

УДК 614.841

**АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА НА ПРИМЕРЕ ОАО  
«БАЛАШИХИНСКИЙ ОПЫТНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

**Боландина Е.С.**

Донской государственный технический университет (344000, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), e-mail: [katya\\_bolandina@mail.ru](mailto:katya_bolandina@mail.ru)

Полиэтилен является самым распространенным полимером, его получают путем полимеризации этилена методом низкого давления.

Технологический процесс производства полиэтилена методом низкого давления является взрывопожароопасным. Пожарная опасность обуславливается обращением большого количества легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), горючих жидкостей (ГЖ) и газов, наличием пожароопасной среды в аппаратах, взрывоопасность некоторых веществ, усиливающаяся агрессивностью среды, технологическими параметрами (температура, давление).

Пожарная безопасность технологических процессов обеспечивается комплексом профилактических мероприятий, направленных на предотвращение взрывов и пожаров, на их локализацию и на создание условий для эффективного их тушения.

Объектом исследования в данной статье является ОАО «Балашихинский опытный химический завод», расположенный в Московской области. Целью является разработка мер пожарной профилактики и активной пожарной данного объекта, то есть обеспечение пожарной безопасности процесса производства полиэтилена на данном объекте.

На примере ОАО «Балашихинский опытный химический завод» рассмотрен механизм полимеризации этилена при низком давлении, выявлены вещества, которые обладают наиболее пожаровзрывоопасными свойствами. Произведено исследование причин возникновения пожара в результате механического, теплового и химического воздействия, а также разработан комплекс технических решений, направленных на обеспечение пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, полимеризация этилена, пожаровзрывоопасность.

**ANALYSIS OF FIRE SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF  
POLYETHYLENE ON THE EXAMPLE OF JSC "BALASHIKHA  
EXPERIENCED CHEMICAL PLANT"**

**Bolandina E.S.**

Don state technical university (344000, Rostov-on-Don, Gagarin square, 1), e-mail: [katya\\_bolandina@mail.ru](mailto:katya_bolandina@mail.ru)

Polyethylene is the most common polymer, it is produced by the polymerization of ethylene under low pressure.

The technological process of production of low-pressure polyethylene is explosive. The fire danger is caused by the circulation of a large number of flammable liquids, flammable liquids and gases, the presence of combustible environment in the apparatus, the explosion of certain substances, the increasing aggressiveness of the environment, technological parameters (temperature, pressure).

Fire safety of technological processes is provided by a set of preventive measures aimed at preventing explosions and fires, their localization and creation of conditions for their effective extinguishing.

The object of research in this article is JSC "Balashikha experimental chemical plant", located in the Moscow region. The goal is to develop fire-prevention measures and active fire-prevention measures of the facility, that is, to ensure fire safety of the polyethylene production process at the facility.

On the example of JSC "Balashikha experimental chemical plant" the mechanism of polymerization of ethylene at low pressure is considered, substances with the most fire-explosive properties are revealed. The study of the causes of fire as a result of mechanical,

**thermal and chemical influences, as well as a set of technical solutions aimed at ensuring fire safety. Keywords: fire safety, polymerization of ethylene, fire and explosion hazard.**

Этилен – это органическое химическое соединение, которое описывается формулой  $C_2H_4$ . Полиэтилен является термопластичным полимером этилена.

Производство полиэтилена является одной из наиболее взрывопожароопасных отраслей химической промышленности. [4] Так, согласно статистики МЧС России, из-за нарушения технологических процессов производства и неисправности производственного оборудования в первом квартале 2018 года произошло 137 пожара. Поэтому, разработка комплекса мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса производства полиэтилена является актуальной проблемой.

Пожарная опасность процесса производства полиэтилена объясняется тем, что в технологических схемах присутствуют аппараты в которых обращаются ЛВЖ и ГЖ, а так же горючие газы, при этом возможно изменение уровня жидкости или газа, а так же аппараты, которые полностью заполнены жидкостью (насосы, трубопроводы) или внутри которых находятся одновременно горючая жидкость и газ. Кроме того, влияние на пожароопасность оказывают технологические параметры (температура, давление, объемная скорость, концентрация реагентов и т. д.), а также конструктивное устройство и режим работы технологических аппаратов, агрессивность среды и другие факторы. [3]

Так же, пожарная опасность данного технологического процесса объясняется тем, что сырье и вспомогательные вещества при производстве полиэтилена – огнеопасные газы, особо опасные из них – это этилен, ацетилен, пропилен и жидкости – бензин, циклогексан, четыреххлористый титан, триэтилалюминий. Этилен является наиболее опасным, так как служит основным сырьем и обращается в больших количествах. Во время производства данный газ не опасен, но при взаимодействии с воздухом при утечке, вызванной повреждением технологического оборудования, либо при попадании окислителя в реактор, может образовывать взрывоопасные смеси.

