0	15	18	16	16	16	1622	1589	2
2	128	0	17	17	15	15	16	1617	1600	1
3	124	0	16	16	17	17	17	1627	1610	1
Среднее арифм.	126	0					16			1

Условия проведения испытаний:

Наименование условий испытания	Значение показателей
температура воздуха, °С,	22
атмосферное давление, кПа	100,6
относительная влажность, %	54
дата проведения	17.07.2013г.

Система сертификации
 в области пожарной безопасности
 Испытательная лаборатория ООО «ПожСтандарт»
 Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37
 Лист 8 Листов 13 Подпись *[Подпись]*

**ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ
СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**

«ПожСтандарт»

(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)

Аккредитована ГУПС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ RU.ИНЗ7 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010г., действителен до 22.11.2015 г.

6.2 Результаты экспериментального определения группы воспламеняемости образца материала представлены в таблице 3.

Таблица 3.

№ опыта	РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ			
	Время (в секундах) до устойчивого пламенного горения при поверхностной плотности теплового потока			
	10 кВт/м ²	15 кВт/м ²	20 кВт/м ²	30 кВт/м ²
1.				105
2.			585	
3.	Устойчивого пламенного горения не наблюдалось			
4.		Устойчивого пламенного горения не наблюдалось		
5.		Устойчивого пламенного горения не наблюдалось		
6.		Устойчивого пламенного горения не наблюдалось		
7.			591	
8.			581	

Условия проведения испытаний:

Наименование условий испытания	Значение показателей
температура воздуха, °С,	22
атмосферное давление, кПа	101,4
относительная влажность, %	52
дата проведения	19.07.2013г.

Система сертификации
в области пожарной безопасности
Испытательная лаборатория ООО «ПожСтандарт»
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИНЗ7
Лист 6 Листов 13 Подпись 

**ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ
СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**

«ПожСтандарт»

(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)

Аккредитована ГУПС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010г., действителен до 22.11.2015 г.

6.3 Результаты экспериментального определения коэффициента дымообразования образца материала представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Режим испытания	Номер образца	Масса образца, г	Светопропускание		Коэффициент дымообразования, м ² /кг
			начальное	конечное	
			%	%	
Тление	1	2,48	100	98	5
	2	2,51	100	96	10
	3	2,45	100	95	13
	4	2,47	100	97	8
	5	2,47	100	98	5
Среднее значение в режиме тления $Dm_{cp} =$					8 м ² /кг
Горение	1	2,42	100	99	3
	2	2,48	100	98	5
	3	2,46	100	99	3
	4	2,43	100	99	3
	5	2,47	100	98	5
Среднее значение в режиме горения $Dm_{cp} =$					4 м ² /кг

Условия проведения испытаний:

Наименование условий испытания	Значение показателей
температура воздуха, °С,	21
атмосферное давление, кПа	101,4
относительная влажность, %	56
дата проведения	22.07.2013г.

Система сертификации
в области пожарной безопасности
Испытательная лаборатория ООО «ПожСтандарт»
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37
Лист 4 Листов 13 Подпись *[подпись]*

ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**

«ПожСтандарт»

(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)

Аккредитована ГУГПС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в
Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010г.,
действителен до 22.11.2015 г.


**6.4 Результаты экспериментального определения показателя токсичности
продуктов горения образцов материала представлены в таблице 5.**

Таблица 5.

№ п/п	Темпера- тура ис- пытаний, °С	Время разло- жения, мин.	Потеря массы, г	Концентрации, % об.			Показатель токсичности Hcl ₅₀ , г/м ³
				CO	CO ₂	O ₂	
1	500	23	7,73	0,40	1,94	18,81	103±0,7
2	500	22	9,44	0,45	1,98	18,71	
3	500	22	7,93	0,37	2,06	18,87	
4	500	23	8,81	0,46	2,04	18,74	

Условия проведения испытаний:

Наименование условий испытания	Значение показателей
температура воздуха, °С,	22
атмосферное давление, кПа	101,4
относительная влажность, %	51
дата проведения	08.07.2013г.

