

Прусакова Александра Валерьевна,
к.м.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: alprus@mail.ru

Недоруькова Юлия Александровна,
магистрант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: unedorybkova@gmail.com

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТИРОЛА

Prusakova A.V., Nedorybkova J.A.

ENSURING FIRE SAFETY IN THE PRODUCTION OF STYRENE

Аннотация. Статья посвящена обеспечению пожарной безопасности при производстве стирола. Проанализированы источники воспламенения в цехах, степень пожарной опасности технологического процесса при производстве стирола. Рассмотрены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при производстве стирола.

Ключевые слова: производство стирола, пожарная безопасность, требования пожарной безопасности, меры обеспечения пожарной безопасности.

Annotation. The article is devoted to ensuring fire safety in the production of styrene. The sources of ignition in the workshops, the degree of fire hazard of the technological process in the production of styrene are analyzed. Measures to ensure fire safety in the production of styrene are considered.

Keywords: styrene production, fire safety, fire safety requirements, fire safety measures.

МЧС Российской Федерации оценивает ситуацию с пожарами в России, как сложную и требующую постоянного внимания со стороны государства из-за её заметного негативного влияния на темпы социально-экономического развития России и экологическую обстановку. Пожарная безопасность технологических процессов в настоящее время занимает важное место на производстве, так как пожары сопровождаются ущербами производству и природной окружающей среде, а опасные факторы пожара приводят к травмированию и гибели людей. Обеспечение пожарной безопасности и организации пожарной профилактики на производстве стирола является одной из главных задач для руководителей предприятий, так как вещества, обращающиеся при производстве стирола, обладают высокой степенью взрывоопасности.

В круг мероприятий по пожарной профилактике входят проверка и утверждение проектов строительства, контроль над выполнением норм по пожарной безопасности, борьба с поджогами, сбор данных, а также инструктаж и обучение широкой общественности и специальных контингентов. Важность роли предупредительных мероприятий трудно недооценить, мероприятия по обеспечению пожарной безопасности и профилактики включены в состав обязательный требований при проектировании объектов капитального строительства [1].

В соответствии с правилами противопожарного режима в Российской Федерации лица допускаются к работе на объекте защиты только после прохождения обучения мерам пожарной безопасности.

В отношении здания или сооружения (кроме жилых домов), в которых могут одновременно находиться 50 и более человек, а также на объекте с постоянными рабочими местами на этаже для 10 и более человек руководитель организации организует разработку планов эвакуации людей при пожаре, которые размещаются на видных местах.

На руководителей организаций так же возлагается обязанность по соблюдению обширного перечня мер пожарной безопасности, предусмотренных правилами противопожарного режима, например, категорирование по взрывопожарной и пожарной опасности, обеспечение соблюдения проектных решений в отношении пределов огнестойкости строительных конструкций и инженерного оборудования, осуществляет проверку состояния огнезащитного покрытия строительных конструкций и инженерного оборудования, проведение тренировок по эвакуации людей из здания и т.д. [2].

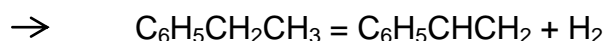
Потенциальная угроза взрыва или возникновения пожара на предприятии не является эфемерной. Оценка опасности того или иного промышленного производства представляется очень важной. Поэтому специалистами введено деление на категории производств по пожарной и противопожарной опасности – такому категорированию сейчас уделяется большое значение. Классификация производств по взрывоопасности зон довольно сложна, здесь существует 6 классов зон по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), по степени опасности пожароопасные зоны делятся на четыре класса, в порядке убывания пожарной опасности: П-I, П-II, П-IIa, П-III [3]. В зависимости от частоты и длительности присутствия взрывоопасной смеси по Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности (ТР о ТПБ) взрывоопасные зоны подразделяются на 6 классов взрывоопасности. По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории:

- повышенная взрывопожароопасность (А);
- взрывопожароопасность (Б);
- пожароопасность (В1 – В4);
- умеренная пожароопасность (Г);
- пониженная пожароопасность (Д).

