

10. Василевский М.В., Зыков Е.Г., Разва А.С. Расчетная модель концентрирования частиц в противоточном цилиндрическом циклонном аппарате. // Теоретич. основы хим. технологии, 2011, т. 45, № 3 с. 321–328.

Влияние на производственные риски временного фактора возникновения пламенного горения твердофазных материалов

Фрянова К.О., Сечин А.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Трудности, вызванные обеспечением безопасности хранения и транспортирования веществ и материалов в химической отрасли являются одними из приоритетных в технологических процессах. При протекании крупных аварий в этой технологической фазе выходит из строя дорогостоящее оборудование, гибнут люди, наконец, возникают крупномасштабные чрезвычайные ситуации техногенного характера.

В ходе функционирования химико-фармацевтического предприятия в технологических объемах осаждаются пылеобразующие частицы, которые способные к самовозгоранию, что может привести к негативным последствиям. Именно поэтому определение технолого-производственного риска процесса, обеспечение его безопасности, создание надежных расчетных методов в данной отрасли является весьма актуальным.

Цель работы – определение влияния на технолого-производственные риски временного фактора возникновения пламенного горения твердофазных материалов.

Для достижения поставленной перед собой цели необходимо было решить следующие задачи:

- выявить достоинства и недостатки существующих в настоящее время методик для определения видов, функций и технологий определения технолого-производственного риска;
- ознакомиться с расчетно-аналитическим методом изучения термической стабильности полупродуктов и реакционных масс в изотермических условиях;
- провести анализ преимуществ и недостатков «Методики определения условий теплового самовозгорания материалов на основании расчета критических условий»;
- на основе уравнения материального баланса предложить математическую модель для определения времени индукции появления взрывоопасных концентраций пылеобразующих частиц внутри технологического оборудования.

Производственный риск – это вероятность несения предприятием дополнительных издержек или убытков, которые связаны со сбоями в технологическом процессе или остановкой производства, несоблюдением технологического процесса при выполнении операций или деятельности персонала, использованием сырья ненадлежащего качества и т.п. [1]

Производственные риски, в первую очередь, связаны с производством продукции, услуг и товаров, а также с осуществлением различных видов производственной деятельности, в процессе которой руководство предприятия сталкивается с проблемами нерационального использования сырья, увеличения потерь рабочего времени, роста себестоимости конечного товара, использования новых методов производства, а так же с возникновением непредвиденных ситуаций аварийного характера.

Процесс технологического производства включает в себя несколько различных этапов, на каждом из которых существует вероятность, что предприятие может понести потери в связи с непредвиденными событиями, к которым можно отнести ошибочные действия руководства или негативное воздействие внешней среды [2]. При реализации производственной деятельности стоит учитывать вероятность возникновения различного вида рисков на каждой ступени производственного процесса, начиная от закупки сырья и заканчивая реализацией конечной продукции.

Основные риски, возникающие в процессе производственной деятельности:

- риск в производственной деятельности
- риск кооперационный
- риск невостребованной произведенной продукции
- риск усиления конкуренции
- риск усиления конъюнктуры рынка
- риск возникновения непредвиденных затрат и снижения доходов
- форс-мажорные обстоятельства

Согласно проведенному в работе анализу к технолого-производственным рискам предприятия относятся на стадии готовой продукции и ее реализации. Недостатком этого является отсутствие, как анализа, так и методологии определения технологических рисков, рисков выхода оборудования из состояния устойчивого функционирования, что является предшествующим фактором при развитии ЧС.

В данной работе, большее внимание уделено риску развития чрезвычайной ситуации – воспламенения перерабатываемого материала и, как следствие этого, развитие пожара.

При ознакомлении с существующими расчетно-аналитическими методами изучения термической стабильности полупродуктов и реакционных масс в изотермических условиях было выявлено, что в настоящее время существует два вида термического анализа:

- количественный;
- качественный.

Качественный термический анализ является идентификацией исследуемого образца, основанной на данных о температурах его термических превращений.

Целью количественного анализа является определение количественного состояния исследуемого образца или характеристик данного образца и процесса.

В России наиболее популярным является определение термической стабильности по Методике определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов.

Прибегая к данным расчетно-аналитическим методам изучения термической стабильности веществ и материалов в изотермических условиях, можно получить достоверную информацию о способности сохранять целевое вещество.

Сложность проблемы заключается в том, что критерии, которые позволяют оценить термическую устойчивость органического соединения, до сих пор не определены.

Для определения условий теплового самовозгорания материалов, необходимо построение дерева событий.

Данный метод позволяет проследить развитие возможных аварийных ситуаций и аварий, возникающих вследствие реализации событий, инициирующих аварийную ситуацию.

Главное преимущество дерева событий (по сравнению с другими методами) заключается в том, что анализ ограничивается выявлением только тех элементов системы и событий, которые приводят к определенному отказу системы или аварии.

Данный метод позволяет выявить слабые места в технолого-производственном процессе, а так же получить более полное представление о поведении самой системы в моменты выхода оборудования из устойчивого функционирования.

