

2. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 23.06.2014) "О техническом регулировании".

Безопасность производства и эксплуатации пеностеклокристаллического строительного материала с наносоставляющими

¹Алтарева Л.М., ²Семухин Б.С., ³Казьмина О.В.

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

³Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В Федеральном законе РФ от 30.12.2009 № 384-ФЗ «О безопасности зданий и сооружений» прописаны основные требования к производству и применению современных строительных материалов с точки зрения безопасности для жизни и здоровья граждан, их имущества, экологической безопасности и, что очень важно, с целью предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей [1]. Последний пункт чрезвычайно важен в условиях современного свободного рынка строительных и отделочных материалов в России. Разработка новых строительных материалов с улучшенными физико-химическими и механическими характеристиками является в настоящее время актуальной задачей материаловедения. Особенно интересны разработки материалов с наноструктурными составляющими, так как сами наночастицы или их комбинации обладают уникальными энергетическими возможностями модификации матрицы материалов, а значит, и их основных свойств. Использование наноструктурных и наноразмерных компонентов в строительных материалах возможно лишь при наличии высокотехнологичного современного производства, в котором исключены всяческие риски. Наличие таких рисков может привести к необратимым последствиям для проживания и работы людей в строениях, в которых использованы материалы с наноструктурными компонентами. Поэтому разработка технологии производства строительных материалов с наноструктурой невозможна без анализа и расчета рисков, которые могут возникнуть при производстве.

Целью настоящей работы является анализ рисков при начальной стадии производства стеклогранулята, являющегося исходным сырьем для получения пеностеклокристаллического материала (ПСКМ) теплоизоляционного назначения. ПСКМ представляет собой объемный строительный материал, включающий наноразмерные структурные элементы, повышающие прочностные характеристики готового изделия (блоки, плиты, гранулы).

Согласно ФЗ РФ № 384 при разработке, производстве и эксплуатации строительных материалов необходимо соблюдать требования безопасности механических, химических, радиационных, биологических, противопожарных характеристик безопасности для здоровья человека. Важным преимуществом силикатных пеностеклокристаллических материалов в сравнении с некоторыми природными и полимерными изоляционными материалами является их минеральный химический состав. Благодаря этому ПСК-материал устойчив к гнили, микроорганизмам, действию высоких температур, кислот, щелочей, не выделяет токсичных веществ. Это ставит его в ряд экологически чистых устойчивых материалов. Применение ПСКМ в строительстве позволяет уменьшить толщину ограждающих конструкций, снизить расход основных строительных материалов, облегчить строительные и защитные конструкции, удешевить строительство, снизить эксплуатационные расходы, уменьшить затраты на отопление зданий.

Основные технологические принципы производства ПСКМ базируются не только на основе применения природных минеральных сырьевых ресурсов, но и на утилизации отходов стекла, техногенных (зола и шлаки ТЭЦ) отходов. Это позволяет уменьшить загрязнение воздуха, сократить общее количество твердых отходов, а значит, снизить площади, занятые отвалами и свалками, уменьшить на 6 % расход энергии, на 50 % чистой воды и на 54 % расходы естественных ресурсов.

Утилизация промышленных отходов и уменьшение промышленных выбросов в атмосферу неразрывно связаны с технико-экономическими вопросами ресурсо- и энергосбережения, а также экологическими аспектами охраны окружающей среды. Производство пеностекла является одним из эффективных направлений утилизации промышленных и бытовых отходов стекла. В то же время проблема переработки стеклобоя по-прежнему актуальна, так как

стекло до сих пор остается одним из наиболее трудно утилизируемых составляющих твердых бытовых отходов. Процент его вторичного использования для развитых западноевропейских стран в 2001 г. составлял от 24 до 92 %. При этом эффективно используется сортовой стеклобой, в то время как смешанные отходы стекла складываются на полигонах бытовых отходов.

Недостающее для изготовления пеностекла количество стеклобоя производится по традиционной стекольной технологии, включающей стекловарение в промышленных печах. Процесс варки стекла связан с образованием значительного количества газообразных пылевоздушных и дымовых выбросов, содержащих продукты сгорания топлива (CO_2 , N_xO_y и др.) и пыль в виде твердых частиц (B_2O_3 , Fe_2O_3 , As_2O_3). Поэтому с учетом ряда технологических и экономических особенностей стекловарения актуальной задачей является предварительный синтез стеклогранулята из природного или техногенного сырья по энергосберегающей технологии, минуя процесс варки стекла. Низкотемпературный синтез стеклогранулята является, с одной стороны, экономически целесообразным благодаря отсутствию таких энергоемких операций стекловарения, как осветление и гомогенизация стекломассы. С другой стороны, это путь к снижению вредных выбросов в виде отходящих дымовых газов стекловаренных печей.