Рассмотрим пожарную опасность технологического процесса производства полиэтилена на примере ОАО «Балашихинский опытный химический завод».

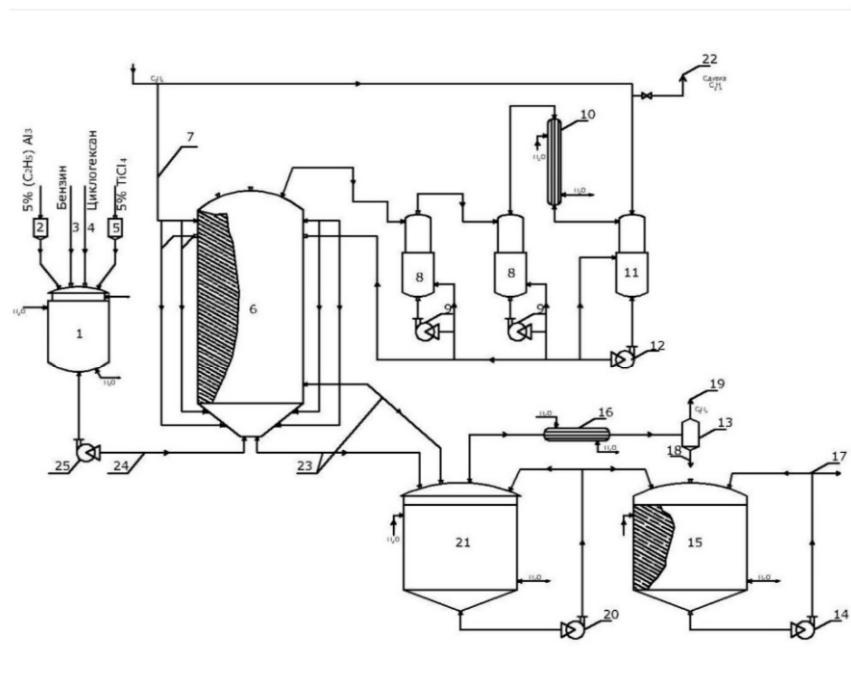
ОАО «Балашихинский опытный химический завод» был основан в 1947 году и является одним из ведущих химических предприятий не только Московской области, но и Российской Федерации. В настоящее время - это одно из наиболее крупных химических предприятий России, которое расположено на площади 180 гектар. На сегодняшний день завод оснащен современным высокотехнологичным оборудованием и обеспечивает трудоустройство более чем 3500 человек.

Данный завод специализируется на производстве продукции из пластмасс: пластиковая тара, предметы быта, а также продукция для автомобилей, медицины, сельского хозяйства и пищевой промышленности.

Рассмотрим механизм полимеризации полиэтилена способом низкого давления, применяемый на данном предприятии.

Наиболее популярным способом получения полиэтилена является полимеризация этилена и пропилена методом низкого давления с использованием слабого раствора триэтилалюминия в бензине и циклогексане. Так как бензин и циклогексан не растворяют полиэтилен и пропилен, то полимеризация приводит к образованию механической смеси (суспензии) мелких частичек полимера с растворителем. [5] Полученные полимеры в дальнейшем освобождаются от растворителя с помощью фильтрации, их промывают метанолом и высушивают. Готовая продукция может быть в виде мелкого порошка или сформированных гранул, насыпанных в мешки.

Сырьем для получения полиэтилена методом низкого давления является очищенный этилен, смешанный с металлоорганическим катализатором – триэтилалюминием и четыреххлористым титаном. В следствии взаимодействия алюминия с хлористым или бромистым этилом возникает промежуточный продукт – сесквигалоид. При оказании воздействия металлического натрия на сесквигалоид получается триэтилалюминий. Технологическая схема полимеризации этилена представлена на рисунке 1.