Определение пожаровзрывобезопасных условий переработки, транспортирования и хранения веществ, склонных к самовозгоранию возможно при успешной реализации расчетно-аналитического метода изучения термической стабильности полупродуктов и реакционных масс в изотермических условиях.

Анализируя представленное дерево событий (Рис.1) можно сделать следующее заключение. Критическую температуру отложений на нагретой поверхности оборудования возможно получить если вещество или материал имеет достаточную изученность, а большинство полупродуктов абсолютно не изучены. Таким образом, мы можем получить расчетные данные только для небольшого перечня веществ и материалов. Во всех других случаях необходимо проведение комплекса исследований. Это особенно проблемно для химико-фармацевтической промышленности: большое количество продуктов, полупродуктов и сырья и их малая изученность.

В лучшем случае изучены пожаровзрывоопасные характеристики, но по ним осуществлять расчеты весьма проблематично.

Поэтому необходима разработка некоторого метода приближенного определения времени индукции теплового самовозгорания на основе имеющихся пожаровзрывоопасных характеристик.

Для этого, на основе уравнения материального баланса нами предложена математическая модель для определения времени индукции появления взрывоопасных концентраций внутри технологического оборудования, благодаря которой возможно рассчитать время достижения ПДК взрывоопасной пыли в воздухе, время ведения аварийных работ, время развития аварийной ситуации, когда среда будет готова к взрыву.

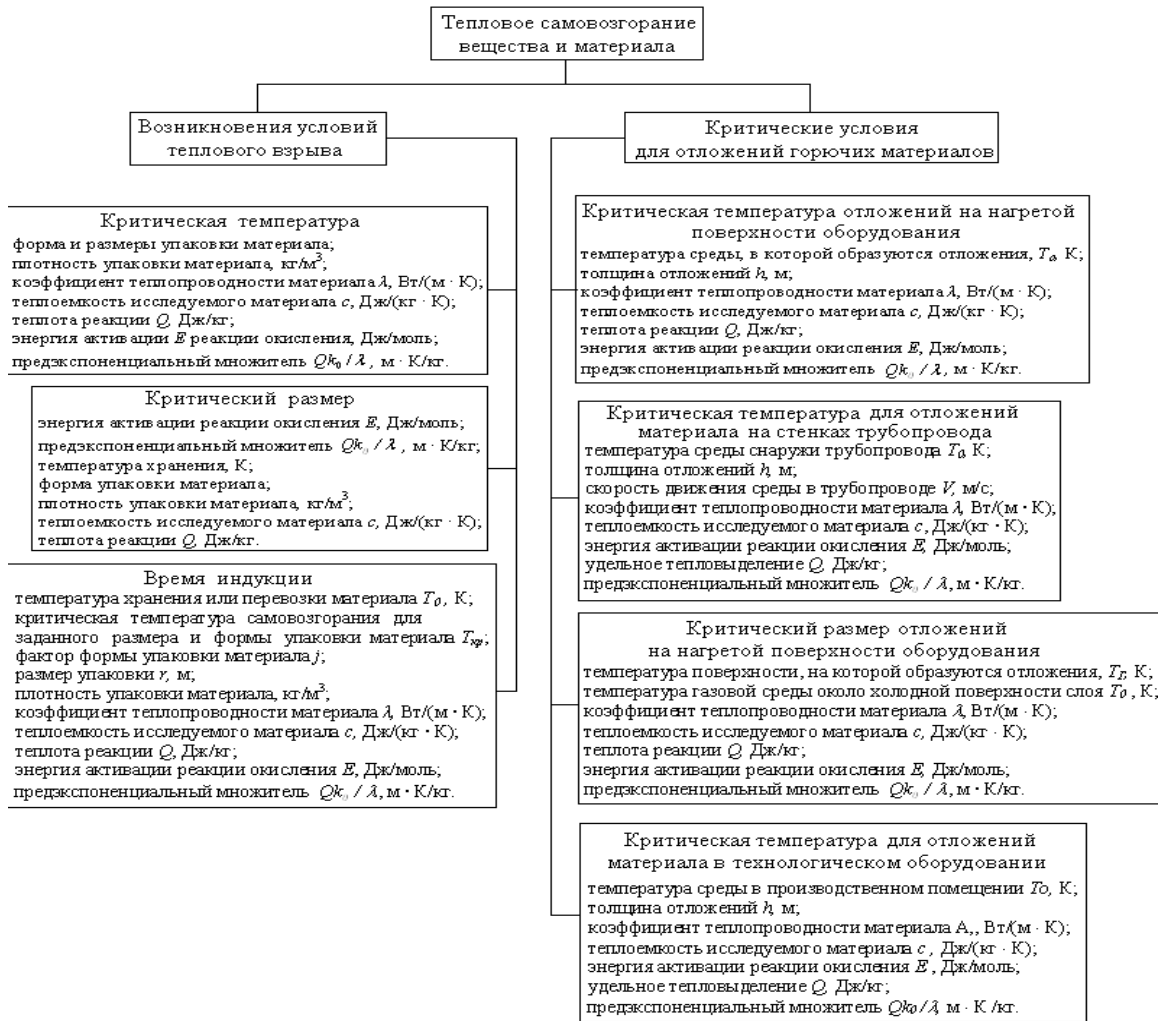


Рисунок 1. Дерево событий «Тепловое самовозгорание вещества и материала», основанное на «Методике определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов»

