

УДК 614.84

kate.kuleshova98@gmail.com

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА****FIRE SAFETY OF CATALYTIC REFORMING**

*Аксенов С. Г., доктор экономических наук, профессор,  
Яппаров Р. М., кандидат экономических наук, доцент,  
Кулешова Е. Ю.,  
Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа*

*Aksenov S., Yapparov R., Kuleshova E.,  
Ufa State Aviation Technical University, Ufa*

В статье представлен теоретический анализ пожарной безопасности каталитического риформинга; используются методы теоретического анализа, систематизации и обобщения; рассмотрены основные факторы, оказывающие воздействие на пожарную безопасность при установках каталитического риформинга. Определено, что на современном производстве по нефтепереработке необходимо использование методов по управлению режимами каталитического риформинга. Это связано с оценкой пожарной опасности горючих веществ в газообразном и жидком состоянии. Перечислены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в цехах с установкой каталитического риформинга.

*Ключевые слова:* пожарная безопасность, каталитический риформинг, нефтеперерабатывающие предприятия, высокооктановый бензин, нефтехимическая промышленность, катализат.

The purpose of the article is a theoretical analysis of the fire safety of catalytic reforming. The article uses methods of theoretical analysis, systematization and generalization. The paper considers the main factors affecting fire safety in catalytic reforming installations. It is determined that in modern oil refining production it is necessary to use methods to control the modes of catalytic reforming. This is due to the assessment of the fire hazard of combustible substances in the gaseous and liquid state. The measures to ensure fire safety in workshops with the installation of catalytic reforming are listed.

*Keywords:* fire safety, catalytic reforming, oil refineries, high-octane gasoline, petrochemical industry, catalyate.

Данная статья посвящена теоретическому анализу и обобщению современных исследований по проблемам пожарной безопасности каталитического риформинга. Полученные в ходе исследования результаты статьи могут быть полезны всем, кто интересуется пожарной безопасностью каталитического риформинга.

В настоящее время получение высококачественного бензина вызвано стремительным ростом автомобильной и технической промышленности. Используемый

бензин характеризуется содержанием высокооктанового компонента, а также водосодержащего газа [7]. Добыча горючего осуществляется с помощью каталитического риформинга. С помощью риформинга осуществляется облагораживание бензина, выражающееся в детонационной стойкости.

Процесс каталитического риформинга в нефтедобыче начали использовать в 40-х гг. XX в. Данная технология применяется на всех нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях и в

настоящее время. Производство бензина выступает основным направлением развития нефтяной сферы.

В связи с высокой потребительской ценностью высокооктанового бензина отмечается рост его производства, что, соответственно, определяет введение новых требований к качеству нефтяного продукта, а также норм безопасности процесса его добычи. Специалисты занимаются исследованием новых технологий, оборудования, повышения эффективности производства, обеспечением пожарной безопасности, разработкой стандартов. Все это в совокупности должно обеспечивать создание необходимых условий для производства высококачественного горючего [6].

Производство высокооктановых автомобильных бензинов осуществляется с помощью использования установки каталитического риформинга, позволяющего получать стабильный катализат. Процесс риформинга выглядит следующим образом:

1) на первом этапе происходит ароматизация исходного сырья (получение ароматических углеводородов);

2) на втором этапе – изомеризация углеводородов;

3) на третьем этапе наблюдается гидрокрекинг углеводородов.

Все перечисленные реакции обеспечивают повышение октанового числа в бензине [4].

Чаще всего реакторный блок каталитического риформинга представляет собой систему реакторов, последовательно соединенных между собой, в процессе действия которых осуществляется дегидрирование нафтеновых углеводородов с дальнейшим высвобождением ароматических углеводородов. Последние насыщают бензин высокооктановыми компонентами, что делает его высококачественным горючим сырьем.

Каталитический риформинг осуществляется при температуре 480–520 °С, что предполагает жесткую регламентацию

соблюдения правил безопасности на производстве [5].

На современном производстве по нефтепереработке используют методы по управлению режимами каталитического риформинга. Методология направлена на использование вычислительных процедур, основанных на алгоритме расчета регулируемого показателя качества по замерам основных параметров.

Определяющим фактором для определения способа в управлении режимами регуляции каталитического риформинга является выбор критерия. После чего осуществляется расчет управляющих воздействий веществ и оценка степени их влияния на измеряемые показатели [8].

Известны такие критерии:

– максимальное повышение выхода высокооктанового бензина с соблюдением требуемого качества;

– корректировка средней повышенной температуры вычислительного профиля теплового режима на входе для получения заданного октанового числа у катализата (для этого используется современная система оперативной оптимизации);

– применение методов математической статистики для определения точности октанового числа катализата.

Большинство предприятий по нефтедобыче относят к опасным промышленным объектам, для которых разработаны специальные требования по обеспечению пожарной и промышленной безопасности. Данные объекты характеризуются наличием горючих жидкостей, воспламеняющихся газов, токсичных и высокотоксичных веществ, которые подвергаются технологической обработке в процессе производства.

