

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВАРИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛАТЕКСОВ И СПОСОБЫ ИХ СНИЖЕНИЯ

© 2019 Е. В. Семенова

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье проведен анализ условий возникновения и развития аварий при производстве латексов по непрерывной и периодическим схемам и показаны способы снижения производственных рисков с помощью применения автоматических систем контроля.

Ключевые слова: синтез латексов, полимеризаторы, батареи, аварийной разгерметизации оборудования, источники воспламенения, выброс реакционной массы при аварийной разгерметизации оборудования, взрыв, пожар, интоксикация.

Синтез латексов осуществляется по непрерывной и периодической схемам.

Для выпуска латексов по периодической схеме полимеризации установлены две группы полимеризаторов, например: 1 группа состоит из 4-х полимеризаторов, в которых производится выпуск латексов ДММА-65 ГП, БМ-65 ГК, БЛ-1, терфолат и др., а 2 группа состоит из 3-х полимеризаторов, в которых производится выпуск латексов БС-85, БСМ-65, ПС-100 и др. При необходимости есть возможность выпуска любой марки латекса на 1 или 2 группе полимеризаторов. Производство латексов по периодической схеме полимеризации включает следующие стадии: приготовление растворов и водных фаз; приготовление углеводородной эмульсии; сополимеризация углеводородов в эмульсии; отгонка незаполимеризовавшихся мономеров – дегазация латексов; розлив латекса, хранение латекса и отгрузка его потребителям; локальная очистка латексных стоков.

Для синтеза латексов непрерывным способом применяют полимеризационные батареи, состоящие из полимеризаторов, количество которых в батареях зависит от марки получаемого латекса, например, батареи для выпуска бутадиен-стирольных (марка СКС) и карбоксилированных (марка СКД) латексов состоят из 8-9 полимеризаторов (из которых 6-7 в работе, 1-2 в резерве) при непрерывном перемешивании продукта в полимеризаторах и перетекание из одного полимеризатора в другой.

Процесс синтеза осуществляется методом эмульсионной полимеризации основных мономеров (например, бутадиена, стирола с

метакриловой кислотой) в водной фазе, которая в латексах является непрерывной дисперсионной средой и содержит эмульгатор, электролит (сернокислый натрий), компонент, определяющий рН-водной фазы (калия гидрат окиси), буфер (трилон Б), диспергатор НФ (лейканол). Перед стадией полимеризации в водную фазу подаются мономеры, инициаторы, регулятор, в конце полимеризации – стоппер. Полимеризаторы емкостью 12 м³ оборудованы рамными мешалками, рубашками, змеевиками. Регулирование температуры в полимеризаторах производится подачей рассола, захлажденной водой, горячей воды, пара.

Все полимеризаторы батареи связаны между собой следующими линиями: основная линия служит для последовательного перетока эмульсии из одного аппарата в другой по ходу процесса и обхода полимеризатора при отключении его для ремонта, линия слива служит для освобождения полимеризатора при подготовке его в чистку, а также может быть использована для аварийного слива латекса из полимеризатора в емкость.

Работу полимеризационных батарей обеспечивают три отгонных системы для доведения до норм (по ТУ или ГОСТ) массовой доли незаполимеризованных мономеров. Одна система постоянно находится в резерве или ремонте.

Производство латексов является взрывопожароопасным. Опасность производства обуславливается применением в больших количествах легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ, например стирола), горючих газов (ГГ, например, бутадиена).

Процесс полимеризации бутадиена, стирола является экзотермическим процессом, проходящим с выделением значительного количества тепла (71,5кДж/моль при со-

Семенова Елена Владимировна – ВИВТ, канд. техн. наук, доцент, semenovaelena1@mail.ru.

полимеризации бутадиена и стирола), что создает условия повышения давления в полимеризаторах при нарушении теплового режима.