Большую часть стирола (около 85 %) в промышленности получают дегидрированием этилбензола. Вторым способом, которым получают оставшиеся 15 %, является дегидратация метилфенилкарбинола, образующегося в процессе получения оксида пропилена из гидропероксида этилбензола. Гидропероксид этилбензола получают из этилбензола некаталитическим окислением воздухом.

Цель данной статьи – рассмотреть пожарно-профилактические мероприятия, применяемые при производстве стирола первым способом, наиболее распространенным на территории Российской Федерации и который используется при производстве стирола и на Ангарском заводе полимеров.

Сущность процесса состоит в том, что от молекулы этилбензола при высокой температуре, с участием специального катализатора отщепляется водород по уравнению:



В результате реакции образуется стирол и ряд побочных продуктов [4].

Технологический процесс производства стирола протекает следующим образом: предварительно подогретая этилбензольная шихта, составленная из чистого и возвратного этилбензола, в смеси с водяным паром поступает на дегидрирование в контактные печи, проходя через слой катализатора в трубчатке, или в реактор, внутренний объем которого заполнен катализатором.

В первом случае для ведения реакции применяется пламенных обогрев в целях поддержания в трубчатке температуры порядка 600 °С, во втором случае тепло в зону реакции вводится с перегретым до 740 °С водяным паром.

В результате реакции получается стирол (38-40 %), этилбензол (57-58 %), толуол (3-4 %), бензол (0,4-0,8 %) и остаток с молекулярным весом порядка 128-0,2-0,3 % по весу. Сложная смесь, состоящая из водяного пара и названных углеводородов (контактный газ) – проходит стадию конденсации, где конденсируются печное масло и водяной пар [5].

Смесь печного масла и парового конденсата проходит стадию отделения от воды и не сконденсировавшихся газов, после чего печное мало направляется гидрохиномом во избежание полимеризации стирола и откачивается на склад.

Не сконденсировавшаяся часть газа дегидрирования используется в качестве топлива для обогрева контактных печей.

Печное масло со склада подается на ректификацию. Ректификационная установка включает в себя три агрегата, работающие под глубоким вакуумом порядка 740 мм рт. ст. и служащих для выделения стирола, и один агрегат по выделению бензольно-толуольной фракции из углеводородных смесей, работающий под небольшим положительным давлением. Обогрев колонн ведется при помощи глухого пара. Погон каждой ректификационной колонны проходит стадию конденсации, конденсат стекает в сборники, а из них в товарные емкости на склад. Вакуум в системе ректификационных агрегатов создается парожекционными установками, представляющих собой сочетание эжекторов, через которые с большой скоростью проходит водяной пар, и конденсаторов смешения, предназначенных для конденсации отсасываемых из колонн паров и газов [6].

По степени пожарной опасности печное отделение относится к категории Г (умеренная пожароопасность), класс П-IIа, отделение конденсации цеха дегидрирования этилбензола, цех ректификации и насосная по перекачке ЛВЖ – к производствам категории А (повышенная взрывопожароопасность), взрывоопасная зона по ПУЭ – класс помещения В-Iа, по ТР о ТПБ – 2 класс взрывоопасной зоны, так как взрывоопасные концентрации могут образовываться при авариях аппаратуры и выходе из строя вытяжной вентиляции.

Пожарная опасность технологического процесса определяется наличием большого числа аппаратов и коммуникаций, заполненных огнеопасными жидкостями и горючими газами, а также наличием аппаратов, обогреваемых пламенем. Взрывоопасные концентрации внутри аппаратов с горючими жидкостями при нормальной работе могут образовываться в том случае, если в аппарате имеется паровоздушное пространство и рабочая температура находится между нижними и верхними пределами взрываемости.

Так, например, в сборнике стирола-ректификатора с рабочей температурой 30 °С действительная концентрация насыщенных паров будет несколько выше нижнего предела взрываемости (1,01 %), таким образом, в названных аппаратах при появлении источника воспламенения произойдет взрыв воздушной смеси [7].

Опасным моментом является внезапный обрыв факела в камере сгорания контактной или пароперегревательной печей, поэтому с возобновлением подачи газа при незажженной горелке внутренний объем печи будет загазован, а при розжиге горелок возможен взрыв.