Для разграничения нефтяных объектов по классам опасности существует ряд классификаций, основная цель которых заключается в разработке специальных требований по соблюдению безопас-

ности на всех этапах производства: от проектирования до осуществления контроля со стороны контролирующих органов.

Аварийные ситуации и пожары на нефтеперерабатывающих предприятиях, чаще всего, случаются из-за не выявленных вовремя неисправностей технологического оборудования, электроустановок, защитных приборов, а также от неправильного обращения с огнем и не соблюдения персоналом правил пожарной безопасности в ситуациях возгорания [2].

Выделяют факторы, оказывающие влияние на повышение пожаровзрывобезопасности на нефтяных предприятиях [9]:

- высокая концентрация нефтепродуктов, их предрасположенность к возгоранию, взрывам, что ведет к загрязнению окружающей среды;

- высокий уровень потенциальных опасностей, приводящих к материальным и персональным потерям;

- тенденция к опережению развития производственных мощностей по сравнению с совершенствованием системы мероприятий по природной охране;

- наличие трудноутилизируемых промышленных отходов, получаемых в процессе переработки нефти и нефтепродуктов;

- производство различных сортов нефти, сопровождающееся усложнением технологических процессов без совершенствования системы безопасности;

- высокая энергонасыщенность предприятий по добыче и переработке нефти;

- появление единичных мощностей промышленных аппаратов, в которых отмечается повышенный рост технологических процессов, таких как температура, давление, наличие пожаровзрывоопасных веществ, вплоть до критических показателей.

Для установки каталитического риформинга определяют наиболее вероятные ситуации, способные привести к нарушению пожарной безопасности:

- взрыв парогазового облака, образованного в процессе разгерметизации технологического оборудования;

- пожар, имеющий форму огненного шара, произошедший при мгновенном разрушении технологического блока с содержанием углеводородов в нагретом состоянии;

- пожар пролива, произошедший в процессе разгерметизации технологического аппарата, в котором содержатся углеводороды в жидком состоянии, имеющие температуру горения выше температуры, соответствующей окружающей среде [11].

Для мониторинга по оценке пожарной опасности горючих веществ в газообразном и жидком состоянии изучаются такие показатели, как расстояние распространения пламени, теплота горения, температура воспламенения, температура самовоспламенения и температура вспышки.

К основным параметрам технологического режима установки каталитического риформинга относят давление и температуру. Выделяют разные значения данных параметров, характерные для различных типов аппаратов. Однако все они имеют общую тенденцию к использованию в процессе переработки нефти и нефтяных продуктов высоких температур и давления, что повышает вероятность развития пожаров и аварийных ситуаций [10].

Применение в нефтеперерабатывающей промышленности высокоинтенсивных технологий привело к формированию новых требований по обеспечению пожарной безопасности в данной области [1]. Рассмотрим основные из них:

- равномерное и сбалансированное распределение производственной нагрузки на аппараты, реакторы и блоки, которые отвечают за обеспечение энергетических потоков;

- использование современных методов и технологий для абсолютной утилизации пожаро-взрывоопасных веществ, с целью минимизации попадания их отходов в окружающую среду;

– обеспечение высокой надежности функционирования производственных мощностей, целью которого является минимизация аварийных ситуаций с вероятностью выбросов токсичных веществ в атмосферу;

– соблюдение техники безопасности на уровне организации работы каждого реактора, каждого блока и всей системы в целом [12].

Для предупреждения ситуаций превышения критических показателей технологического процесса, в работе каталитического риформинга используются расчеты, оценки, систематизированные отчеты по сравнению имеющихся показателей и допустимых значений [3].

С целью минимизации ситуаций возгорания на нефтепромышленных предприятиях система пожаровзрывоопасности учитывает все потенциальные опасности и

обеспечивается инструментами для предотвращения пожаров и взрывов, ликвидации аварийных ситуаций и организацией мероприятий по пожаровзрывозащите.

Одним из способов обеспечения пожарной безопасности в цехах с установкой каталитического риформинга являются информационные системы по оценке состояния противопожарной защиты. Такая система включает множество компонентов: мероприятия по пожарной безопасности, управление пожарной охраной посредством программного обеспечения и автоматизированных процессов, техническое оборудование, вычислительные сети, специальные инструменты, документацию. Применение таких систем позволит минимизировать материальные и человеческие потери, а также более эффективно производить контроль состояния технического оборудования.