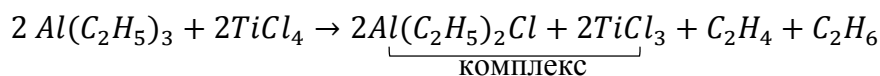


№ п/п	Наименование аппаратов
1	Насос подачи катализатора
2	Смеситель-разбавитель
3	Водяная рубашка
4	Мерник 5% триэтилалюминия
5	Мерник 5%
6	Полимеризатор
7	Линия свежего этилена
8	Циклонные отделители
9	Насос
10	Холодильник-конденсатор
11	Сепаратор
12	Насосы циркулярные
13	Сепаратор
14	Насосы циркулярные
15	Конечный сборник суспензии
16	Холодильник-конденсатор
17	Насос суспензионный
18	Линия отвода суспензии
19	Конечный сборник суспензии
20	Насос суспензионный
21	Сборник суспензии
22	Холодный конденсатор
23	Линия отвода суспензии
24	Линия подачи катализаторного комплекса
25	Насос подачи катализатора

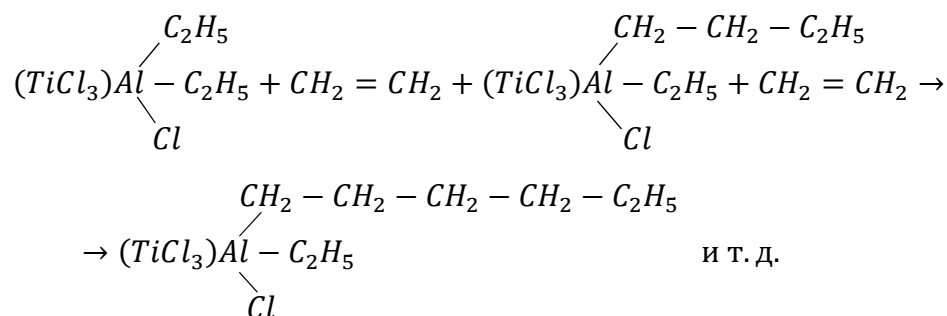
Рисунок 1. Технологическая схема полимеризации этилена

Полимеризация этилена при низком давлении происходит по анионному механизму по данной схеме:

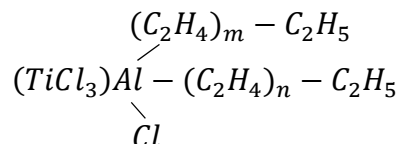
1. активация катализатора (образование катализаторного комплекса): [5]



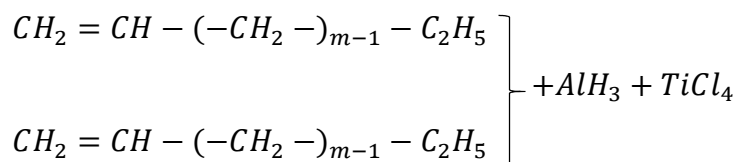
2. порошок треххлористого титана, выпавший в осадок, вызывает абсорбцию хлорэтилалюминий на поверхности и создает очаги активации; мономерные звенья присоединяются к катализаторному комплексу, вызывая рост цепи, из-за внедрения этилена между атомами алюминия и алкила:



3. регенерация активного центра провоцирует обрыв цепи, вследствие передачи цепи на мономер или на растворитель. Вследствие чего образуются соединения данного типа:



после распада которого получается смесь полиэтилена, четыреххлористого титана и гидрата алюминия:



Основным условием, обеспечивающим безопасную эксплуатацию технологического оборудования при химических процессах, является обеспечение его прочности. Наиболее часто происходят повреждения в результате механических воздействий. Они включают в себя ошибки при конструировании (недостаточно прочный материал, ошибки при расчете), некачественное изготовление, возникновение чрезмерного внутреннего давления из-за нарушения эксплуатации, неисправность или отсутствие предохранительной арматуры.

Другой вид повреждений может наступить в результате температурных напряжений, возникающих в следствии изменения температурного режима, использовании

биметаллических и толстостенных элементов в аппарате, находящихся под разными температурами.

Так же, материал из которого выполнены элементы технологического оборудования могут разрушаться под воздействием химических факторов. Таким фактором является коррозия, которая вызывает разрушение материала, из которого изготовлен аппарат, в результате соприкосновения со средой. Коррозии, в первую очередь, подвержены швы, прокладки, разъемные соединения, места изгибов и поворотов труб.

Взрывопожарная ситуация на производстве возникает при одновременном наличии трех факторов: горючего вещества, окислителя и источников зажигания. [2] Устранение хотя бы одного из данных факторов является основным принципом профилактики пожаров.

Наличие горючей среды и кислорода в воздухе атмосферы является неотъемлемой частью многих технологических процессов. Поэтому именно на устранение появления возможных источников зажигания (искры, открытый огонь, высоко нагретые продукты горения и раскаленные ими поверхности) направлены меры по предотвращению пожароопасных ситуаций.