Источниками воспламенения горючей среды в цехах по производству стирола являются:

- 1) применение открытого огня, проведение газо- и электросварочных работ;
- 2) введение процесса дегидрирования этилбензола при температуре выше температуры самовоспламенения, поэтому в случае выхода продукта наружу он мгновенно воспламенится при соприкосновении с воздухом;
- 3) искры механического происхождения при проведении ремонтных работ.

Распространение огня в пределах помещения и с переходом в соседние помещения возможно в следующих случаях:

- а) при прорыве коммуникации с жидкими продуктами, возможно распространение пожара на значительные площади данного и соседних помещений;
- б) при отложении сконденсировавшихся горючих паров в воздуховодах вытяжной вентиляции;
- в) при распространении огня в местах прохода колон, трубопроводов в межэтажных перекрытиях, где имеются не плотности, через проемы в стенах.

Меры по обеспечению пожарной безопасности, осуществляемые при производстве стирола аналогичны мероприятиям на всех производствах химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Наиболее важными из них являются:

1) Выполнение на действующих и проектируемых предприятиях несущих конструкций (колонн, балок, прогонов) металлическими.

В связи с этим необходимо, чтобы пределы огнестойкости несущих конструкций принимались не менее установленных для зданий I и II степеней огнестойкости.

2) Устройство негоряемых тамбур-шлюзов с самозакрывающимися противопожарными дверями в случае сообщения производственных помещений с лестничной клеткой блока вспомогательных помещений.

3) Герметизация мест пропуска технологических трубопроводов через глухую стену, разделяющую печное отделение и отделение конденсации.

4) По периметру технологических и других проемов, а также вокруг аппаратов, проходящих по высоте через несколько этажей, следует устраивать негоряемые бортики высотой 0,2 м, чтобы предотвратить растекание жидких продуктов в нижерасположенные этажи.

5) В целях обеспечения пожарной безопасности отделения цехов оборудование постоянно действующей вытяжной вентиляцией с кратностью обмена не менее 8 и дополнительной аварийной с кратностью обмена не менее 4. Если постоянно действующая вентиляция обеспечивает 12-кратный воздухообмен, аварийная вентиляция не требуется.

6) Установка сильно нагреваемых аппаратов за пределами производственных помещений.

7) Оборудование контактных печей и реакторов системами для создания паровой завесы в случае угрозы пожара.

8) Важнейшим условием обеспечения безопасного ведения технологического процесса является применение систем автоматического регулирования. Однако в ряде случаев при недостаточном контроле за работой автоматики последняя может послужить причиной аварии.

Примером может служить авария в пункте подготовки и сбора нефти цеха подготовки и перекачки нефти ООО «РН-Ставропольнефтегаз» ОАО «НК «Роснефть» произошедшая 07.05.2014 г. Технической причиной аварии явился сбой автоматизированной системы управления технологическим процессом печи вследствие снижения напряжения ниже допустимого в системе противоаварийной защиты [8].

9) Поддержка температурного режима в аппаратах, где возможно образование взрывоопасных концентраций ниже нижнего или выше верхнего температурных пределов взрываемости. Более эффективным и экономически оправданным является ведение процесса в этих аппаратах под защитой азота.

10) Оборудование производственных помещений системами автоматической пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.

Защита производственных помещений осуществляется автоматическими установками пожаротушения, которые бывают следующих видов: водные, пенные, порошковые, газовые, аэрозольные, комбинированные. В соответствии с ГОСТ 10003-90 «Стирол. Технические условия» для тушения стирола применяют пенные и углекислотные огнетушители, тонко распыленную воду, инертный газ, песок, асбестовое одеяло [9]. Так как стирол может полимеризоваться в тепле, под воздействием света, окислителей, кислорода и пероксидов и приводить к появлению опасности пожара и взрыва, наиболее оптимальным будет использование пенных автоматических установок пожаротушения.

Системы автоматических установок пожаротушения соединены с вентиляцией и при возгорании предметов герметично закрывают все клапаны. Они оснащены извещателями, имеют электронное табло, специальную программу системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), которые предупреждают находящихся в здании людей об опасности пожара.