#### Литература

1. Абросимов А. А., Топольский Н. Г., Федоров А. В. Автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств. М., 2015. 239 с.
2. Бакиров И. К. Разработка метода оценки пожарных рисков твердых горючих веществ и материалов на производственных и складских объектах // Пожаровзрывобезопасность. 2017. № 9, Т. 20. С. 35–41.
3. Белозеров В. В. Модели и алгоритмы автоматизации пожаровзрывоопасных поточно-транспортных систем: дис. ... канд. тех. наук. М., 2017. 132 с.
4. Галеев А. Д., Поникаров С. И. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах. Казань, 2017. 152 с.
5. Глаголева О. Ф., Капустин В. М. Первичная переработка нефти. Технология переработки нефти. Часть первая. М., 2017. 400 с.
6. Кравцов А. В., Ивашкина Е. Н., Юрьев Е. М. Теоретические основы каталитических процессов переработки нефти и газа. Томск, 2018. 144 с.
7. Маткулова Л. Ф., Мусина А. Р., Осипова А. Г. Моделирование и оптимизация химико-технологических установок // Теория и практика массообменных процессов химической технологии (Марушкинские чтения): сб. науч. тр. по мат. V Междунар. науч. конф. Уфа, 2016. С. 156.
8. Умергалин Т. Г., Исакова З. М. Компьютерное моделирование и оптимизация производственных технологических установок // Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. № 1 (45). С. 43–44.
9. Хасан М. А., Самсонова В. А., Хусниязов М. Х. Определение факторов оценки соответствия предприятий нефтепродуктообеспечения требованиям промышленной безопасности // Нефтегазовое дело. 2016. № 1. С. 214–220.
10. Хасан М. А., Самсонова В. А., Хусниязов М. Х. Оценка соответствия предприятий первичной переработки нефти требованиям нормативной документации в области промышленной безопасности // Мировое сообщество: проблемы и пути решения. 2017. № 31. С. 35–39.
11. Хусниязов М. Х., Попков В. Ф., Руднев Н. А. Взрывоопасность установок нефтепереработки. Уфа, 2018. 124 с.
12. Ямалиева К. Д. Информационная система для оценки состояния противопожарной защиты установки нефтехимического производства. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-dlya-otsenki-sostoyaniya-protivopozharnoy-zaschity-ustanovki-neftehimicheskogo-proizvodstva> (дата обращения: 24.03.2022).

#### References

1. Abrosimov A. A., Topolskii N. G., Fedorov A. V. Avtomatizirovannye sistemy pozharovzrybezopasnosti neftepererabatyvaiushchikh proizvodstv. M., 2015. 239 s.
2. Bakirov I. K. Razrabotka metoda otsenki pozharnykh riskov tverdykh goriuchikh veshchestv i materialov na proizvodstvennykh i skladskikh ob'ektakh // Pozharovzrybezopasnost. 2017. № 9, T. 20. S. 35–41.
3. Belozеров V. V. Modeli i algoritmy avtomatizatsii pozharovzryvoopasnykh potочно-transportnykh sistem: dis. ... kand. tekhn. nauk. M., 2017. 132 s.
4. Galeev A. D., Ponikarov S. I. Analiz riska avarii na opasnykh proizvodstvennykh ob'ektakh. Kazan, 2017. 152 s.
5. Glagoleva O. F., Kapustin V. M. Pervichnaia pererabotka nefi Tekhnologiya pererabotki nefi. Chast pervaya. M., 2017. 400 s.
6. Kravtsov A. V., Ivashkina E. N., Iurev E. M. Teoreticheskie osnovy kataliticheskikh protsessov pererabotki nefi i gaza. Tomsk, 2018. 144 s.
7. Matkulova L. F., Musina A. R., Osipova A. G. Modelirovanie i optimizatsiya khimiko-tekhnologicheskikh ustanovok // Teoriya i praktika massobmennyykh protsessov khimicheskoi tekhnologii (Marushkinskie chteniya). Ufa, 2016. S. 156.
8. Umergalin T. G., Iskakova Z. M. Kompiuternoe modelirovanie i optimizatsiya proizvodstvennykh tekhnologicheskikh ustanovok // Izvestiya IuFU. Tekhnicheskie nauki. 2015. № 1 (45). S. 43–44.
9. Khasan M. A., Samsonova V. A., Khusniyarov M. Kh. Opredelenie faktorov otsenki sootvetstviya predpriyatii nefteproduktobespecheniya trebovaniyam promyshlennoi bezopasnosti // Neftegazovoe delo. 2016. № 1. S. 214–220.
10. Khasan M. A., Samsonova V. A., Khusniyarov M. Kh. Otsenka sootvetstviya predpriyatii pervichnoi pererabotki nefi trebovaniyam normativnoi dokumentatsii v oblasti promyshlennoi bezopasnosti // Mirovoe soobshchestvo: problemy i puti resheniya. 2017. № 31. S. 35–39.
11. Khusniyarov M. Kh., Popkov V. F., Rudnev N. A. Vzryvoopasnost ustanovok neftepererabotki. Ufa, 2018. 124 s.
12. Iamalieva K. D. Informatsionnaya sistema dlia otsenki sostoianiya protivopozharnoi zashchity ustanovki neftekhimicheskogo proizvodstva. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-dlya-otsenki-sostoyaniya-protivopozharnoy-zashchity-ustanovki-neftehimicheskogo-proizvodstva> (data obrashcheniya: 24.03.2022).