В Томском политехническом университете разработан способ получения пеностекла через промежуточный продукт (стеклогранулят), который получают термообработкой шихты при температурах, не превышающих 950 °С. Стеклогранулят является исходным материалом для последующего вспенивания и получения ПСКМ с заданными характеристиками [2].

Обеспечение экологической безопасности относится к приоритетным направлениям деятельности во всех развитых странах. В настоящее время сложился определенный подход к оценке опасностей, направленных как на человека, так и исходящих от него. Этот подход основан на измерении риска, и суть его заключается в оценке и измерении различных видов опасностей в рамках единой теории. Опасности могут быть обусловлены авариями на предприятиях, загрязнением окружающей среды при их эксплуатации, природными катастрофами или повседневной человеческой деятельностью [3, 4]. Исследованиям по риску различной природы посвящено большое количество публикаций [5–7]. В данной работе рассмотрена прогнозная составляющая экологического риска в технологии производства ПСКМ, получаемого на основе стеклогранулята.

Процесс проведения анализа риска включает следующие основные этапы: планирование и организацию работ; идентификацию опасностей; оценку риска; разработку рекомендаций по уменьшению риска [8, 9]. Идентификация опасностей – выявление и описание всех источников опасностей и возможностей их реализации. При идентификации определяют, какие технические устройства, технологические процессы при производстве требуют глубокого анализа и являются наиболее опасными, а какие из них представляют меньшую опасность. Для идентификации экологических опасностей рекомендуется использовать один из нескольких методов анализа риска, приведенных ниже [5].

Первый метод – качественная оценка, основанная на изучении соответствия условий эксплуатации объекта. Метод наиболее эффективен при исследовании безопасности объектов с известной технологией. Так как технология производства пеностеклокристаллического материала является новой [10] и еще не применяется в промышленности, то данный метод не используется.

Второй метод – анализ видов и последствий отказов и работоспособности. Метод используется при отклонениях технологических параметров (температуры, давления и пр.) от уже разработанных регламентных режимов. На стадии разработки проектных решений изучаются условия и разрабатывается комплекс вопросов высокой устойчивости деятельности предприятия в случаях различных критических ситуаций, которые относятся к экологическим и производственно-экономическим рискам. К вопросам производственной и экологической безопасности относятся, в частности:

- пожаро- и взрывобезопасность технологических процессов;
- процессы с использованием вредных и опасных сырьевых материалов;
- использование газовых систем и оборудования, работающего под давлением;
- энергосистемы и сложное теплотехническое оборудование – печи, котлы и т. п.

Третий метод – оценка вероятности возникновения экологически опасных событий при производстве новых видов материалов. Как показывает практика, для выявления причинно-следственных связей возможных аварийных ситуаций достаточно использовать логико-графические методы анализа типа «деревьев отказов» и «деревьев событий». При анализе «деревьев отказов» рассматриваются различные комбинации отказов оборудования, нерасчетные внешние (техногенные) воздействия, приводящие к аварийной ситуации. Поэтому анализ экологических

рисков при получении стеклогранулята и пеностеклокристаллического материала проведен с использованием данного метода.

На рис. 1 представлена принципиальная технологическая схема получения ПСК-материала. Шихта для стеклогранулята обрабатывается в гранулированном виде на типовом стандартном оборудовании – во вращающихся печах, которое является более простым в обслуживании в сравнении с непрерывно работающими стекловаренными печами. Обработка шихты в гранулированном виде обеспечивает быстрый, равномерный прогрев гранул, рост химической активности и сохранение химической однородности шихты. При этом переход шихты в расплавленное состояние происходит постепенно, без полного разрушения гранул, т. к. быстрый рост количества жидкой фазы приводит к полному растеканию и слипанию. В качестве газообразователей можно использовать твердые углеродсодержащие материалы (кокс, сажа, антрацит, уголь) и жидкие (глицерин с жидким стеклом).

