

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей и неорганической химии

**Оценка рисков возникновения аварийной ситуации на установке
каталитического риформинга**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Института химии

Орловой Валерии Николаевной

Научный руководитель

доцент, к.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Т.В. Захарова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

профессор, д.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

И.Ю. Горячева

инициалы, фамилия

Саратов 2023

ВВЕДЕНИЕ

В течение многих лет деятельность нефтеперерабатывающих заводов во всем мире опиралась на процесс каталитического риформинга. Первоначально этот процесс был предназначен для повышения качества низкооктанового прямогонного бензина и получения высокооктановых компонентов моторного топлива путём каталитической активации некоторых видов химических реакций. Достаточно быстро процесс риформинга стал использоваться и для получения отдельных ароматических углеводородов. В результате объединения процессов риформинга, экстракции ароматических соединений и ректификации стало возможно получение из нефтяных фракций высокочистого бензола, толуола и смеси ксилолов.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение технологического процесса установки каталитического риформинга со стационарным слоем катализатора и анализ возможных аварийных ситуаций на ней.

Исходя из указанной цели, определены основные задачи:

1. Изучить технологический процесс каталитического риформинга со стационарным слоем катализатора и выявить опасности на установке;
2. Рассмотреть меры и средства безопасности персонала для предотвращения аварийных ситуаций;
3. Рассчитать вероятные размеры зон действия поражающих факторов реактора блока риформинга.

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа изложена на 45 страницах, состоит из сокращений, введения, 4 разделов и заключения. Список используемых источников включает 27 наименований. Текст сопровождается 2 таблицами и 4 рисунками.

В **теоретической части** работы указано, что каталитический риформинг бензиновой фракции нефти является базовым процессом современной нефтепереработки и предназначен для производства высокооктанового

компонента автобензина, индивидуальных ароматических углеводородов, а также водорода.

Сырьем каталитического риформинга служат бензиновые фракции с началом кипения не ниже 60–62 °С, поскольку в самых легких фракциях бензина не содержатся углеводороды с шестью атомами углерода и дать примерный состав присутствие легких фракций, таких как пентан и гексан, в сырье вызывает ненужное газообразование.

Катализаторы процесса представляют собой твердые пористые тела в форме палочек, шариков или зерен и содержат обычно чистый оксид алюминия в качестве подложки, хлорорганические соединения – четыреххлористый углерод, трихлорэтилен или дихлорэтан, платину и по меньшей мере один дополнительный металл, выбранный из группы, образованной металлами групп 7, 8, 9, 10, 13 и 14.

Технологическое оформление каталитического риформинга. Типичная установка риформинга бензиновых фракций включает блок очистки сырья, блок риформинга и блок разделения продуктов риформинга, если осуществляют риформинг легких бензиновых фракций с целью получения индивидуальных ароматических углеводородов. Каждый блок включает аппараты и другое оборудование для функционирования блока в том или ином варианте в соответствии с его назначением.

Основными параметрами процесса являются температура, давление, объемная скорость подачи сырья и соотношение содержания циркуляционного газа (ВСТ) и сырья.

Среди **опасных веществ, образующихся на установке**, выделяют четыре основных:

Бензин – легковоспламеняющаяся жидкость, прозрачная со специфическим запахом, 4 класса опасности. Смесь углеводородов C₄-C₁₂. ПДК в воздухе рабочей зоны – 300/100 мг/м³.

Углеводородный газ – горючий газ 4 класса опасности. Смесь углеводородов C₁-C₅. Запах – слабый, специфический, коррозионное воздействие – слабое. ПДК в воздухе рабочей зоны 300 мг/м³.

Водородсодержащий газ – горючий газ 4 класса опасности. Смесь водорода (70÷85 % об.), углеводородных газов – C₁ и C₂, небольшое содержание сероводорода. Запах слабый, специфический, коррозионное воздействие слабое, при высоких температурах и давлениях вызывает обезуглероживание углеродистых сталей.

Природный газ (метан) – горючий газ 4 класса опасности. Смесь углеводородов C₃-C₄. Бесцветный газ без запаха, коррозионно не активен. ПДК в воздухе рабочей зоны 7000 мг/м³.