Процесс полимеризации проводится под избыточным давлением не более 0,8 МПа (8 кгс/см²), что требует применения оборудования, оснащенного исправными приборами для контроля за давлением, температурой внутри аппаратов, предохранительными устройствами для предотвращения повышения давления выше допустимого. Основной причиной, которая может повлечь за собой аварию с выделением в рабочее помещение продуктов производства, является нарушение герметичности оборудования или коммуникаций, что в свою очередь может быть вызвано отклонениями от нормального режима ведения процесса, вызывающими повышение давления в системе, качеством ремонта. Завышение дозровок компонентов, повышающих активность процесса (эмульгатор, активатор, инициатор), нарушение режима теплоотвода из реакционной массы (остановка мешалки, снижение расхода охлаждающей воды по змеевикам или в рубашке полимеризатора), может привести к нарушению установленной нормы температуры и давления на полимеризационных батареях. Повышение температуры также увеличивает скорость (активность) процесса полимеризации, которое приводит к повышению давления на полимеризаторах.

Повышение давления выше установленной нормы приводит к разрушению предохранительных мембран, к срабатыванию пружинного предохранительного клапана (ППК).

В отделении отгонки мономеров нарушение вакуума в колонне дегазации может привести к перебросу латекса через систему конденсаторов и попаданию мономеров в химгрязную канализацию. Негерметичность вакуумной системы приводит к завышению содержания кислорода в ПГФ, что может способствовать образованию перекисных соединений в бутадиене при недостаточной отдувке последнего. Кроме того, при попадании кислорода в систему отгонки может привести к образованию взрывоопасных смесей.

При содержании непредельных углеводородов в воздухе рабочих помещений выше ПДК возможно отравление персонала, а при дальнейшем повышении непредельных углеводородов в воздухе возможно возникновение взрывоопасных концентраций и при

появлении источника воспламенения возможен пожар и взрыв. Источником воспламенения, взрыва может быть применение открытого огня и возникновение искры любой интенсивности.

Бутадиен и стирол – основное сырье, используемое в производстве латексов в больших количествах – являются легковоспламеняющимися продуктами. Эти вещества в газообразном состоянии образуют взрывоопасные смеси с воздухом.

Бутадиен и стирол способны самопроизвольно полимеризоваться с образованием перекисных и полимерных продуктов. На самопроизвольную полимеризацию бутадиена существенно влияет присутствие кислорода в газовой фазе над бутадиеном. Для предотвращения самопроизвольной полимеризации бутадиена и стирола применяют ингибиторы.

Пары бутадиена, вследствие более высокой плотности по сравнению с воздухом, способны накапливаться в прямках и коллодах, создавая участки с высокой концентрацией и являясь местом формирования ударных волн при воспламенении.

Все органические продукты, находящиеся в цехе, являются диэлектриками, способными при транспортировке накапливать заряды статического электричества, что при нарушении правил перекачки, хранения может привести к образованию разрядов статического электричества и создать опасность воспламенения и взрыва паровоздушных смесей внутри оборудования.

Для защиты полимеризаторов от повышения давления устанавливают разрывные мембраны, ППК, сигнализацию по давлению за разрывной мембраной. Для дистанционного прекращения подачи бутадиена и стирола на полимеризационные батареи устанавливают электродвигжки. Для предупреждения загазованности помещений цеха полимеризации применяют систему общеобменной вентиляции. Для сигнализации о загазованности в отделениях полимеризации, отделении отгонки устанавливают сигнализаторы взрывных концентраций, например, СТМ, прибор регистрации срабатывания, например, СТМ-ПАС-01. При срабатывании СТМ включается аварийная вентиляция (АВ).

Анализ свойств перерабатываемых и получаемых продуктов в зависимости от характера разгерметизации и вида оборудования показал, что аварии в цехе латексов могут реализоваться в виде:

– возможной взрывоопасной зоны (ВВЗ), взрывоопасного облака, образующихся при залповых выбросах горючих газов;

– дефлаграции (вспышки, волны пламени, хлопка) – сгорания предварительно перемешанных с воздухом газов и паров без формирования ударной волны;

– взрыва газовых смесей с формирование ударной волны в рабочем помещении;

– пожара пролива – диффузионного горения паров горючих жидкостей в помещении

Основными поражающими факторами указанного вида аварий являются:

– воздействие ударной волны на персонал, оборудование, здание,

– тепловое излучение от пожаров.

