

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Обеспечение безопасности технологического процесса на установке  
изомеризации нефтеперерабатывающего завода**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента (ки) 4 курса 441 группы \_\_\_\_\_

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» \_\_\_\_\_

код и наименование направления, специальности

Института химии

Игошиной Оксаны Сергеевны

Научный руководитель

К.Т.Н., доцент

должность, уч. ст., уч. зв.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.С. Свешникова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2021 год

## ВВЕДЕНИЕ

В нынешнем мире промышленной среды и современных технологий обеспечение безопасности на предприятиях является главной задачей. Внедрение усовершенствованных технологий на опасных производственных предприятиях и одновременно износ старого оборудования заставляют современное общество искать новые пути в обеспечении надежной промышленной безопасности.

Развитие новых промышленных предприятий, которые, в свою очередь, несут стремительное развитие нормативно-правовой базы в области промышленной безопасности и экологии требуют новых технических регламентов. И именно по этой причине Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору регулярно выпускает новые распоряжения, чтобы обеспечить промышленную безопасность и соблюдать экологические требования. На данный момент времени это является одной из важнейших проблем современности, принимая во внимание участвовавшие природные и техногенные катастрофы.

Поэтому, в выпускной квалификационной работе рассмотрим установку процесса изомеризации на нефтеперерабатывающем заводе с точки зрения безопасности.

Процесс изомеризации в нефтепереработке служит для получения высокооктановых компонентов бензина.

Высокая эффективность процесса заключается в том, что в качестве сырья используют низкооктановые компоненты нефти (фракции НК-62) и рафинаты каталитического риформинга. Сырье, а также фракции C<sub>5</sub> и C<sub>6</sub>, получаемые с газо-фракционной установки, изомеризуется в среде водорода в присутствии бифункциональных катализаторов.

Преимущества процесса:

- смешивание изомеризата с другими компонентами товарных бензинов;

- возможность понижать содержание в них вредных веществ до уровня соответствия требованиям технологического регламента к классу Евро-3 и Евро-4;

- относительная дешевизна по сравнению с другими технологиями.

**Целью** данной выпускной квалификационной работы является оценка опасностей процесса изомеризации пентан-гексановой фракции на нефтеперерабатывающем заводе.

Исходя из указанной цели, можно выделить следующие **задачи**:

- изучить технологический процесс изомеризации пентан-гексановой фракции и выявить возможность возникновения аварийных ситуаций на ПАО «Саратовский НПЗ»;

- рассмотреть меры и средства предотвращения негативного влияния на человека и проанализировать все существующие способы охраны труда на предприятии;

- рассчитать радиус зоны разрушения при взрыве на наружной установке нефтеперерабатывающего завода.

## **1 Общая характеристика производственного объекта**

Установка изомеризации является частью комплекса изомеризации на нефтеперерабатывающем заводе и предназначена для переработки пентан-гексановой фракции в высокооктановый компонент товарного продукта, в соответствии с требованиями технического задания установка должна производить изомеризат с октановым числом не менее 91 пункта по методу исследования. Для этого был выбран вариант технологии переработки н-пентана и низко разветвленных гексанов. Реакции протекают в среде водорода в слое стационарного катализатора, с циркуляцией водорода. Используется высокоактивный высококонцентрированный платиновый катализатор СИ-2,

который снижает температуру реакции до 130-170<sup>0</sup> С и повышает конверсию n-парафинов и селективность по изопентану и диметилбутану.

Процесс изомеризации пентановой фракции позволяет получить продукт с более высоким октановым числом. Изомеризация n-пентана представляет интерес не только для нефтеперерабатывающей промышленности, но и для нефтехимической промышленности, так как изопентан может дегидрировать до изопрена-сырья для производства каучука. Таким образом, изомеризация может быть использована как для производства высокооктанового газойля, так и для производства ценного синтетического каучука.

Состав сырья:

- прямогонная пентан-гексановая фракция с секции гидроочистки;
- свежий водородсодержащий газ;
- гидроочищенная пентан-гексановая фракция с секции изомеризации.

На выходе должен получиться изомеризат, который имеет такие характеристики:

- исследовательское октановое число не ниже 91 пункта;
- не содержащий ароматики и олефинов;
- не содержащий серы.

## **2 Технологические параметры процесса**

Для обеспечения безопасной работы установки, персонал опасного производственного объекта должен соблюдать не только все требования безопасности, но и знать все режимы работы, чтобы в случае отклонения от заданных параметров предотвратить аварийную ситуацию. Таким образом, на процесс изомеризации влияют следующие характеристики:

- температура;
- давление;
- объемная скорость подачи сырья;

- мольное соотношение водород/сырье и кратность циркуляции ВСГ;
- активность катализатора;
- состав сырья и содержание в сырье примесей.

Температура в реакторе является основным управляющим параметром в процессе. Повышение температуры вызывает увеличение скорости реакции, но наряду с этим увеличиваются и скорости реакций гидрокрекинга. Установка имеет два последовательно соединенных реактора, которые обеспечивают независимый контроль температуры. Так как тепловой эффект реакции изомеризации приводит к повышению температуры в реакторе на  $18\div 20^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, при охлаждении газопродуктовой смеси между реакторами температура на выходе из второго реактора никогда не будет превышать  $200^{\circ}\text{C}$ , т. е. она будет находиться в термодинамически благоприятной области.