Кроме того, ЛВЖ, ГЖ и жидкие горючие газы имеют характерную особенность испаряться при любых условиях. Таким образом, над поверхностью ГЖ всегда находится их пары, которые, смешиваясь с воздухом, могут образовывать взрывоопасные смеси, что может вызвать вспышку или самовоспламенение паров. [1]

Наиболее часто для обеспечения защиты технологического оборудования от разрушений при взрыве используют взрывные клапаны и предохранительные мембранные устройства. Виды предохраняющих мембран представлены на рисунке 2.

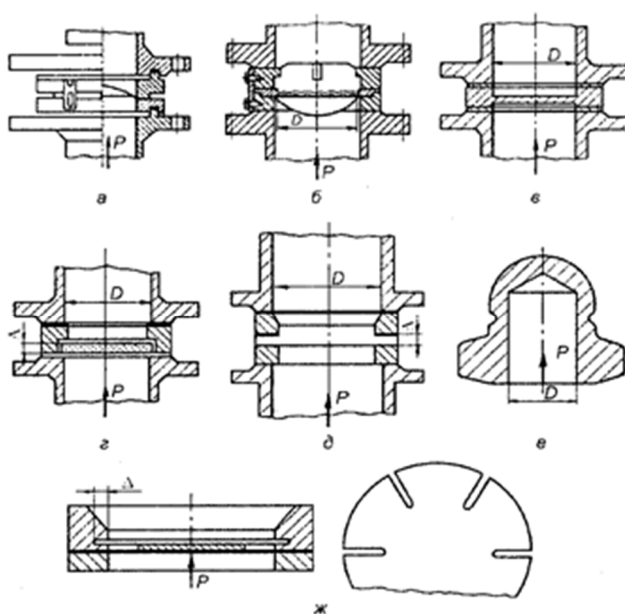


Рисунок 2. Виды предохранительных мембран

а-разрывная, б-хлопающая, в,г-ломающаяся, д-срезная, е-отрывная, ж-специальная

Предохранительные мембраны разрывного типа наиболее просты в изготовлении и поэтому имеют наибольшую популярность. Материал мембраны подбирают исходя из химической активности среды в аппарате и характера действующей на мембрану нагрузки. Чаще всего материалом для них служат тонколистовые пластичные металлы (алюминий, никель, медь, нержавеющая сталь, и др.) Мембраны размещают преимущественно в верхней части аппаратов, на трубопроводах устанавливают на тупиках и поворотах.

Так, для обеспечения пожарной безопасности технологического процесса производства полиэтилена следует предусматривать следующие технические решения:

- использование флегматизаторов в газовом пространстве аппарата;
- поддержание соответствующего безопасного температурного режима;
- обеспечение содержания веществ в интервале безопасных концентраций;
- проведение внеплановых, целевых, повторных инструктажей по охране труда;
- стабилизация избыточного давления в газовых коммуникациях и устройство дыхательных клапанов;
- содержание линий отвода продуктов реакций, систем стравливания избыточного давления и трубопроводов в исправном состоянии;
- обеспечение аварийной эвакуации продуктов;
- устройство огнепреградителей и взрывных мембран;

Таким образом, данные мероприятия и их комбинации позволяют обеспечить пожарную безопасность процессов полимеризации этилена.

#### Список литературы:

1. Горюнов Д.Г. Пожарная безопасность технологических процессов: краткий курс лекций для студентов специальности 20.05.01 Пожарная безопасность / Сост.: Д.Г. Горюнов, С.А. Анисимов // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 85 с.
2. Горячев С.А. Пожарная безопасность технологических процессов. Ч.1. Анализ пожарной опасности и защиты технологического оборудования: Учебник / С.А. Горячев, С.В. Молчанов, В.П. Назаров и др.; Под общ. ред. В.П. Назарова и В.В. Рубцова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 221с.
3. Горячев С.А. Пожарная безопасность технологических процессов: учебник для бакалавров/ С.А. Горячев, С.А. Швырков, А.П. Петров и др.; под общ. ред. С.А. Горячева – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 315с.
4. Журавлев Д.А. Анализ техногенной опасности при производстве полиэтилена/ Инновационные процессы в научной среде: сборник статей международной научно-практической конференции в 3 ч. Ч.3/ – Уфа: АЭТЕРНА, 2017. – 276с.

5. Трушкова Е.А. Методические указания к выполнению курсового проекта «Обеспечение пожарной безопасности технологических процессов производства полиэтилена и окраски и сушки металлических деталей машин» по дисциплине «Пожарная безопасность технологических процессов». / Е.А. Трушкова, Е.В. Омельченко – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2009. – 38с.