

УДК 681.54

К. К. Оспанов¹, А. В. Федоров¹, С. К. Байжанова²

¹*Академия государственной противопожарной службы МЧС России,
Москва, Российская Федерация*

²*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина
МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СИСТЕМ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Аннотация: В статье приведены возможные аварийные случаи при эксплуатации технологической установки гидроочистки дизельного топлива, а также обзор системы противоаварийной автоматической защиты с перечнем аварийных блокировок по предупреждению возникновения аварийных ситуаций, отмечены недостатки существующей системы противопожарной защиты и предложен устранение существующих недостатков путем проектирования и внедрения интегрированных систем взрывопожарной защиты.

Ключевые слова: авария, нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность, гидроочистка дизельного топлива, противоаварийная автоматическая защита, противопожарные системы, защитная блокировка.

Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая отрасли промышленности являются одними из важнейших и стратегически значимых для экономики государств отраслей тяжелой промышленности. Предприятия данной отрасли промышленности, как правило, признаются объектами повышенной опасности, из-за природы нефтепродуктов и технологий их переработки, которые производят в нынешнюю эпоху. Высокий уровень взрывопожарной опасности обусловлен энергонасыщенностью технологических установок и аппаратов опасными веществами способных к горению и взрыву. По большей части риски хорошо известны и пользователи объектов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности (ННП) за последние десятилетия применили значительные знания и ресурсы для контроля и минимизации потенциального риска. Тем не менее, крупные аварии на объектах ННП происходят регулярно и сценарии аварийных событий, как правило, включают пожары и взрывы, выбросы опасных веществ (аварии), тем самым оказывают воздействие не только на здоровье человека и окружающую среду, но и во многих случаях на социальное и экономическое благополучие объекта, регионов, государств [1].

Статистические сведения [2] показывают, что ущерб от аварий нефтегазовой индустрии в мире только за 2018-2019 гг. составил около 4,5 млрд долларов США и эта сумма является десятой частью всех потерь нефтегазовой отрасли мира за последние пять десятилетий. Отмечается, что на нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) приходится 50 %, а на нефтехимию – 25 % новых потерь.

Гидроочистка фракций дизельного топлива ведется на технологической установке гидроочистки дизельного топлива входящей в комплексы ННП. Процесс гидроочистки дизельного топлива относится к наиболее массовым процессам

переработки нефти. Опасность технологического процесса гидроочистки дизельного топлива заключается во взрывопожароопасных и токсичных свойствах обрабатываемых продуктов в качестве сырья и получаемых продуктов (дизельное топливо, углеводородные газы, бензин гидроочистки, водородсодержащий газ, растворы моноэтаноламина, соды, сероводород в смеси с углеводородным газом), наличия в аппаратах данных продуктов в большом количестве, ведение технологического процесса с использованием высоких показателей температуры и давления. Необходимо отметить, что установка исходя из количества опасных веществ, обрабатываемых в производстве зачастую в своем составе, имеет технологические блоки I категории взрывоопасности [3].

При эксплуатации установки гидроочистки дизельного топлива (на примере технологической установки гидроочистки дизельного топлива комплекса первичной переработки нефти ЛК-6У Павлодарского нефтехимического завода) возможны следующие аварийные случаи:

- прекращение подачи сырья;
- прекращение подачи свежего водородсодержащего газа;
- остановка циркуляционного компрессора;
- пропуск в змеевиках печей;
- прекращение подачи регенерированного раствора моноэтаноламина;
- прекращение подачи оборотной воды I и II системы;
- прекращение подачи электроэнергии напряжением 6000в;
- прекращение подачи электроэнергии напряжением 380в;
- прекращение подачи воздуха к контрольно-измерительным приборам;
- прорыв фланцевого соединения трубопровода, работающего под давлением;
- ложное срабатывание защитной блокировки;
- превышение предельно-максимальной температуры подшипников и вибрации сырьевых насосов.

В свою очередь перечисленные аварийные случаи в большинстве случаев способствуют выходу технологических параметров за критические показатели, воздействие которых на технологическое оборудование и аппаратуру приведет к возникновению аварийной ситуации.