Основные причины аварийных ситуаций, связанные с типичным нарушением правил промышленной безопасности:

- отсутствие, неудовлетворительное состояние или устаревание систем управления технологическими процессами, сигнализации и противоаварийной защиты;
- низкий уровень организации и управления работы по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования, зданий и сооружений, включая работы повышенной опасности;
- отсутствие и/или пропуск контрольных проверок знаний инженерно-технического (оперативного) персонала и руководящего состава в области промышленной безопасности;
- низкий уровень качества ведения и оформления эксплуатационной и иной документации (акты проведения плановых и внеплановых ремонтов и испытаний);
- неудовлетворительная организация и контроль производственного контроля за соблюдением норм и безопасности промышленной безопасности на ОПО.

В расчетной части рассчитаны вероятные размеры зон действия поражающих факторов реактора блока риформинга. Возможная аварийная ситуация может возникнуть из-за завышенной производительности блока риформинга по сравнению с блоком гидроочистки, где в результате повышается температура стенок реактора блока риформинга, вследствие чего происходит водородная коррозия корпуса реактора. Воздух проникает через трещины корпуса и, вступая в контакт с ГСС, образуется смесь водорода с воздухом.

Полученные результаты радиусов зон поражающих факторов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Радиусы зон разрушения

ΔP , КПа	Радиусы зон разрушения R, м
>100	36
70	53
28	91
14	266
<2,0	532

Таким образом, были рассчитаны радиусы зон разрушения при взрыве на наружной установке, где разгерметизировался реактор, находившийся в блоке риформинга установки каталитического риформинга со стационарным слоем катализатора. Масса парогазовоздушной смеси в этот момент составляла 149,8 кг. Полученные значения позволили определить, место безопасного размещения установки, зданий и сооружений на производственной территории, подверженной риску взрыва. Определяя зоны поражения, можно принять адекватные технические меры по защите персонала и объектов от ударно-волновых эффектов взрыва парогазовых сред.

Для обеспечения безопасности на установке каталитического риформинга были выведены следующие **общие требования безопасности**:

- Перед началом загрузки реакторов надо убедиться, что в них нет людей и посторонних предметов;

- При загрузке свежего, а также выгрузке и просеивании отработанного катализатора рабочие обязаны пользоваться противопылевыми респираторами и защитными очками;

- Подъем катализатора на верх реактора должен быть механизирован;

- После загрузки катализатора в реакторы следует произвести проверку герметичности системы аппаратов и трубопровод инертным газом;

- Запрещается пуск в эксплуатацию реакторов с нарушенным торкрет покрытием;

- Работа реакторов с температурой наружных стенок, превышающей допустимую по технологическому регламенту для данного металла, запрещается.

- Во избежание ожогов обслуживающего персонала вокруг реактора должно быть установлено ограждение в виде металлической сетки или решетки высотой не менее 1,5 м от пола рабочей площадки;

- По окончании выгрузки катализатора спецодежда должна быть очищена от катализаторной пыли и сдана в стирку.

Обеспечение **пожарной безопасности** является одной из важнейших функций государства, поэтому для её обеспечения были выведены следующие правила:

- Перед подачей водородосодержащего газа в систему необходимо продуть ее инертным газом во избежание образования взрывоопасной смеси водорода с воздухом.

- Не допускать утечек водородосодержащего газа. При наличии неплотностей в аппаратах и трубопроводах необходимо установку остановить аварийно.

- Во избежание прорыва водородосодержащего газа при сбросе сырьевых насосов должны быть предусмотрены устройства, предотвращающие прорыв газа "обратным ходом" из реакторов в сырьевые резервуары.

- Перед регенерацией катализатора система должна быть освобождена от циркуляционного газа продувкой ее инертным газом.

- Содержание кислорода в газах, поступающих на регенерацию, не должно превышать установленных норм (0,5 – 2,0%).

- Во избежание гидравлического удара не допускать накопления конденсата в приемных сепараторах циркуляционных компрессоров.

