

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2020.67.85.008

Повышение эффективности и безопасности эксплуатации факельных установок

Хазраткулова Аделия Маратовна

Студент,
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Салавате,
53250, Российская Федерация, Салават, ул. Губкина, 22Б;
e-mail: adeliyagilyazetdinova@gmail.com

Баширова Эльмира Муссаевна

Кандидат технических наук, доцент,
преподаватель кафедры,
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Салавате,
53250, Российская Федерация, Салават, ул. Губкина, 22Б;
e-mail: bashirova-elmira@yandex.ru

Ибрагимов Вадим Владимирович

Студент,
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Салавате,
53250, Российская Федерация, Салават, ул. Губкина, 22Б;
e-mail: kawai.vadia@gamil.ru

Казакбаев Азамат Фанилевич

Студент,
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Салавате,
53250, Российская Федерация, Салават, ул. Губкина, 22Б;
e-mail: azamatkazakbaev1998@mail.ru

Аннотация

При сжигании газа на факельных установках в атмосферу поступает значительная доля вредных веществ. Одна из самых распространенных проблем нефтехимических и нефтеперерабатывающих заводов – это загрязнение окружающей среды. Воздействие людей вызывает различного рода изменения в экосистемах, которые в ряде случаев необратимы и приводят к их разрушениям. Для защиты окружающей среды принимаются определенные законодательные меры, а также разрабатываются методы и устройства для снижения негативного влияния производства. Одной из первых отраслей, в которых начали

применяться факельные системы, стала нефтяная промышленность. При этом значительная часть факельных установок на объектах нефтегазодобывающей промышленности оснащена устаревшим оборудованием для розжига факела, что ухудшает экологическую обстановку из-за несовершенства технологии горения факела. В связи с этим актуальным является вопрос о внедрении оборудования, которое позволит сократить объемы использования природного (топливного) газа для розжига дежурной горелки факела, а также снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, повысить надежность горения нефтяного газа. В статье рассмотрены недостатки применяемых технологий сжигания нефтяного газа на факелах, особенности технологии более эффективного розжига факельной установки и контроля горения пламени, а также результаты испытания и внедрения новой системы автоматики факельной установки.

Для цитирования в научных исследованиях

Хазраткулова А.М., Баширова Э.М., Ибрагимов В.В., Казакбаев А.Ф. Повышение эффективности и безопасности эксплуатации факельных установок // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Том 10. № 4А. С. 65-71. DOI: 10.34670/AR.2020.67.85.008

Ключевые слова

Факельная установка, сжигание газа, атмосфера, экосистема, производство, эксплуатация, окружающая среда.

Введение

Работа факелов в газифакельном хозяйстве основывается на принципе «бегущий огонь». Природный газ по трубопроводу поступает в шкаф смешения, куда за счет эжекции подается технический воздух. В шкафу топливный природный газ смешивается с технический воздухом, методом подбора образовывается газоздушная смесь, которая воспламеняется с помощью автомобильной свечи зажигания. Воспламененная газоздушная смесь распространяется по трубопроводу от шкафа смешения к запальной горелке. К основному факелу подается газоздушная смесь, и за счет горения запальной горелки осуществляется поочередный розжиг дежурных горелок.

Дистанционный розжиг горелок повышает эффективность процесса горения, способствует безопасной эксплуатации факельного хозяйства посредством использования автоматизированного подбора оптимальных значений газоздушной смеси и расхода смеси, а также помогает избежать ряда ошибочных действий рабочего. Такие системы позволяют не только безопасно и дистанционно осуществлять розжиг факельных горелок, но и производить подбор газоздушной смеси, не находясь вблизи установки [Теория и практика сжигания газа, 1967]. Подбор смеси выполняется по оптимальным параметрам, благодаря чему снижается выброс вредных веществ в окружающую среду и повышается экологический эффект.

Безопасность эксплуатации факельных установок

В настоящее время на территории Российской Федерации пока еще разрешено использование пара для обеспечения бездымного горения, но уже многие предприятия начали совершенствовать свою систему, применяя воздух (рисунок 1). Технологическое перевооружение и постепенный вывод из эксплуатации устаревшего оборудования дают

предприятиям экономическую выгоду, заменяя энергозатратный пар на воздух для снижения загрязнения окружающей среды и ресурсосбережения, а также оснащая предприятие современным природоохранным оборудованием.

Применяемые традиционно факельные установки не на всех технологических установках соответствуют требованиям Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ08-624-2003), однако не всегда обеспечивают полноценную и безопасную утилизацию, продукты сгорания зачастую оказывают негативное влияние на окружающую среду по причине высокой токсичности, что сопровождается многочисленными предписаниями контролирующих органов и выплатами нефтедобывающими предприятиями крупных штрафов за выбросы вредных веществ.