Контроль и управление технологическими параметрами в режиме реального времени на технологической установке ведется при помощи распределительной системой управления Yokogawa CENTRUM. Исходя из требований п.226 [4], а также для аварийной защиты оборудования, персонала, и окружающей среды при отказах системы управления технологическим процессом, контролируемого оборудования, либо ошибочных действиях персонала технологическая установка оборудована системой противоаварийной автоматической защиты (СПАЗ) Yokogawa ProSafe-RS.

Для исключения негативных последствий вышеуказанных аварийных случаев на технологической установке согласно своему назначению СПАЗ в случаях превышения предельных значений контролируемых параметров предусматривает предаварийное и аварийное оповещение, а также регламентированные в [4] следующие защитные блокировки:

- закрытие электрозадвижек на выкиде сырьевых насосов;
- останов сырьевых насосов;

- закрытие клапан-отсекателя на подаче прямого и обратного жидкого топлива в печи;
- останов основных и пилотных горелок с подачей водяного пара в камеру сгорания печи;
- блокировка циркуляции водородсодержащего газа в контуре высокого давления;
- аварийный сброс давления в контуре высокого давления;
- закрытие отсечного клапана на перетоке между сепараторами;
- закрытие клапан-отсекателя на линии вывода кислой воды из сепаратора в емкость;
- закрытие клапан-отсекателя на линии вывода гидрогенизата из сепараторов;
- при превышении давления в системе сброс газа на факел и в линию топливного газа;
- продувка реакторного блока инертным газом со сбросом на свечу щита сброса.
- Также на технологической установке предусмотрены следующие противопожарные системы:
 - система противопожарного водоснабжения;
 - автоматическая система водопенного тушения пожаров;
 - автоматическая система газового пожаротушения аппаратной, контроллерной;
 - система пожарной сигнализации Р-301/1, Р-301/2;
 - система колец орошения;
 - пожарные гидранты;
 - пожарные сухотрубы;
 - первичные средства пожаротушения.

Следует отметить, что вышеуказанная СПАЗ выполнена в соответствии с требуемым уровнем полноты безопасности согласно п. 233 [4], который определяется согласно методике, изложенной в [5, 6].

Необходимо отметить, что событием, способствующим возникновению взрывов и пожаров на объектах ННП в большей степени, являются утечки из технологического оборудования газов, паров или жидкостей, а также наличие потенциальных источников зажигания [7, 8]. На сегодняшний день на технологических установках комплексов ННП, в частности на установках гидроочистки дизельного топлива для обнаружения случаев утечки применяются системы контроля взрывопожароопасных концентраций, а также для исключения источников зажигания применяется оборудование во взрывозащищенном исполнении, паровые завесы трубчатых печей.

Следует отметить, что по результатам проведенного расследования произошедшей крупной аварии на Ачинском нефтеперерабатывающем заводе в 2014 году, где произошел взрыв углеводородных газов от установки газофракционирования, следует, что возникновению аварии способствовала утечка из за разгерметизации трубопровода, к которому привел выход технологических параметров за критические значения, далее произошло распространение тяжелых углеводородных газов по промышленной площадке комплекса и неэффективность работы паровой завесы трубчатой печи привела к возникновению объемного взрыва.

В этой связи необходимо рассмотреть вопрос локализации взрывопожароопасных газов при утечках из технологического оборудования или аппаратов объектов ННП путем ограничения распространения газов и изоляции источников зажигания.

Проведенный обзор показал достаточно высокий уровень защиты технологической установки гидроочистки дизельного топлива от возникновения аварийных ситуаций, обеспеченность системой противоаварийной защиты, комплексом технических средств противопожарной защиты. Однако на рассматриваемой установке имеющиеся установки пожарной сигнализации являются неадресными, исполнительные элементы противопожарной защиты относятся к обычному (релейному) типу, выполнены автономно, связи между установками противоаварийной и противопожарной защиты отсутствуют. Это не позволяет создавать интегрированные системы взрывопожаробезопасности, объединяющие системы противопожарной и противоаварийной защиты. Устранение данных недостатков возможно выполнить при проектировании и внедрении на объектах ННП интегрированной автоматизированной системы управления взрывопожарной защитой на базе современного технического и программного обеспечения. Также для локализации утечек из технологического оборудования или аппаратов необходима разработка и включение в структуру интегрированной автоматизированной системы управления взрывопожарной защитой технических средств ограничения распространения тяжелых углеводородных газов.

