

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Оценка пожаровзрывоопасности блока риформинга и регенерации
адсорбента установки каталитического риформинга**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента (ки) 4 курса 441 группы
направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Института химии
Михайловой Светланы Михайловны

Научный руководитель

К.Восен.Н., доцент
должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

М.И. Иванюков
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

Д.Х.Н., профессор
должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина
инициалы, фамилия

Саратов 2020

ВВЕДЕНИЕ

Для современной техники одним из важнейших видов горючего для двигателей является бензин. Потребность в автомобильном бензине постоянно растет, возрастают и требования к его качеству, что вызывает необходимость развития и создания новых технологических процессов производства основных компонентов бензинов, позволяющих углубить отбор этого продукта и улучшить важнейшее эксплуатационное свойство топлива - детонационную стойкость бензина, оцениваемую октановым числом.

Одним из ведущих процессов современной нефтепереработки и нефтехимии является каталитический риформинг. С помощью данного процесса получают высокооктановые компоненты автомобильных бензинов, ароматические углеводороды и водородосодержащий газ - технический водород, используемый в гидрогенизационных процессах нефтепереработки.

Каталитический риформинг широко распространен в промышленности и с 1940 года по настоящее время используется практически на всех отечественных и зарубежных нефтеперерабатывающих заводах.

Актуальность данной выпускной квалификационной работы, связана с постоянно возрастающей эксплуатацией и развитием процесса, которая пропорциональна растущей потребности в высококачественных компонентах бензина, а также источниках сырья для нефтехимической промышленности. Основными факторами развития данного процесса является: регулярное введение новых требований к качеству и составу топлив, усиление норм и требований безопасности, экологические стандарты, к.п.д. процесса. Следовательно, данная тенденция к развитию сопряжена с исследованием новой техники, оборудования, технологий, повышением эффективности производства и т.д. Но при этом, внедрение и освоение новой техники и технологий значительно увеличивает риски аварийных ситуаций на

производстве, причиняющих значительный ущерб здоровью и жизни людей, окружающей среде, а также самому производству.

Целью данной выпускной квалификационной работы является оценка пожаровзрывоопасности блока риформинга и регенерации адсорбента промышленной установки каталитического риформинга.

Для достижения цели работы, необходимо решить следующие **задачи**:

- Определить опасности способные привести к возникновению аварийных ситуаций;
- Рассчитать количества опасного вещества, участвующего в аварии и создании поражающего фактора;
- Рассчитать зоны поражения и возможных последствий при возникновении аварийных ситуаций;
- Разработать рекомендации по снижению уровня опасности при эксплуатации блока риформинга и регенерации адсорбента на установке каталитического риформинга.

Раздел 1 Литературный обзор. Характеристика объекта исследования

Установка каталитического риформинга предназначена для получения стабильного катализата — высокооктанового компонента автомобильных бензинов и ВСГ в результате каталитических превращений прямогонной бензиновой фракции (100-180)°С.

Технологический процесс состоит из стадий: гидроочистки, каталитического риформинга и стабилизации [1].

Прямогонная бензиновая фракция 100-180 °С смешивается с ВСГ и поступает на стадию предварительной гидроочистки сырья, где происходит превращение и удаление органических серо-, азот- и кислородсодержащих соединений, соединений содержащие металлы и галогены, непредельные углеводороды, т.е. соединений, дезактивирующих полиметаллический платинорениевый катализатор риформинга.

Превращение указанных веществ происходит в температурном диапазоне 280-330°С и давлении 28-49 кгс/см² на гидрирующем алюмокобальт(никель)молибденовом катализаторе. Процесс гидроочистки основывается на реакциях гидрогенизации, при этом органические соединения серы, азота и кислорода в результате гидрирования превращаются в углеводороды с выделением сероводорода, аммиака, воды и хлористого водорода, которые в свою очередь удаляются путем отпарки гидрогенизата [5].

Далее гидроочищенное сырье (стабильный гидрогенизат) поступает на стадию каталитического риформирования.

Целью каталитического риформинга является получение высокооктановых автомобильных бензинов, ароматических углеводородов и технического водорода.

Процесс ведут при температуре в пределах 480-520°C, перепад температуры в реакторах риформинга определяется, главным образом, тепловыми эффектами реакций, протекающих в них и давление в пределах от 12 до 23 кгс/см².

В основе риформинга лежат реакции следующего типа: ароматизация исходного сырья, изомеризация углеводородов, гидрокрекинг углеводородов. Осуществление всех трех типов реакций приводит к повышению октанового числа [3].