Средства коллективной защиты в зависимости от назначения подразделяются на классы:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест;

- средства автоматического контроля, сигнализации и связи;

- средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест;

- средства защиты от повышенного уровня шума;

- средства защиты от поражения электрическим током и от повышенного уровня статического электричества;

- средства защиты от воздействия химических факторов;

- средства защиты от падения с высоты.

Средства индивидуальной защиты являются необходимым для обеспечения безопасности работников, защиты от различных воздействий и минимизации рисков для здоровья и жизни. Каждый компонент имеет свою специфическую функцию, и его использование должно соответствовать требованиям и условиям работы. Важно не только иметь в наличии необходимые средства защиты, но и правильно их использовать, следить за сроками их эксплуатации и регулярно проводить проверки на соответствие требованиям безопасности.

Каждый работник должен быть обеспечен определенным набором средств индивидуальной защиты, который состоит из:

- костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с маслостойкой пропиткой;

- плащ для защиты от воды;

- футболка или нательное белье;
- головной убор;
- ботинки кожаные с жестким подноском или сапоги кожаные с жестким подноском или сапоги резиновые с жестким подноском;
- нарукавники из полимерных материалов;
- перчатки с полимерным покрытием;
- перчатки резиновые или из полимерных материалов;
- перчатки диэлектрические;
- каска защитная;
- подшлемник под каску;
- наушники противозумные (с креплением на каску);
- противогаз или маска, или полумаска со сменными фильтрами;
- очки защитные;
- респиратор;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на проведенных исследованиях, были сделаны следующие выводы:

1. Изучен процесс каталитического риформинга со стационарным слоем катализатора, включая обзор сырьевого материала, катализаторов и параметров.
2. Проведен анализ опасных веществ и возможных аварийных ситуаций;
3. Проведены расчеты, позволившие определить категорию взрывоопасности объекта и радиусы зон поражения в случае возникновения аварии

4. Рассмотрены меры безопасности и средства защиты, необходимые для предотвращения возможных аварийных ситуаций и защиты персонала на установке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Развитие установок каталитического риформирования в ОАО «Славнефть-Янос» // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2011 - №6 - 19-23 с.

2. Куанов, Р. С. Технологический процесс каталитического риформинга / Р. С. Куанов // Синергия наук. – 2019. – № 41. – 336-345 с.

3. Пат. 2580553. Оптимизированный катализатор каталитического риформинга / Лакомб С., Буаллег М., Санчес Э. - Заявка № 2011141833/04 от 20.04.2013 ; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10. – 18 с.

4. Пат. 59053. Установка каталитического риформинга бензиновых фракций / Фалькевич Г. С., Барильчук М. В. – Заявка № 2006127405/22 от 31.07.2006 ; опубл. 10.12.2006. – 17

5. Кузьмина, Р.И. Каталитический риформинг углеводородов / Под ред. Проф. Р.И. Кузьминой. – Саратов: Изд-во СЮИ МВД России, 2010. - 252 с.

6. Немчинов, Д. В. Управление рисками аварийных ситуаций на опасном производственном объекте (установка каталитического риформинга) / Д. В. Немчинов, А. Н. Селиверстова, А. Н. Немчинова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2022. – № 3. – 22-29 с.

7. Полевода, И.И. Основы промышленной безопасности: Методические рекомендации для определения категорий технологических блоков по взрывоопасности / И.И. Полевода, А.А. Юхов. – Минск: КИИ МЧС Республики Беларусь, 2002 - 80 с.

8. ПТБ НП-73. Правила безопасности при эксплуатации нефтегазоперерабатывающих заводов – М: Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических

исследований нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, 1982. – 98 с.

9. ППБ-79. Правила пожарной безопасности при эксплуатации нефтеперерабатывающих предприятий – М: Министерство нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР, 1979. – 51 с.

10. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты рабочих – М: ИПК издательство стандартов, 1989. – 8 с.

11. Российская Федерация. Приказ Минздравсоцразвития от 09.12.2009 №970н (ред от 20.04.2010) «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» (Зарегистрировано в Минюсте России 27.01.2010 N 16089) / [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98122/