Список литературы

1. Анализ статистики и причинно-следственных связей аварий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности России и Казахстана / А. В. Федоров, К. К. Оспанов, Е. Н. Ломаев [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2021. – № 2(92). – С. 156-168. – DOI 10.25257/TTS.2021.2.92.156-168;
2. Marsh JLT Specialty "100 Largest Losses in the Hydrocarbon Industry 1974-2019" 26th edition, March 2020, P.4-16. URL: <https://www.marsh.com/bw/insights/research-briefings/100-largest-losses-hydrocarbon-industry.html> (date: 26.04.2021);
3. Оспанов, К. К. Анализ риска аварий на примере установки гидроочистки дизельного топлива / К. К. Оспанов // Автоматизация в промышленности. – 2021. – № 12. – С. 40-42. – DOI 10.25728/avtprom.2021.12.07.
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств». Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. № 533;
5. ГОСТ Р МЭК 61511-3-2018. Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. – М.: Стандартинформ, 2018.
6. Шаповалов, О. В. Зависимость надежности функционирования систем противопожарной защиты от состава их электроэнергетической системы // Вестник Кокшетауского технического института. – 2019. – № 3 (35). – С. 70-75.
7. Федоров, А. В. Прогнозирование аварийных ситуаций на потенциально опасных производствах с использованием метода двойственных сетей / А. В. Федоров, А. А. Лукьянченко, А. М. Алешков // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2010. – № 3(15). – С. 1-14.
8. Федоров, А. В. Повышение уровня пожаровзрывобезопасности потенциально опасных производств путём анализа и управления рисками / А. В. Федоров, А. М. Алешков, М. И. Лебедева // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2011. – № 1. – С. 21-28.

References

1. Analiz statistiki i prichinno-sledstvennyh svyazej avarij na ob'ektah neftepererabatyvayushchej i neftekhimicheskoj promyshlennosti Rossii i Kazahstana / A. V. Fedorov, K. K. Ospanov, E. N. Lomaev [i dr.] // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. – 2021. – № 2(92). – S. 156-168. – DOI 10.25257/TTS.2021.2.92.156-168;
2. Marsh JLT Specialty "100 Largest Losses in the Hydrocarbon Industry 1974-2019" 26th edition, March 2020, P.4-16. URL: <https://www.marsh.com/bw/insights/research-briefings/100-largest-losses-hydrocarbon-industry.html> (date: 26.04.2021);
3. Ospanov, K. K. Analiz riska avarij na primere ustanovki gidroochistki dizel'nogo topliva / K. K. Ospanov // Avtomatizaciya v promyshlennosti. – 2021. – № 12. – S. 40-42. – DOI 10.25728/avtprom.2021.12.07.
4. Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti «Obshchie pravila vzryvobezopasnosti dlya vzryvopozharoopasnyh himicheskix, neftekhimicheskix i neftepererabatyvayushchix proizvodstv»/ Prikaz Federal'noj sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 15 dekabrya 2020 g. № 533;
5. GOST R MEK 61511-3-2018. Bezopasnost' funkcional'naya. Sistemy bezopasnosti pribornye dlya promyshlennyh processov. – M.: Standartinform, 2018.
6. SHapovalov, O. V. Zavisimost' nadezhnosti funkcionirovaniya sistem protivopozharnoj zashchity ot sostava ih elektroenergeticheskoy sistemy / O. V. SHapovalov // Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta. – 2019. – № 3 (35). – S. 70-75.
7. Fedorov, A. V. Prognozirovaniye avarijnyh situacij na potencial'no opasnyh proizvodstvah s ispol'zovaniem metoda dvoystvennyh setej / A. V. Fedorov, A. A. Luk'yanchenko, A. M. Aleshkov // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. – 2010. – № 3(15). – S. 1-14.
8. Fedorov, A. V. Povysheniye urovnya pozharovzryvobezopasnosti potencial'no opasnyh proizvodstv putyom analiza i upravleniya riskami / A. V. Fedorov, A. M. Aleshkov, M. I. Lebedeva // Pozhary i chrezvychajnyye situacii: predotvrashcheniye, likvidaciya. – 2011. – № 1. – S. 21-28.