Подтвержденных научных исследований о том, что пар содействует более глубокому сгоранию, нет. Практика показывает, что при определенном расходе пара пламя от факельного сброса практически не видно, доля сжигания резко уменьшается и, как сопутствующий эффект, уменьшается количество видимого дыма. Чем больше пара подается к факельному оголовку, тем меньше видимое пламя, сажеобразование уменьшается, но при этом полностью блокируется подвод воздуха к основной струе сброса [Бездымность..., www].

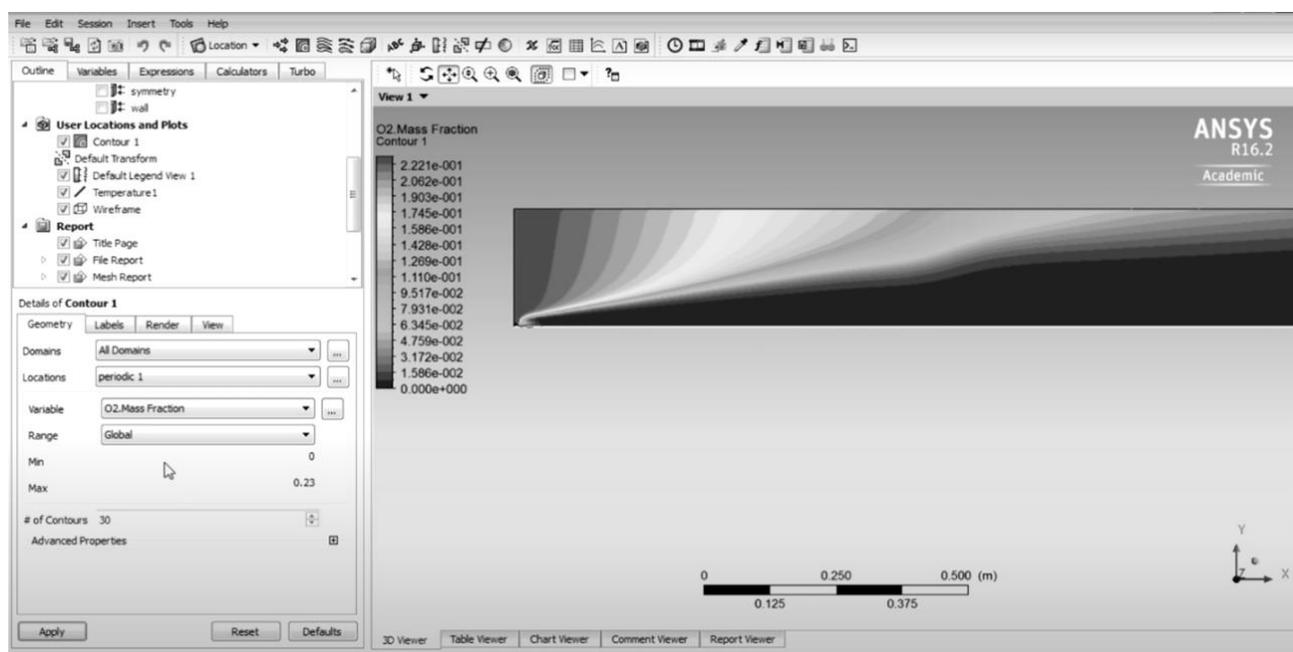


Рисунок 1 – Контур концентрации кислорода в программном продукте ANSYS

Основываясь на научной работе Н.В. Афросимова, в которой он утверждает, что для качественного смешения газозооушной смеси необходимы не только знание коэффициента избытка воздуха, но также конструктивное решение горелки и определение степени крутки потока, можно сделать следующий вывод. Поскольку характер влияния гидродинамического параметра и относительный диаметр отверстий на смесеобразование качественно одинаков, представлялось разумным ввести параметр, который позволил бы объединить влияние этих факторов на неполноту смешения [Расходомеры газа и воздуха..., www]. Такой характеристикой является дальнобойность h . На рисунке 2 представлена схема развития струи в поперечном потоке. На ней показана величина h – расстояние по нормали от плоскости устья струи до точки на оси ее, где проекция осевой скорости на плоскость, перпендикулярную к

плоскости устья струи, составляет 5% от устьевой скорости.