11) Оборудование производственных помещений внутренним противопожарным водопроводом, который представляет собой совокупность трубопроводов и технических средств, обеспечивающих подачу воды к пожарным кранам. Требования к устройству внутреннего пожарного водопровода содержатся в СП 10.13130.2009 [10].

12) Производственные помещения надлежит оборудовать системами противодымной защиты, представляющие собой автоматические системы защиты, блокирующие на начальной стадии пожара дальнейшее распространение дымовых газов в смежные помещения из пожарного отсека здания/сооружения, где произошло возгорание, по эвакуационным путям – лестничным клеткам, коридорам, переходам; а также эффективно удаляющие попавшие/просочившиеся в них дымовые газы; обеспечивающие приток свежего воздуха, взятого извне для обеспечения возможности дыхания людей, покидающих строения.

13) Большинство оборудования элементов активной огнезащиты зданий, различных инженерных, технологических сооружений предназначены для обнаружения очага возгорания как установки АПС, или для локализации, ликвидации как стационарные системы пожаротушения; но они не способны бороться с таким опасным фактором, как дымовой поток, буквально за считанные минуты способный распространиться по всем этажам, отметкам строений, сделав невозможной эвакуацию привычным способом, даже при помощи световых, звуковых пожарных оповещателей установок СОУЭ [11].

14) На предприятиях нефтепереработки должен быть разработан комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной

безопасности – перечень мероприятий, направленных на снижение возможности возникновения взрывопожароопасной ситуации в первую очередь по причине халатности исполнения должностными лицами своих обязанностей, а также на ликвидацию угрозы для жизни и здоровья людей и снижение материального ущерба в случае возникновения пожара.

Таким образом, большинство цехов на предприятии по производству стирола относятся к наивысшей категории пожароопасности и взрывоопасности. Вещества, используемые при производстве стирола и получаемые в результате производства, имеют низкие температуры возгорания. Соблюдение мер по обеспечению пожарной безопасности при производстве стирола позволит минимизировать нарушения технологического процесса, возникновение пожаровзрывоопасных и аварийных ситуаций, а также их опасных последствий, тем самым обеспечит бесперебойную работу предприятий, его экономическую стабильность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – Текст: электронный. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200013> (дата обращения: 17.02.2021).

2. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении правил противопожарного режима в Российской Федерации» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – Текст: электронный. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200013> (дата обращения: 17.02.2021).

3. Правило устройства электроустановок. Утверждены Министерством энергетики Российской Федерации Приказ от 8 июля 2002 г. № 204 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – Текст: электронный. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200412> (дата обращения: 17.02.2021).

4. Соколов, Р. С. Химическая технология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: В 2 т. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – Т. 2: Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов. – 448 с. – Текст: непосредственный.

5. Тимофеев, В.С., Серафимов, Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: учеб. пособие для вузов / В.С. Тимофеев, Л.А. Серафимов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 2003. – 536 с. – Текст: непосредственный.

6. Платэ Н.А. Основы химии и технологии мономеров: Учеб. Пособие / Н.А. Платэ, Е.В. Сливинский. – М.: Наука: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. – 696 с. – Текст: непосредственный.

7. Хананашвили Л.М., Андриянов К.А. Технология элементарорганических мономеров и полимеров: Учебник для вузов. – М.: Химия, 2010. – 413 с. – Текст: непосредственный.

8. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору информирует об авариях и несчастных случаях, по которым завершено расследование // Сайт Западно-Уральского управления Ростехнадзора – Текст: электронный. URL: <http://www.zural.gosnadzor.ru/news/64/334/> (дата обращения: 17.02.2021).

9. Государственным стандартом Союза ССР «Стирол» ГОСТ 10003-90 безопасности // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – Текст: электронный. <https://docs.cntd.ru/document/1200020191> (дата обращения: 17.02.2021).

10. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Внутренний пожарный водопровод. Требования пожарной безопасности // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – Текст: электронный. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071153> (дата обращения: 17.02.2021).

11. Системы противодымной защиты: устройство, требования, принцип работы // Сайт Fireman. club – Текст: электронный. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/sistemyi-protivodyimnoy-zashhityi-ustroystvo-trebovaniya-printsip-raboty/> (дата обращения: 17.02.2021).