К. К. Оспанов¹, А. В. Федоров¹, С. К. Байжанова²

¹ *Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясы, Мәскеу, Ресей Федерациясы*

² *Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан*

ДИЗЕЛЬ ОТЫНЫН ГИДРОТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІНІҢ АВАРИЯҒА ҚАРСЫ ЖӘНЕ ӨРТТЕН ҚОРҒАУ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ АНАЛИТИКАЛЫҚ ШОЛУ

Аңдатпа: Мақалада дизель отынын гидротазартудың технологиялық қондырғысын пайдалану кезіндегі ықтимал авариялық жағдайлар келтірілген, сондай-ақ авариялық жағдайлардың туындауының алдын алу бойынша авариялық бұғаттаулар тізбесі бар аварияға қарсы автоматты қорғау жүйесіне шолу келтірілген, қолданыстағы өртке қарсы қорғау жүйесінің кемшіліктері атап өтілген және жарылыс-өрт қорғанысының интеграцияланған жүйелерін жобалау және енгізу арқылы мәселенің шешуі ұсынылған.

Түйінді сөздер: апат, мұнай өңдеу және мұнай-химия өнеркәсібі, дизель отынын гидротазалау, аварияға қарсы автоматты қорғау, өртке қарсы жүйелер, қауіпсіздік бұғаттау.

K. K. Ospanov¹, A.V. Fedorov¹, S. K. Baizhanova²

¹*State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation*

²*Civil Defence Academy named after Malik Gabdullin MES
of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

**ANALYTICAL REVIEW OF EMERGENCY AND FIRE PROTECTION SYSTEMS
OF THE DIESEL FUEL HYDROTREATING PROCESS**

Abstract: The article provides possible emergency cases in the process of diesel fuels hydrotreating. There is a review of the system of emergency automatic protection with a list of emergency locks to prevent the occurrence of emergency situations. It has been noted the shortcomings of the existing fire protection system and the solution of the problem has been proposed through the design and implementing integrated fire protection systems.

Key words: accident, oil refining and petrochemical industry, diesel fuels hydrotreating, emergency automatic protection, fire protection systems, protective blocking.

Авторлар туралы мәлімет / Сведения об авторах / Information about the authors

Оспанов Қайрат Кельденұлы – Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясының шетел азаматтарын даярлау институтының арнайы факультетінің адъюнкты. Ресей Федерациясы, Мәскеу, Борис Галушкин к-сі, 4. E-mail: kairat_ospanov90@bk.ru

Федоров Андрей Владимирович – техника ғылымдарының докторы, профессор, Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясының өрт автоматикасы кафедрасының профессоры. Ресей Федерациясы, Мәскеу, Борис Галушкин к-сі, 4. E-mail: fedorov.ppa@ya.ru

Салтанат Қанатқызы Байжанова – Қазақстан Республикасы ТЖМ М. Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы әлеуметтік-гуманитарлық пәндер, тілдік және психологиялық дайындық кафедрасының аға оқытушысы. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері көшесі, 136. E-mail: baizhanovas@gmail.com

Оспанов Кайрат Кельденович – адъюнкт специального факультета Института подготовки иностранных граждан Академии государственной противопожарной службы МЧС России. Российская Федерация, Москва, ул. Бориса Галушкина 4. E-mail: kairat_ospanov90@bk.ru

Федоров Андрей Владимирович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пожарной автоматики Академии государственной противопожарной службы МЧС России. Российская Федерация, Москва, ул. Бориса Галушкина 4. E-mail: fedorov.ppa@ya.ru

Байжанова Салтанат Канатовна – старший преподаватель кафедры социально-гуманитарных дисциплин, языковой и психологической подготовки Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серё 136. E-mail: baizhanovas@gmail.com

Ospanov Kairat – is an adjunct of the Special Faculty of the Institute of Foreign Citizens Training of the Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Russian Federation, Moscow, 4 Boris Galushkin str. E-mail: kairat_ospanov90@bk.ru

Fedorov Andrey – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Fire Automation of the Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Russian Federation, Moscow, 4 Boris Galushkin str. E-mail: fedorov.ppa@ya.ru

Baizhanova Saltanat – is a senior lecturer at the Department of Social and Humanitarian Disciplines, Language and Psychological Training of the Civil Defence Academy named after Malik Gabdullin MES of the Republic of Kazakhstan. Kokshetau, Kazakhstan. 136 Akana Sere str., Kokshetau, Republic of Kazakhstan. E-mail: baizhanovas@gmail.com