Система сертификации
в области пожарной безопасности
Испытательная лаборатория ООО «ПожСтандарт»
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37
Лист 8 Листов 10 Подпись 

**ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ
СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

Протокол № ПИПБ0666/07-2013 от 24.07.2013 г.

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«ПожСтандарт»

(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)

Аккредитована ГУГПС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010г., действителен до 22.11.2015 г.

По результатам испытаний установлено, что образцы материала теплоизоляционного «Пенозол», изготовляемого из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м^3 , выпускаемого по ТУ 5760-002-90978809-2013 «Теплоизоляционный материал «Пенозол», код ОКП 57 6890, относятся к материалам **группы горючести Г1 (слабогорючие)** согласно ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть», **группы воспламеняемости В2 (умеренновоспламеняемые)** согласно ГОСТ 30402-96 «Методы строительные. Методы испытания на воспламеняемость».


Образцы материала теплоизоляционного «Пенозол», изготовляемого из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м^3 , выпускаемого по ТУ 5760-002-90978809-2013 «Теплоизоляционный материал «Пенозол», код ОКП 57 6890, относятся к материалам **с малой дымообразующей способностью (Д1) и умеренноопасные (Т2)** по показателю токсичности продуктов горения согласно ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» (п.п. 4.18 и 4.20, соответственно).

Испытания проводил
инженер-испытатель



Подпись

С.А. Дружинин
инициалы, фамилия

Система сертификации
в области пожарной безопасности
Испытательная лаборатория ООО «ПожСтандарт»
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37
Лист 9 Листов 13 Подпись 

ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ
СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ

Протокол № ПИПБ0666/07-2013 от 24.07.2013 г.

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«ПожСтандарт»

(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)

Аккредитована ГУПИС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010г., действителен до 22.11.2015 г.

7. Дополнительная информация

Полученные результаты и выводы, содержащиеся в протоколе (отчете), относятся только к конкретно испытанному(ым) образцу(ам) и не отражают качество партии продукции, из которой взят(ы) данный(ые) образцы, а так же качество всей выпускаемой продукции этого вида.

Если специально не оговорено, настоящий протокол (отчет) предназначен только для использования Заказчиком.

Страницы с изложением результатов испытаний не могут быть использованы отдельно без полного протокола (отчета) об испытаниях.

Срок действия протокола (отчета) об испытаниях три года.

Использование протокола (отчета) об испытаниях в целях сертификации, после прекращения действия сертификата возможно только с письменного разрешения ООО «ПожСтандарт».

Информация, содержащаяся в протоколе (отчете) об испытаниях, не может быть использована в целях рекламы среди общественности или каким - либо другим путем без письменного разрешения ООО «ПожСтандарт».

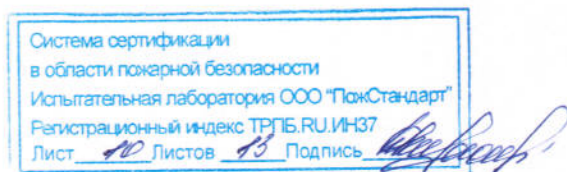
Испытанные образцы, не разрушенные в процессе испытаний, и не использованные остатки образцов, за исключением контрольного могут быть забраны заявителем в течении 30 дней с момента выдачи отчета, после чего испытательная лаборатория не несет ответственности за их сохранность.

Контрольный образец объекта испытаний передается на ответственное хранение изготовителю (заказчику) до истечения срока действия протокола (отчета).

Идентификация материала может проводиться по описанию образцов в протоколе (отчете), а также по сопоставлению с контрольными образцами и сравнительному испытанию рассматриваемого материала.

Ответственность за достоверность предоставленных на испытания образцов и соответствие их технической документации несет заказчик.

Протокол (отчет) об испытаниях составлен с учетом руководства по качеству ИЛ ООО «ПожСтандарт».



ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ
СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ

Протокол № ПИПБ0666/07-2013 от 24.07.2013 г.

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ПожСтандарт»
(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)**

Аккредитована ГУГПС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010г., действителен до 22.11.2015 г.

8. Данные об испытательной лаборатории:

**ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ПожСтандарт»
(ИЛ ООО «ПожСтандарт»)**

Аккредитована ГУГПС МЧС России в Системе сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации на техническую компетентность и независимость.
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37 срок действия аттестата аккредитации от 23.11.2010 г., действителен до 22.11.2015 г.

9. Адрес и место проведения испытаний:

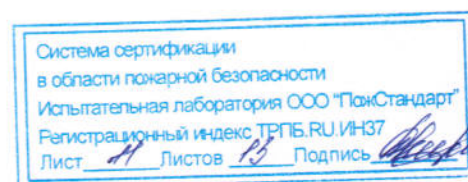
Юридический адрес: 121357, г. Москва, ул. Ватутина, д. 16, корп. 3.

Фактический адрес: 142201, Московская область, г. Серпухов, ул. Пролетарская, 78.

Телефон: (499) 730-69-81, (495) 641-51-90.

Факс: (499) 730-69-81.

E-mail: lab@pojstandart.ru



**ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ
СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

Протокол № ПИПБ0666/07-2013 от 24.07.2013 г.

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ООО «ПожСтандарт»

121433, г. Москва, ул. Минская, дом 22,
тел. (499) 730-69-81, факс (495) 641-51-90,

АКТ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ 377С/05-2013

для проведения лабораторных испытаний

от 19.06.2013 г.

на соответствие требованиям Технический регламент о требованиях пожарной безопасности
(Федеральный закон от 22.07.2012 № 123-ФЗ с изменением № 117-ФЗ от 10.07.2012г.), глава 18,
статья 80, п. 1, глава 19, статья 81, п. 1, глава 30, статья 134, п. 7, глава 33, статья 149,
обозначение нормативных документов (ГОСТы, ИСО и др.)

На Общество с ограниченной ответственностью «ЭкоСтройИнновации» (ООО «ЭСтИ»), Адрес:
РФ, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83, оф. И021, ОГРН: 1113850008634, Телефон: +7-914-
875-79-12, +7-3952-40-57-16, факс: +7-3952-40-50-80,
наименование предприятия и адрес места отбора образцов

Экспертом Козийчук Л.В. в присутствии Генерального директора Зелинской Е.В.

должность, инициалы, фамилия лица, уполномоченного на отбор образцов

отобраны образцы продукции по ТУ 5760-002-90978809-2013 «Теплоизоляционный материал
«Пенозол»

ИД (технические условия, ТД изготовителя и т.п.)

принятой службой качества

Отобранные образцы по конструкции, составу и технологии изготовления идентичны продукции,
поставляемой потребителю.

№ п/п	Наименование продукции	Ед. изм.	№ партии	Размер партии (кол-во)	Дата изгот.	Количество (масса) отобранных образцов	
						для испытаний	контрольных
1	<u>Материал теплоизоляционный «Пенозол», изготовляемый из золышлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м³</u>	м ²	0052013	150	28 мая 2013г.	6	6

Отбор образцов производится в соответствии с решением по заявке № 377С/05-2013.

Отобранные образцы упаковываются в полиэтилен - пленкой завода изготовителя
вид упаковки

маркируются этикеткой завода изготовителя
вид маркировки

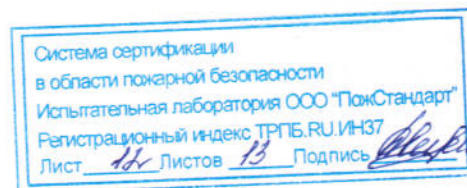
комплекуются документацией производства ТУ 5760-002-90978809-2013
паспорт качества, ТУ, ГОСТ, технические характеристики

и передаются в ОС в соответствии с условиями Договора (контракта) № 0248-НИ-05-2013 от
08.5.2013г.