В структуре «дерева отказа» выделено одно главное событие, которое связано с целой группой нижестоящих событий, образующих причинные цепи. Для связи между событиями в узлах «деревьев» используются знаки «И» и «ИЛИ».

Для того чтобы отыскать и наглядно представить причинную взаимосвязь с помощью «дерева отказов», необходимы элементарные блоки, подразделяющие и связывающие события. Имеется два типа блоков: логические символы и символы событий. Логические символы связывают события в соответствии с их причинными взаимосвязями. Логический символ может иметь один или несколько входов, но только один выход, или выходное событие.

Логический знак «ИЛИ»  . Выходное событие логического знака ИЛИ наступает в том случае, если имеет место любое из входных событий.

Параметрический отказ будет иметь место, если будет реализовано следующее событие:

- ошибочный расчет условий оптимального режима термообработки шихт – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи;
- отказ термопары – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи;
- отказ датчика времени – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи;
- ошибочно подобраны технические характеристики печи – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи.

Функциональный отказ произойдет, если будут реализованы приведенные ниже прогнозируемые события:

- попадание металлических предметов – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи;
- увеличение просыпи подаваемого материала – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи;
- неправильная установка ротора – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи;
- износ приводного ремня – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи;
- перегрев подшипников – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи;
- поступление влажного материала – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи;
- повреждение корпуса – нарушение технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи.

На основе рассмотренных причинно-следственных связей представлено «дерево отказов» (рис. 2) при нарушении технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи.