Давление является еще одним из главных составляющих параметров процесса. Снижение давления усиливает ингибирующий эффект нафтеновые углеводороды в процессе изомеризации. Это тем заметнее, чем больше в сырье нафтеновых углеводородов. Таким образом, снижение давления способствует снижению октанового числа изомеризата. Но, ведь, главная цель изомеризации – повышение октанового числа, поэтому целесообразнее всего проводить процессов диапазоне давлений от 3,2 – 3,6 МПа.

Объемная скорость определяется как отношение часового объемного расхода сырья, подаваемого в реактор, к объему катализатора, который находится в реакторе. Высокая объемная скорость подачи уменьшает время контакта сырья с катализатором, что приводит к снижению конверсии углеводородов  $\text{C}_5$  и  $\text{C}_6$  и снижению октанового числа. Для возмещения пониженной конверсии  $\text{C}_5\div\text{C}_6$  требуется повышение температуры. Но такая возможность ограничена термодинамическим равновесием. Расчетная объемная скорость для эксплуатации установки изомеризации составляет  $1,0\div 2,5 \text{ ч}^{-1}$ .

### **3 Охрана труда на нефтеперерабатывающем заводе**

Обеспечение охраны труда, промышленной безопасности и окружающей среды – это главная задача для ПАО «Саратовский НПЗ» во всех сферах ее деятельности. Предприятие осознает весь характер и масштабы влияния своей деятельности, и считает своим долгом поддерживать безопасные условия труда для сотрудников, обеспечивать безаварийность производства и минимизировать воздействие на окружающую среду.

В целом, под охраной труда подразумевается система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Такие мероприятия позволяют создать такие условия труда работающих, чтобы отвечать требованиям сохранения жизни и здоровья персонала в процессе трудовой деятельности.

Организация работы по охране труда на ПАО «Саратовский НПЗ» возложена на работодателя. Он обеспечивает работникам безопасные условия труда, отвечающие государственным требованиям. Организация работы по охране труда в организации это подготовка, принятие и выполнение решений с целью обеспечить безопасность жизни, сохранить здоровье и работоспособность сотрудников в процессе трудовой деятельности. В компании трудоустроено более 50 человек, поэтому руководством предприятия была создана служба охраны труда.

Работа по охране труда ПАО «Саратовский НПЗ» включает проведение с работниками инструктажей по охране труда, а также организацию их стажировок. Организация работы по охране труда предусматривает разработку и утверждение большого количества документов. Работа по охране труда также предполагает контроль за обеспечением работников средствами индивидуальной защиты, контроль за расследованием и учетом несчастных случаев на производстве.

Минимальные обязанности по охране труда, согласно ст. 214 ТК РФ, имеет каждый работник ПАО «Саратовский НПЗ». Работник обязан:

- соблюдать требования охраны труда;
- правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;
- проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда;
- немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья;
- проходить обязательные предварительные медицинские осмотры, при приеме на работу и периодические, непосредственно в течение трудовой деятельности, другие обязательные медицинские осмотры, а также внеочередные медицинские осмотры по направлению работодателя в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

Помимо службы охраны труда, в организации созданы комитеты по охране труда, в которые входят представители трудового коллектива, профсоюзов и руководства. Их цель – организовывать взаимодействие между коллективом и руководством по вопросам охраны труда.

Для расследования несчастных случаев на производстве созданы специальные комиссии. При легком несчастном случае в комиссию входят специалист по охране труда, представители работодателя и профсоюза. При тяжелом несчастном случае состав комиссии усиливается представителями государственных органов.

Таким образом, в любой крупной организации вопросами охраны труда должно заниматься целое подразделение, сотрудники которого имеют

тематическое образование либо прошли необходимую переподготовку. Также в этой работе принимает участие руководство организации, профсоюзы и каждый отдельный сотрудник.

Эта деятельность должна регламентироваться документами, в которых будут показаны важнейшие аспекты предприятия. Главная задача, которая отражается в данной документации, состоит из обеспечения безопасности функционирования производства в области охраны труда и организация профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и заболеваний, обусловленных производственными факторами, а также работы по улучшению условий труда.

Обычно, функции действующей документации прописано огромное количество, но по проанализированным источникам можно выделить основные, такие как:

- разработка, внедрение, а также актуализация локальных нормативных документов, регламентирующих данную деятельность;
- организация и разработка нормативной документации, инструкций и правил по вопросам охраны труда, организации безопасного выполнения работ;
- участие в организации расследования и учета происшествий, несчастных случаев и профзаболеваний на производстве;
- учет и анализ состояния и причин производственного травматизма, профессиональных заболеваний рабочих.

#### **4 Защита в аварийных ситуациях**

Авария – это разрушение сооружений и/или технических устройств, которые применяются на опасном производственном объекте, может быть неконтролируемый взрыв и/или выброс опасных веществ.