Условия хранения складские

Испытанные образцы подлежат утилизации

Контрольные образцы подлежат ответственному хранению у производителя



ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ
СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ

1. Наименование продукции, тип (марка) и т. п.:

Материал теплоизоляционный «Пенозол», изготавливаемый из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью 32 кг/м³.

2. Наименование страны-изготовителя: Россия

3. Наименование фирмы-изготовителя, юридический (фактический) адрес:

Общество с ограниченной ответственностью «ЭкоСтройИнновации» (ООО «ЭСИ»). Адрес: РФ, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83, оф. И021. ОГРН: 1113850008634. Телефон: +7-914-875-79-12, +7-3952-40-57-16, факс: +7-3952-40-50-80.

4. Коды: ОКП ТН ВЭД
57 6890

Дополнительная информация (при необходимости)

ВЫВОДЫ

Представленная продукция идентифицирована с образцом и технической документацией производителя.

Подписи участников отбора

ОЗНАКОМЛЕН

Эксперт Козничук Л.В.

Генеральный директор Зелинская Е.В.
представитель изготовителя, заявителя



подпись материально-ответственного лица, принявшего образцы на ответственное хранение

Система сертификации
в области пожарной безопасности
Испытательная лаборатория ООО «ПожСтандарт»
Регистрационный индекс ТРПБ.RU.ИН37
Лист 13 Листов 13 Подпись [Signature]

ЧАСТИЧНОЕ ОПУБЛИКОВАНИЕ И ПЕРЕПЕЧАТКА НАСТОЯЩЕГО ПРОТОКОЛА БЕЗ СОГЛАСОВАНИЯ С ИЛ ООО «ПожСтандарт» ЗАПРЕЩАЕТСЯ

Протокол № ПИПБ0666/07-2013 от 24.07.2013 г.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
(обязательная сертификация)

№ С-RU.ПБ57.В.02012
(номер сертификата соответствия)

ТР 0660361
(учетный номер бланка)

ЗАЯВИТЕЛЬ Общество с ограниченной ответственностью «ЭкоСтройИнновации» (ООО «ЭСТИ»). Адрес: РФ, (наименование и место-нахождение заявителя) 664074, г Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83, оф. И021. ОГРН: 1113850008634. Телефон +7-914-875-79-12, +7-3952-40-57-16, факс +7-3952-40-50-80.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ Общество с ограниченной ответственностью «ЭкоСтройИнновации» (ООО «ЭСТИ»). Адрес: РФ, (наименование и место-нахождение изготовителя продукции) 664074, г Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83, оф. И021. ОГРН: 1113850008634. Телефон +7-914-875-79-12, +7-3952-40-57-16, факс +7-3952-40-50-80.

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ОС ООО "ПожСтандарт". 121433, г. Москва, ул. Минская, 22, тел. (наименование и местонахождение органа по сертификации, выдавшего сертификат соответствия) (499)730-69-81; (495)989-12-49, факс (495)641-51-90, E-mail info@pojstandart.ru. ОГРН: 1107746088548. Аттестат рег. № ТРПБ.RU.ПБ57 выдан 23.11.2010г. Департаментом надзорной деятельности МЧС России.

ПОДТВЕРЖДАЕТ, ЧТО ПРОДУКЦИЯ Материал теплоизоляционный "Пенозол", изготавливаемый из золошлаковых отходов (зола уноса ТЭЦ) и полимерных добавок, плотностью от 25 до 45 кг/м³, выпускаемый по ТУ 5760-002-90978809-2013 «Теплоизоляционный материал «Пенозол». Серийный выпуск.