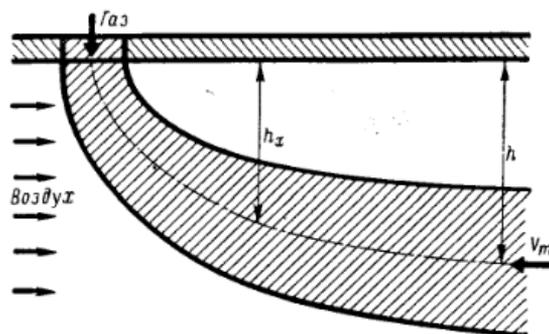


Рисунок 2 – Схема распространения струи в поперечном потоке

Для улучшения смешивания необходимо обеспечить размещение газовых струй так, чтобы они попадали в зону поперечного сечения горелки, создавая оптимальную степень закрутки потока с конструктивной особенностью горелки [Бесчастнов, Соколов, 1979]. Экспериментальные данные А.П. Теснера подтверждают, что при диффузном горении при предварительном перемешивании стехиметрического состава количество образующейся сажи значительно уменьшается [Теснер, 1961]. Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что пар лишь осаждает сажеобразования и не влияет на полноту сгорания.

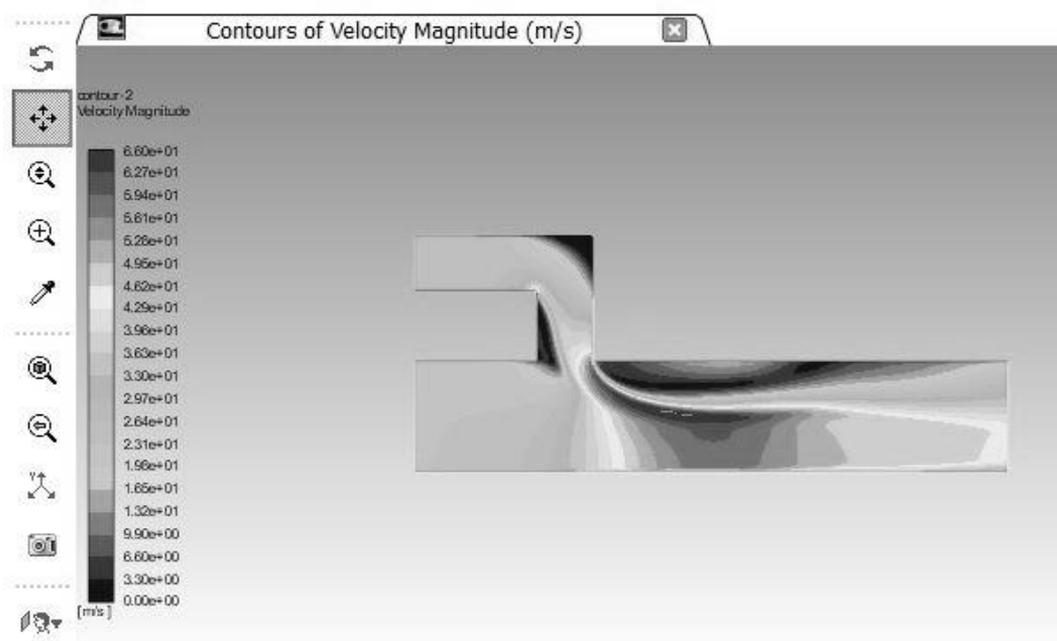


Рисунок 3 – Контур изменения скорости потока

В процессе сгорания углеродных газов для одной молекулы метана, который является основной составляющей природного газа, требуется ровно две молекулы кислорода (рисунок 3). Если перевести в понятные объемы, то для того, чтобы окислить кубический метр указанного топлива, придется использовать в два раза больше кислорода [Количество воздуха для сжигания..., www].

Интересным для практического применения является опыт внедрения автоматизированной системы управления розжигом и контролем пламени (АСУ РКП) производства ООО «Научно-производственное предприятие "Факельные системы"» (г. Уфа), которая соответствует ПБ 08-624-03, п. 3.7 «Требования к устройству и эксплуатации факельных систем», ПБ 03-591-03 [Презентация по теме «Факельные системы...», www].

Автоматика АСУ РКП полностью соответствует требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации факельных систем 03-591-03 и Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности 08-624-03, а также показывает высокую надежность работы в любых эксплуатационных условиях [Стрижевский, Эльнатанов, 1979].

Данная система обладает следующими преимуществами:

1. Для бездымного сжигания непредельных углеводородов и безопасного сжигания при максимальных расходах, а также углеводородных / инертных смесей применены конструкции факельных оголовков с оптимальным соотношением газ / воздух и струйным разделением газового потока.

2. Замена пара на сжатый воздух при тяжелых составах ПНГ как из экономических соображений, так и для реально экологически чистого, а не «визуально видимого», бездымного сжигания.

3. Обеспечение гарантированного дистанционного розжига и отказ от систем «бегущий огонь», не соответствующих надежному запуску факельной установки;

4. Для обеспечения достоверности контроль пламени по принципу детекторного эффекта без применения оптики или термопар.