Вероятности возникновения и развития аварий приведены в таблице.

Анализ условий возникновения и развития возможных аварий в производстве ла-

тексов показал, что к событиям, представляющим прямую угрозу инициирования аварии относятся повышение по температуре и давлению в полимеризаторах выше регламентируемого, что может инициировать аварию из-за отказа мембраны ППК или забивки выхода латекса из батарей полимеризаторов вследствие забивки переточной линии на фильтры или забивку фильтров, или привести к аварийной разгерметизации аппаратов блока и/или трубопроводов его обвязки. Последнее способствует образованию пролива, испарению ЛВЖ и ГГ из пролива, образованию возможной взрывоопасной зоны; загазованности помещения или наружной установки и т.п. Это провоцирует взрыв, пожар, распространение токсической волны и т.п. и приводит к нагреву соседнего оборудования, (интоксикации, травмированию персонала, разрушению оборудования, коммуникаций и сооружений).

Таблица

Вероятность возникновения аварий

№ п/п	Наименование аварии	Вероятность возникновения аварии, в год	Развитие аварии	
			событие	вероятность, в год
Блоки № 1 и 2. Батарея полимеризации СКД и СКС непрерывного действия и Блоки № 3 и 4. Батарея полимеризаторов периодического действия				
1	Выброс реакционной массы при аварийной разгерметизации оборудования блоков №1 и/или трубопроводов его обвязки	2,3x10 ⁻⁶	Загазованность помещения	4,51x10 ⁻⁸
			Взрыв в помещении	9,2x10 ⁻¹⁰
			Пожар пролива	5,41x10 ⁻⁹
Блок № 5. Узел приема бутадиена				
2	Выброс бутадиена при переливе емкости	9,9x10 ⁻⁷	Загазованность помещения	9,7x10 ⁻⁹
			Взрыв в помещении	1,98x10 ⁻¹⁰
			Пожар пролива	9,6x10 ⁻¹⁰
Блок № 6. Узел приема стирола				
3	Выброс стирола при переливе емкости	5,1x10 ⁻¹⁰	Загазованность помещения	5x10 ⁻¹²
			Хлопок в помещении	1,02x10 ⁻¹³
			Пожар пролива	4,95x10 ⁻¹³
Блок № 7. Узел вакуумной дегазации				
4	Выброс латекса и газов дегазации в помещение при аварийной разгерметизации аппаратов блока № 7 и/или трубопроводов его обвязки.	3,5x10 ⁻⁵	Загазованность помещения	3,43x10 ⁻⁷
			Хлопок в помещении	7x10 ⁻⁹

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный

ресурс]: Федер. Закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: принят Гос. Думой

Федер. Собр. Рос. Федерации 4 июля 2008 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июля 2008 г. (в ред. Федер. закона от 3 июля 2016 г. № 301-ФЗ). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» (в ред. Изменения № 1, утв. Приказом МЧС РФ от 01.06.2011 № 274).

3. ГОСТ 12.3.047-2012 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

4. Горячев С. А. Пожарная безопасность технологических процессов. / С. А. Горячев [и др.]. – М.: Академия ГПС МЧС России, Ч. 2., 2007. – 221 с.

Корольченко А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. / А. Я. Корольченко, Д. А. Корольченко. Справочник: в 2-х ч. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. I. – 713 с., - Ч. II. – 774 с.

ANALYSIS OF THE CONDITIONS OF OCCURRENCE AND DEVELOPMENT OF ACCIDENTS IN THE PRODUCTION OF LATEX AND WAYS TO REDUCE THEM

© 2019 E. V. Semenova

Voronezh Institute of high technologies (Voronezh, Russia)

The article analyzes the conditions of occurrence and development of accidents in the production of latex on continuous and periodic schemes and shows ways to reduce production risks by using automatic control systems.

Keywords: latex synthesis, polymerizers, batteries, emergency depressurization of equipment, ignition sources, release of reaction mass during emergency depressurization of equipment, explosion, fire, intoxication.