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА (ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ с изм. N 117-ФЗ от 10.07.2012 г.), глава 18, статья 80, п. 1, глава 19, статья 81, п. 1, глава 30, статья 134, п. 7, глава 33, статья 149, Приложение, (наименование технического регламента (технических регламентов), на соответствие требованиям которого (которых) проводилась сертификация) таблицы 3, 27. Класс пожарной опасности строительного материала КМ2. Согласно приложению на 1 листе (бланк № 0505342)

код ОК 005 (ОКП)
57 6890

код ЕКПС

код ТН ВЭД России

ПРОВЕДЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (ИСПЫТАНИЯ) И ИЗМЕРЕНИЯ Протокол сертификационных испытаний №ПИПБ0666/07-2013 от 24.07.2013г., ИЛ ООО "ПожСтандарт", рег. № ТРПБ.RU.ИН37 от 23.11.2010, адрес: 142201, Московская область, г. Серпухов, ул. Пролетарская, 78.

ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ ДОКУМЕНТЫ Сертификат соответствия системы менеджмента качества изготовителя требованиям ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008) № РОСС RU.ОЩ01.ОС02.СМК.00477 от 21.05.2013г. по 21.05.2016г., выданный ОС "Сертификация продукции "СТАНДАРТ-ТЕСТ", рег. № СДС-СМ. RU.3791.ОС02.

СРОК ДЕЙСТВИЯ СЕРТИФИКАТА СООТВЕТСТВИЯ с 31.07.2013 по 30.07.2016



Руководитель
(заместитель руководителя)
органа по сертификации
подпись, инициалы, фамилия

Мурат Аношин

Эксперт (эксперты)
подпись, инициалы, фамилия

Л.В. Козийчук

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ

к СЕРТИФИКАТУ СООТВЕТСТВИЯ № C-RU.ПБ57.В.02012

(обязательная сертификация)

ТР 0505342

(учетный номер бланка)

Сведения о национальных стандартах (сводах правил), применяемых на добровольной основе для соблюдения требований технического регламента

Обозначение национального стандарта или свода правил	Наименование национального стандарта или свода правил	Подтверждаемые требования национального стандарта или свода правил
ГОСТ 30244-94	Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.	Группа горючести – Г1 слабогорючие по ФЗ 123 ст.13.
ГОСТ 30402-96	Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.	Группа воспламеняемости – В2 умеренновоспламеняемые по ФЗ 123 ст. 13.
ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.18	Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.	Группа дымообразующей способности – Д1 с малой дымообразующей способностью по ФЗ 123 ст. 13.
ГОСТ 12.1.044-89 п. 4.20	Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.	Группа токсичности продуктов горения – Т2 умеренноопасные по ФЗ 123 ст. 13.



Руководитель
(заместитель руководителя)
органа по сертификации

подпись, инициалы, фамилия

Эксперт (эксперты)

подпись, инициалы, фамилия

Мурат Аношин

Л.В. Козийчук

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА
УПРАВЛЕНИЕ РОСПОТРЕБНАДЗОРА ПО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Испытательный Лабораторный Центр, аттестат № ГСЭН.RU.ЦОА.017, Гос. реестр № РОСС RU.0001.510136

Юридический, почтовый адрес: 600005, г. Владимир, ул. Токарева, 5

Тел. (4922) 535828, 535836, 535835, факс (4922) 535828

Регистрационный номер: 2487
от 06.06.2013 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель главного врача ФБУЗ
«Центр гигиены и эпидемиологии
в Владимирской области»



А.Н.Брыченков

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 923

о соответствии продукции Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)

- 1. Наименование продукции:** Теплоизоляционный материал «Пенозол».
- 2. Организация-изготовитель:** Общество с ограниченной ответственностью «ЭкоСтройИнновации» (ООО «ЭСТИ»), адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, к.И-021.
- 3. Получатель заключения:** Общество с ограниченной ответственностью «ЭкоСтройИнновации» (ООО «ЭСТИ»), адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, к.И-021.
- 4. Представленные материалы:**
 - ТУ 5760-002-90978809-2013;
 - Протокол лабораторных исследований № 115-0278 от 27 мая 2013 г., выданный Испытательным центром Сергиево-Посадского филиала Федерального бюджетного учреждения «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Московской области» (аттестаты аккредитации N РОСС RU.0001.21АЮ22; ГСЭН.RU.ЦОА.566 (РОСС RU.0001.516503).
- 5. Область применения продукции:** Для утепления стен, для теплоизоляции домов, для внутренней изоляции помещений, для изоляции трубопроводов, а также в бытовом строительстве для утепления и изоляции балконов, лоджий, подвалов, чердаков и т.п.