После каталитического риформинга нестабильный катализат поступает на стадию стабилизацию для получения стабильного катализата с октановым числом до 96 пунктов по исследовательскому методу и получению углеводородных газов, используемых как технологическое топливо.

Раздел 2 Характеристика возможных опасностей

Одно из наиболее опасного, но в тоже время важного и сложного оборудования, используемого в технологическом процессе, являются реактора, а также многокамерные печи [8]. Особенностью работы оборудования и реакторов установки являются высокие температуры и давление, а также присутствие водорода при жестком режиме. В свою очередь, блок риформинга и регенерации адсорбента оснащен данным оборудованием и аппаратурой и с точки зрения безопасности, является наиболее опасным блоком установки. Следовательно, дальнейшее исследование проведено для наиболее опасного блока установки.

На основе изучения технологического процесса блока, характеристик опасных веществ, данных о аппаратурном оформлении, и рассмотрении известных аварий на объектах подобного вида были определены наиболее представительные возможные сценарии аварийной ситуации в блоке и рассчитаны количества опасного вещества.

Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Возможные сценарии развития аварийной ситуации

№ сценария	Схема развития аварийной ситуации	Основной поражающий фактор	Количество опасного вещества, т	
			Участвующего в аварийной ситуации	Участвующего в создании поражающих факторов
C1	Прогар змеевика печи → выброс смеси бензиновой фракции и ВСГ в топку печи → воспламенение смеси бензиновой фракции и	Тепловое излучение	0,062	0,062

	водородсодержащего газа → пожар в топке печи			
--	---	--	--	--

Продолжение таблицы 1

С2	Прогар змеевика печи → выброс водородсодержащего газа в топку печи → воспламенение водородсодержащего газа → пожар в топке печи	Тепловое излучение	0,001	0,001
С3	Разгерметизация адсорбера , осушителя → образование взрывоопасного облака парогазовоздушной смеси ВСГ → дефлаграционное сгорание (взрыв) ГПВС при наличии источника зажигания → поражение оборудования и персонала ударной волной	Ударная волна	0,2	0,1
С4	Разгерметизация сепаратора высокого давления → выброс опасного вещества и его растекание → воспламенение опасного вещества при условии наличия источника зажигания → пожар разлива → термическое поражение оборудования и персонала	Тепловое излучение	21,4	21,4
С5	Разгерметизация реактора → образование газопаровоздушной смеси (ГПВС) → вспышка ГПВС при наличии источника зажигания → термическое поражение оборудования и персонала	Тепловое излучение	14,2	14,2

Раздел 3 Анализ вероятных опасностей технологического блока

Для определения степени воздействия возможных сценариев для каждого проведем соответствующие расчеты [4].

В результате проведенного анализа были выявлены наиболее опасный и наиболее вероятный сценарии развития аварийных ситуаций.

Результаты реализации наиболее опасного сценария указаны в таблице 2.

Таблица 2 - Основные результаты расчета вероятных зон действия поражающих факторов при реализации наиболее опасного сценария

Взрыв парогазовоздушной смеси на наружной установке при разгерметизации адсорбера, осушителя (Методика Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 марта 2013 г. № 96)		
<i>Радиусы зон разрушений ударной волной, м</i>		<i>Класс зоны разрушения</i>
Полное разрушение зданий с массивными стенами, $\Delta P \geq 100$ кПа	15,2	1
Разрушение стен кирпичных зданий толщиной в 1,5 кирпича; перемещение цилиндрических резервуаров; разрушение трубопроводных эстакад, $\Delta P = 70$ кПа	22,4	2
Разрушение перекрытий промышленных зданий; разрушение промышленных стальных несущих конструкций; деформации	38,3	3

трубопроводных эстакад, $\Delta P = 28$ кПа		
Разрушение перегородок и кровли зданий; повреждение стальных конструкций каркасов, ферм, $\Delta P = 14$ кПа	111,8	4
Граница зоны повреждений зданий; частичное повреждение остекления, $\Delta P \leq 2$ кПа	223,6	5

Результаты реализации наиболее вероятного сценария размеры зон воздействия теплового излучения указаны в таблице 3.