Чрезвычайные ситуации эксплуатационного характера – это ситуации, при которых в результате аварий или катастроф на объекте, нарушаются

нормальные условия деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей среде. К таким случаям относят: взрывы, пожары, выброс токсичных веществ.

На предприятии ПАО «Саратовский НПЗ» все возможные сценарии возникновения и развития аварий на комплексе изомеризации пентан-гексановой фракции, а также места возникновения аварий прописаны в плане ликвидации и локализации аварий.

Рассмотрим блок №6 – реакторный блок изомеризации.

Опасные вещества, обращающимися в блоке, являются:

**Сырье изомеризации, нестабильный изомеризат или изомеризат** является легко воспламеняющейся жидкостью, прозрачная, но со специфическим запахом, 4-го класса опасности. Смесь углеводородов. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны – 300 мг/м<sup>3</sup>.

**Водородсодержащий газ** представляет собой легко воспламеняющийся газ 4 – го класса опасности. Смесь водорода и углеводородных газов, с низким содержанием сероводорода. Запах слабый, специфический, коррозионное воздействие слабое, при высоких температурах и давлениях вызывает дегазацию углеродистых сталей.

**Углеводородный или топливный газ** – горючий газ 4 – го класса опасности. Смесь углеводородов. Запах – слабый, специфический, коррозионное воздействие – слабое. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны 300 мг/м<sup>3</sup>.

**Газовый или факельный конденсат** – это легко воспламеняющаяся жидкость, прозрачная со своеобразным запахом, 4 – го класса опасности. Смесь углеводородов. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны – 300 мг/м<sup>3</sup>.

При аварийных ситуациях на данном блоке предприятия, средствами индивидуальной защиты рабочих являются фильтрующий противогаз с фильтрующим патроном АВЕК, специальная одежда, костюм из смесовых

тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, специальная обувь, ботинки кожаные с жестким подноском, защитная каска с подшлемником, защитные очки, перчатки.

Основными факторами, которые способствуют возникновению аварии на блоке № 6 являются:

1) наличие высоких давлений и температур в системе повышает вероятность разгерметизации технологического блока;

2) широкие концентрационные пределы взрываемости водородсодержащего газа повышают вероятность взрыва при аварийной разгерметизации технологического блока;

3) наличие больших объемов нефтепродукта в единичном оборудовании создает опасность многотонного выброса легко воспламеняющейся жидкости с последующим пожаром разлива или взрывом парогазового облака;

Причины аварий могут быть разными, но выделяют пять разновидностей:

#### 1. Ошибки производственного персонала:

- нарушение обслуживающим персоналом должностных инструкций и инструкций по операциям, норм технологического режима и требований правил техники безопасности;

- эксплуатация оборудования при параметрах, выходящих за установленные пределы;

- отключение или повреждение систем взрывозащиты оборудования, систем автоматики и безопасности электрооборудования;

- запаздывание при принятии решений по задействованию нужного уровня системы защиты, бездействие и ошибка в действиях в нештатной ситуации;

- ошибочные действия при проведении технологических операций;

- несоблюдение правил пожарной безопасности;

- ошибочные действия при проведении ремонтных и профилактических работ, пуске и остановке оборудования.

2. Выход технологических параметров за критические значения при отказе системы контрольно-измерительных приборов и автоматизации или ошибочных действиях обслуживающего персонала.

3. Отказы оборудования:

- разгерметизация оборудования или трубопровода в результате образования коррозионных, структурных, механических сквозных дефектов;

- нарушение герметичности фланцевых и сварных соединений или запорной арматуры, а также торцевых уплотнений насосов;

- полное разрушение оборудования вследствие развития усталостных трещин в сварных швах, теле металла и в местах концентрации напряжений, а также в результате внутреннего взрыва.

4. Внешнее воздействие природного и техногенного характера:

- экстремальные природные явления;

- грозовые разряды;

- антропогенные внешние динамические воздействия;

- попадание оборудования в зону действия поражающих факторов аварий, произошедших на соседних объектах.

5. Террористический акт (диверсия).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На нефтеперерабатывающем производстве в последнее время считается актуальной возможность обеспечения безопасности на предприятиях в современных условиях. С этой наитруднейшей задачей успешно справляется общество, позволяющие искать новые пути решения этой проблемы. Поэтому новые проблемы, которые возникают в области промышленной безопасности, считаются актуальным и востребованным.

В соответствии с целью и задачами выпускной квалификационной работы рассмотрены причины, по которым возможна аварийная ситуация на установке изомеризации пентан-гексановой фракции, такая как например, взрыв облака парогазовоздушной смеси на наружной установке.

Рассмотрены методы защиты персонала от производственных опасностей и порядок проведения локализации и ликвидации аварий.

Проанализирована нормативно-правовая база в области промышленной безопасности в целом и на конкретном процессе – процесс изомеризации, а также рассмотрены причины возникновения возможных аварийных ситуаций.

Для того чтобы избежать всех видов несчастных случаев, на производстве должны быть приняты технические решения и мероприятия по безопасному оформлению процесса, его оснащение системами контроля и автоматизации, которые в значительной степени снижают вероятность возникновения чрезвычайных аварий и масштабов их последствий.