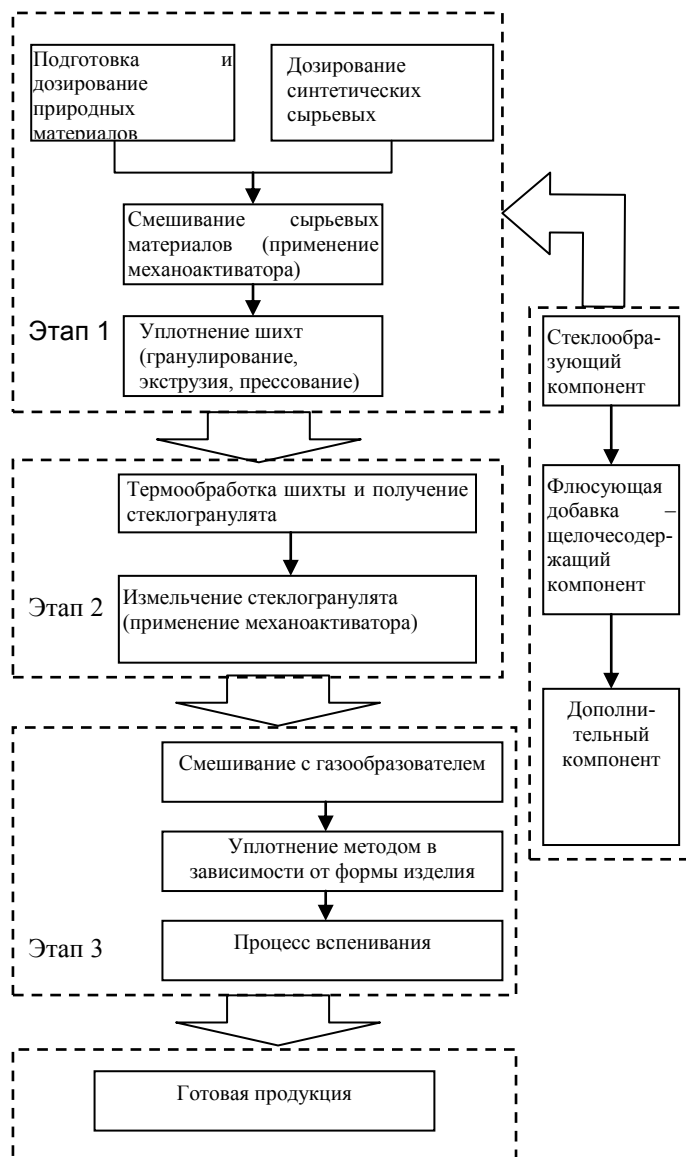
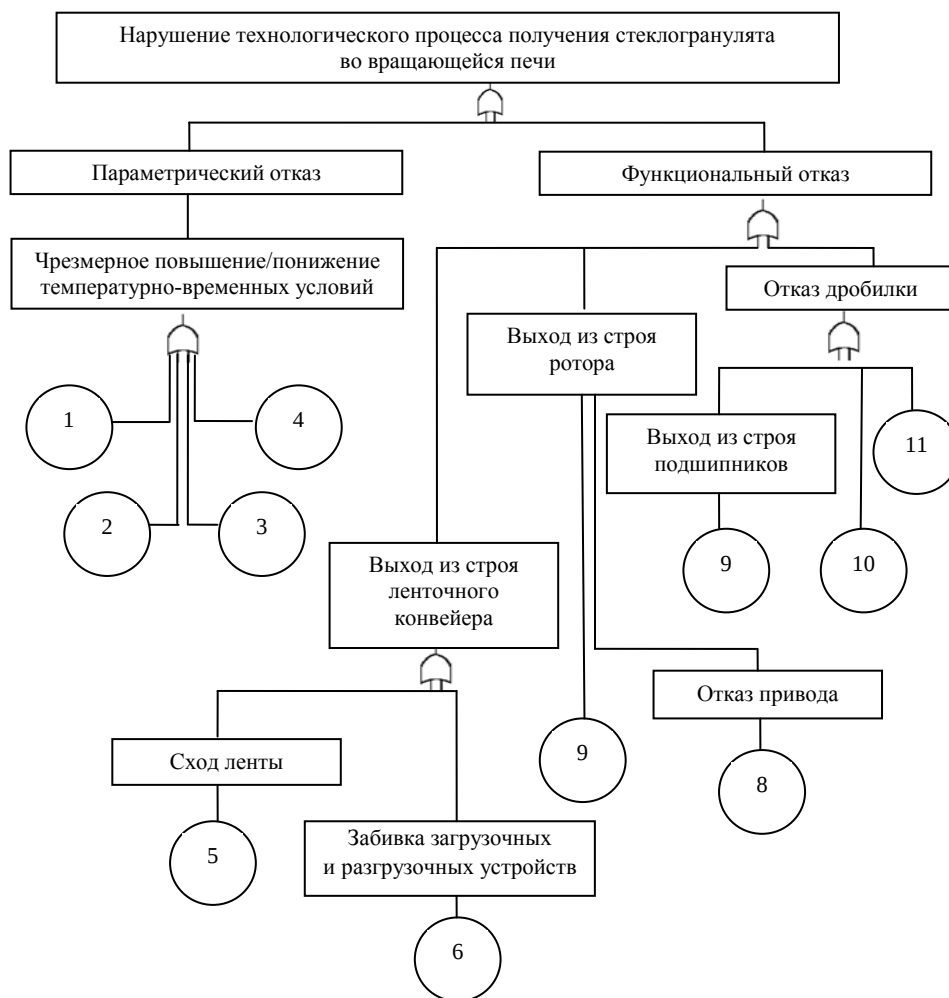


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема получения пеностеклокристаллических материалов

Установлено, что возможны как параметрический, так и функциональный отказы. Параметрический отказ вероятен в случае нарушения оптимального режима термообработки шихты. Функциональный отказ может иметь место при поступлении в печь материала с повышенной влажностью. Возможные нарушения технологического процесса, приводящие к параметрическому отказу в случаях 2, 3, 4, 5, 6 (рис. 2), маловероятны. Функциональные отказы в случаях 7, 8, 9, 11 также маловероятны. При нарушениях технологического процесса получения стеклогранулята в обоих случаях возникает угроза экологического риска, связанная с утилизацией некондиционного стеклогранулята.

Из анализа «дерева отказов» при нарушении технологического процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи следует, что наиболее вероятной причиной нарушения технологического процесса являются функциональные отказы.

Таким образом, анализ технологии получения стеклогранулята показал высокую технологичность и безопасность производства пеностеклокристаллического материала. Эксплуатация любого производственного объекта, так или иначе, сопровождается рядом инцидентов, в отдельных случаях приводящих к выходу из строя оборудования.