Таблица 3 - Основные результаты расчета вероятных зон действия поражающих факторов при реализации наиболее вероятного сценария

Пожар в топке печи (Методика ГОСТ Р 12.3.047-2012 и СП 12.13130.2009)	
Параметр	Результаты расчета
Максимальная площадь пожара, м ²	27
Радиус зоны поражения открытым пламенем, м	2,9
<i>Уровни воздействия теплового излучения (радиусы зон поражения), м</i>	
Воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганной поверхности; воспламенение фанеры, 17 кВт/м ²	5,9

Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12%) при длительности облучения 15 мин, 12,9 кВт/м ²	7,5
Непереносимая боль через 3-5 с Ожог 1-й степени через 6-8 с Ожог 2-й степени через 12-16 с, 10,5 кВт/м ²	8,8
Непереносимая боль через 20-30 с Ожог 1-й степени через 15-20 с Ожог 2-й степени через 30-40 с Воспламенение хлопка-волокна через 15 мин, 7 кВт/м ²	11,7
Безопасно для человека в брезентовой одежде, 4,2 кВт/м ²	16
Без негативных последствий в течение длительного времени, 1,4 кВт/м ²	29

Раздел 4 Меры безопасности при работе на блоке риформинга и регенерации адсорбента

На основе полученных результатов таблицы 1, указанной в разделе 2, было определено, что блок каталитического риформинга и регенерации адсорбента относится к «первой» категории взрывоопасности

Таким образом, рассматривая вопрос безопасности на технологическом блоке, в первую очередь поднимается тема защиты человека от опасностей [7].

Поэтому, для обеспечения безопасности работающих на исследуемом блоке, были разработаны основные рекомендуемые правила безопасности. Некоторые из этих требования:

- При эксплуатации блока все работающие должны находиться в СИЗ, спецодежда, которая не накапливает статического электричества и спецобувь, которая должна быть без металлических набоек и гвоздей, т.к. это может вызывать при трении искры.
- Безопасность работающих при эксплуатации блока обеспечивается строгим соблюдением норм технологического режима и соответствующих инструкций по эксплуатации всего комплекса оборудования и трубопроводов, инструкций по технике безопасности, газо- и пожаробезопасности.
- Нефтепродукты разлитые при вскрытии на ремонт аппаратов, насосов, трубопроводов и т.д., должны немедленно убираться, а место залитое нефтепродуктами - засыпаться песком, с последующей уборкой или промываться водой в канализацию.
- Разгерметизация оборудования, трубопроводов, внутренний осмотр, ремонт и очистка реакторов и др. закрытых аппаратов производится с соблюдением требований инструкции по организации безопасного проведения газоопасных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была проведена оценка пожаровзрывоопасности блока каталитического риформинга и регенерации адсорбента установки каталитического риформинга нефтеперерабатывающего завода.

Были определены возможные сценарии аварийных ситуаций, на основе опасностей блока, проведена их оценка количества опасного вещества, участвующего в аварии и создании поражающих факторов.

В результате анализа возможных сценариев развития аварий, были выявлены наиболее опасный и наиболее вероятный сценарий развития аварии.

На основании анализа возможных сценариев было установлено, что блок каталитического риформинга и регенерации адсорбента относится к категории повышенной пожаровзрывоопасности и, учитывая это, разработаны рекомендации по мерам безопасности при работе на блоке риформинга и регенерации адсорбента установки каталитического риформинга.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кравцов А.В., Ивашкина Е.Н., Юрьев Е.М. Теоретические основы каталитических процессов переработки нефти и газа. Учебное пособие. - Томск: «ТПУ», 2010. - 144 с.
2. Галеев, А.Д., Поникаров, С.И. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах. Учебное пособие. – Казань: «КНИТУ», 2017. – 152 с.
3. Глаголева, О.Ф., Капустин, В.М. Первичная переработка нефти. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть первая. / О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин. - М.: Химия, КолосС, 2007. - 400 с.
4. Козлитин А.М. Методы анализа риска токсического воздействия на человека при авариях на предприятиях нефтехимической промышленности / А.М. Козлитин // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2012, №6 – С. 442-453.
5. Агабеков, В. Е., Косяков, В. К. Нефть и газ. Технология и продукты переработки / В.Е. Агабеков, В.К. Косяков. – Ростов-на-Дону: Издательство «Феникс», 2014. — 458 с.
6. Ахметов С.А и др. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие / С. А. Ахметова. - СПб.: «Недра», 2006. - 868 с.
7. Козлитин, А.М., Козлитин, П.А. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование, анализ и оценка опасностей техносферы. Учебное пособие. – Саратов: издательский дом «Райт-Экспо», 2013. - 136 с.
8. Жедунов Руслан Равкатович. Идентификация предаварийных ситуаций на промышленных объектах управления : на примере процесса каталитического риформинга : диссертация ... кандидата технических наук :

05.13.01 / Жедунов Руслан Равкатович; [Место защиты: Астрахан. гос. техн. ун-т]. - Астрахань, 2008. - 154 с.