Математическая модель определения времени индукции появления взрывоопасных концентраций внутри технологического оборудования

Если известна скорость поступления пара или газа в производственное помещение при повреждении или аварии аппарата, то можно определить тот промежуток времени, в течение которого концентрация горючего вещества в помещениях достигнет взрывоопасных пределов.

Естественно, что минимальный промежуток времени образования взрывоопасных концентраций при всех прочих равных условиях будет соответствовать концентрации шара или газа, равной нижнему пределу воспламенения $C_{НПВ}$ с учетом коэффициента запаса α .

В общем виде длительность нарастания взрывоопасной концентрации будет зависеть, кроме $C_{НПВ}$ и α , от объема помещения V , воздухообмена n и интенсивности поступления газа f , w , т. е.

$$\tau = F(C_{НПВ}, \alpha, V, n, f, w) \quad (1)$$

Рассмотрим более конкретно эту функциональную зависимость.

При отсутствии воздухообмена в помещении. Когда производственное помещение не имеет принудительной вентиляции или вентиляция не надежна (отсутствует резервный вентилятор, не осуществлено питание электродвигателей от двух независимых фидеров), создаются наиболее благоприятные условия для образования взрывоопасных концентраций при повреждениях и авариях производственного оборудования или трубопроводов.

В этом случае количество горючего вещества, выходящего наружу из оборудования за промежуток времени dt , должно быть равно приращению количества горючего вещества в воздухе помещения за тот же промежуток времени dt , или

$$qd\tau = VdC, \quad (2)$$

где q — количество вещества, выходящего наружу в единицу времени; V — объем помещения; dC — приращение концентрации горючего вещества за время $d\tau$.

Проинтегрировав уравнение (2), получим:

$$q \int_0^{\tau} d\tau = V \int_0^{C_{НПВ}} dC,$$

$$q\tau = VC_{НПВ}.$$

Учитывая коэффициент неравномерности распределения концентрации или коэффициент запаса, равный 0,5, окончательно будем иметь

$$\tau = \frac{0,5C_{НПВ}V}{q}, \quad (3)$$

Если концентрация нижнего предела воспламенения $C_{НПВ}$ берется в объемных долях, то интенсивность поступления горючего вещества должна быть взята в $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$, а $\tau_{\text{взр}}$ будет в сек.

Таким образом, мы получили выражение по которому можно определить время за которое в рассматриваемом помещении накапливается концентрация горючего вещества до величины концентрационного предела взрываемости.

В результате выполненной работы можно сделать следующие выводы:

- влияние на технолого-производственные риски временного фактора возникновения горения твердофазных материалов весьма велико;
- предложен алгоритм определения времени индукции появления взрывоопасных концентраций внутри технологического оборудования;
- в работе обозначена проблема определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов.
- В процессе исследования проводились:
- анализ достоинств и недостатков существующих методов определения производственных рисков;
- ознакомление с расчетно-аналитическим методом изучения термической стабильности полупродуктов и реакционных масс;
- проанализирована «Методика определения условий теплового самовозгорания материалов на основании расчета критических условий»;
- обоснована необходимость создания универсального метода для определения времени достижения пожаровзрывоопасной концентрации пыли в воздухе рабочей зоны и внутри технологического оборудования.

В результате исследования была предложена математическая модель для определения времени индукции появления взрывоопасных концентраций внутри технологического оборудования.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: при помощи данного метода определение технолого-производственного риска процесса, обеспечение его безопасности, создание надежных расчетных методов расчета становится более доступным.

Данные, полученные в результате этого исследования применимы для химико-фармацевтической промышленности.

Список литературы:

- 1 Управление рисками предприятия: учебное пособие / В.Н. Уродовских. – М.: Вузовский учебник, ИНФРА – М, 2011 год. – 168с.
- 2 Анализ и оценка рисков предприятий производственной сферы в процессе инвестиционного проектирования / Г.В. Прибыткова. – Вестник МГТУ, 2005 год. – том 8. - №2. – 300-305с.
- 3 Управление рисками промышленного предприятия: опыт и рекомендации / Р.Н.Федосова, О.Г.Крюкова. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2008год. – 125 с.
- 4 Исследование подходов к оценке рисков НИОКР / И.Б.Гусева, О.В.Кудряшова. – Наука в центральной России, 2013 год. – № 4. – 94-96 с.
- 5 Термические методы анализа: учебное пособие / В.И.Альмяшев, В.В.Гусаров. – СПб, СПбГЭТУ (ЛЭТИ), 1999 год. – 40с.