Условные обозначения:

-  – «или» – выходное событие происходит, если случается любое из входных событий;
 – исходное событие, обеспеченное достаточными данными;
 – событие, вводимое логическим элементом

Рис. 2. «Дерево отказов» для процесса получения стеклогранулята во вращающейся печи:
 1 – ошибочный расчет условий оптимального режима термообработки шихты; 2 – отказ термопары;
 3 – отказ датчика времени; 4 – ошибочно подобраны технические характеристики печи; 5 – попадание металлических предметов; 6 – увеличение просыпи подаваемого материала; 7 – неправильная установка ротора; 8 – износ приводного ремня; 9 – перегрев подшипников; 10 – поступление влажного материала; 11 – повреждение корпуса

По результатам анализа и выявленных причин нежелательных событий в целях снижения производственных и экологических рисков для предприятий по производству ПСКМ в обязательном порядке предусматривается ряд мероприятий, необходимых для их устранения, направленных на снижение и предупреждение ошибок, ведущих к нарушению технологического процесса:

- системы сигнализации и автоматического пожаротушения, устройство специальных пожарных водоемов на промплощадке предприятия;
- дублирование систем электроснабжения, организация систем резервного топлива, а также организация независимых источников электроэнергии – дизель-генераторы для печей и т. п.;
- подготовка и обучение квалифицированного обслуживающего персонала;
- разработка техрегламента организации производства ПСКМ и обслуживания технологического оборудования;

– разработка мероприятий по действиям персонала в условиях отклонения технологического режима производства и исключения экологического и производственного риска.

Список литературы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» //Российская газета. – № 5079 от 31 декабря 2009 г.
2. Пат. 2326841. Российская Федерация. Способ получения гранулята для производства пеностекла и пеностеклокристаллических материалов / А.Н. Абияка, В.И. Верещагин, О.В. Казьмина ; опубл. 20.06.08, Бюл. № 17, 2008. – С. 690.
3. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении / В.Г. Еремин, В.В. Сафронов, А.Г. Схиртладзе [и др.]. – М. : Академия, 2008. – 382 с.
4. Трифонов, К.И. Физико-химические процессы в техносфере / К.И. Трифонов, В.А.-М. Девисилов. – М. : Форум-ИНФРА, 2010. – 239 с.
5. Осипова, Н.А. Техногенные системы и экологический риск / Н.А. Осипова. – Изд. 2-е. – Томск : Изд-во ТПУ, 2008. – 111 с.
6. Швыряев, А.А. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе / А.А. Швыряев, В.В. Меньшиков. – М. : Изд-во МГУ, 2004. – 124 с.
7. Меньшиков, В.В. Опасные химические процессы и техногенный риск / В.В. Меньшиков, А.А. Швыряев. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 86 с.
8. ГОСТ Р 22.1.12–2005. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 23 с.
9. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов: РД 03-418-01. – 2002.
10. Низкотемпературный синтез стеклогранулята из шихт на основе кремнеземсодержащих компонентов для получения пеноматериалов / О.В. Казьмина, В.И. Верещагин, Б.С. Семухин [и др.] // Стекло и керамика. – 2009. – № 10. – С. 5–8.

Производственная среда и условия труда. Опасные и вредные производственные факторы и их классификация

Видус А.В., Орлова К.Н.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Юрга, Россия

В процессе работы на здоровье человека и его трудоспособность оказывают влияние определенные условия производственной среды.

Под производственной средой следует понимать совокупность неких химических, физических, биологических, эстетических и социально-психологических факторов внешней среды, которые воздействуют на человека.

Больше половины жизни человека приходится на его трудовую деятельность. Именно в процессе труда человек наиболее подвергается опасности. Это связано с тем, что современное производство наполнено множеством разнообразных технических средств.

Безопасность труда – это составная часть программы экономического и социального развития нашего общества. В нашей стране большое внимание уделяется созданию необходимых условий для охраны здоровья человека и безопасности его труда.

Производственная среда - это часть окружающей человека среды, которая включает в себя природно-климатические факторы и факторы, связанные с профессиональной деятельностью (вибрация, шум, токсичные пары, газы, пыль, ионизирующие излучения и др.), называемые вредными и опасными факторами.

К элементам производственной среды можно отнести следующее:

- предметы труда (то на что направлен труд человека);
- средства труда, подразделяются в свою очередь на две группы : природные или естественные (вода, лес, земля и т.д.) и производственные, или технические (здания, сооружения, машины и т.д.)
- продукты труда (то, что создал человек в процессе своей трудовой деятельности);[1]
- природно-климатические факторы;
- персонал и т.п.