ПРОТОКОЛ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОДУКЦИИ

Учитывая область применения продукции, санитарно-эпидемиологическая экспертиза проведена на соответствие положениям: Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) утв. решением Комиссии таможенного союза №299 от 28.05.2010.

Для санитарно-эпидемиологической оценки продукции использованы представленная для проведения экспертизы техническая документация производителя, официальные научные данные касающиеся заявленной продукции, протокол лабораторных испытаний.

Испытательным центром Сергиево-Посадского филиала Федерального бюджетного учреждения «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Московской области» (аттестаты аккредитации N РОСС RU.0001.21АЮ22; ГСЭН.RU.ЦОА.566 (РОСС RU.0001.516503) проведены исследования образцов продукции на соответствие требованиям: Раздел 6 «Требования к полимерным и полимерсодержащим строительным материалам и мебели»; Раздел 11 «Требования к продукции, изделиям, являющимся источником ионизирующего излучения, в том числе генерирующего, а также изделиям и товарам, содержащим радиоактивные вещества» главы II Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), установлены уровни миграции вредных веществ в модельные среды, проведены радиологические, органолептические исследования, проведен инструментальный контроль уровней физических факторов.

На основании результатов экспертизы нормативно-технической документации, вышеуказанных гигиенических характеристик, продукция может быть рекомендована Для утепления стен, для теплоизоляции домов, для внутренней изоляции помещений, для изоляции трубопроводов, а также в бытовом строительстве для утепления и изоляции балконов, лоджий, подвалов и т.п., при условии соблюдения положений: Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) утв. решением Комиссии таможенного союза №299 от 28.05.2010, следующих санитарно-гигиенических требований:

1. Гигиенические показатели продукции:
санитарно-химические показатели:

Миграция химических веществ в модельную среду (воздушная среда, температура в камере 40°С, время экспозиции - 24 часа), мг/кг, не более

Акрилонитрил	0,03
Спирт изопропиловый	0,2
Толуол	0,3
Фенол	0,003

- радиологические показатели:

эффективная удельная активность (Аэфф) естественных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) – не более 370 Бк/кг.

- органолептические показатели:

запах образца в естественных условиях – не более 2 баллов

2. При применении продукции необходимо руководствоваться рекомендациями производителя, при необходимости использовать рекомендованные средства индивидуальной защиты.
3. Хранение продукции в упаковке предприятия-изготовителя в закрытых, сухих складских помещениях производственных зданий и сооружений.
4. Маркировка продукции должна содержать наименование предприятия-изготовителя, его местонахождение, наименование продукта, область применения продукции, обозначение нормативного документа, дата изготовления, условия и срок хранения, меры предосторожности при применении.
5. Утилизация продукции на специальных полигонах обезвреживания и захоронения промышленных отходов или методом вторичной переработки.

ВЫВОДЫ

На основании результатов экспертизы представленной документации, результатов лабораторных исследований, теплоизоляционный материал «Пенозол», может быть рекомендован для утепления стен, для теплоизоляции домов, для внутренней изоляции помещений, для изоляции трубопроводов, а также в бытовом строительстве для утепления и изоляции балконов, лоджий, подвалов, чердаков и т.п., при условии соответствия положениям: Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому

надзору (контролю) утв. решением Комиссии таможенного союза №299 от 28.05.2010.
соблюдения вышеуказанных правил и норм.

Эксперт - врач ФБУЗ
«Центр гигиены и эпидемиологии
во Владимирской области»



Д. Д. Омельченко