5. Полная автоматизация пуска и контроля работоспособности факельной установки.

6. Уменьшение негативного влияния на окружающую среду.

Заключение

Таким образом, значительная часть факельных установок на объектах нефтегазодобывающей промышленности оснащена устаревшим оборудованием для розжига факела, что ухудшает экологическую обстановку из-за несовершенства технологии горения факела. В связи с этим вопрос о внедрении оборудования, которое позволит сократить объемы использования природного (топливного) газа для розжига дежурной горелки факела, а также снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, повысить надежность горения нефтяного газа, в настоящее время является актуальным.

Утилизация нефтяного сбросного газа и всех его составляющих должна быть направлена на обеспечение максимально полного сгорания утилизируемых компонентов за счет высокой степени ионизации в объеме пламени факела, что позволяет осуществить высокую степень разложения экологически опасных компонентов.

Библиография

1. Бездымность. Факельные установки для бездымного сжигания // Официальный сайт ООО «Нефтехимсервис». URL: <http://www.fakel-nhs.ru/illegally.html>
2. Бесчастнов М.В., Соколов В.М. Предупреждение аварий в химических производствах. М.: Химия, 1979. 392 с.
3. Количество воздуха для сжигания природного газа // Совет инженера. URL: <https://sovet-ingenera.com/gaz/docs/kolichestvo-vozdusha-dlya-szhiganiya-prirodnogo-gaz.html>
4. Магарил Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти. М.: Химия, 1976. 313 с.
5. Презентация по теме «Факельные системы с автоматической системой управления розжигом и контролем пламени» // Официальный сайт ООО «НПП "Факельные системы"». URL: <http://www.fakels.ru/презентация-ооо-нпп-факельные-систем/>

6. Расходомеры газа и воздуха // Официальный сайт ООО «Конвелс Автоматизация». URL: <http://www.konvels.ru/index.php?mode=1&did=65>
7. Старк С.Б. Газоочистные аппараты и установки в металлургическом производстве. М.: Металлургия, 1990. 400 с.
8. Стрижевский И.И., Эльнатанов А.И. Факельные установки. М.: Химия, 1979. 184 с.
9. Теория и практика сжигания газа // Отчет о работе научно-технического общества энергетической промышленности. СПб.: Недра, 1967.
10. Теснер А.П. Образование сажи при разложении и горении углеродов // Газовая промышленность. 1961. № 5. С. 246-250.

Improvement of efficiency and safe use of flare units

Adeliya M. Khazratkulova

Student,
Salavat branch of Ufa State Petroleum Technological University,
53250, 22B Gubkina st., Salavat, Russian Federation;
e-mail: adeliyagilyazetdinova@gmail.com

El'mira M. Bashirova

Candidate of technical Sciences, associate Professor,
Salavat branch of Ufa State Petroleum Technological University,
53250, 22B Gubkina st., Salavat, Russian Federation;
e-mail: bashirova-elmira@yandex.ru

Vadim V. Ibragimov

Student,
Salavat branch of Ufa State Petroleum Technological University,
53250, 22B Gubkina st., Salavat, Russian Federation;
e-mail: kawai.vadia@gamil.ru

Azamat F. Kazakbaev

Student,
Salavat branch of Ufa State Petroleum Technological University,
53250, 22B Gubkina st., Salavat, Russian Federation;
e-mail: azamatkazakbaev1998@mail.ru

Abstract

When gas is burned in flare units, a significant proportion of harmful substances enter the atmosphere. One of the most common problems of petrochemical and oil refineries is environmental pollution. Human impact causes various types of changes in ecosystems, which in some cases are irreversible and lead to their destruction. Certain legislative measures are being taken to protect the environment, and methods and devices are being developed to reduce the negative impact of production. One of the first industries to use flare systems was the oil industry. At the same time, a significant part of flare units at oil and gas production facilities are equipped with outdated

equipment for flare ignition, which worsens the environmental situation due to imperfect technology of flare burning. In this regard, the issue of implementing equipment that will reduce the use of natural (top-level) gas for firing the duty torch, as well as reduce emissions of harmful substances into the atmosphere, and improve the reliability of oil gas combustion is topical. The article describes the disadvantages of the used technologies oil gas burning on torches, features of the technology of more effective flare ignition and control of flame burning, as well as the results of testing and implementation of new flare unit.

For citation

Khazratkulova A.M., Bashirova E.M., Ibragimov V.V., Kazakbaev A.F. (2020) Povyshenie effektivnosti i bezopasnosti ekspluatatsii fakel'nykh ustanovok [Improvement of efficiency and safe use of flare units]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (4A), pp. 65-71. DOI: 10.34670/AR.2020.67.85.008

Keywords

Flare unit, gas burning, atmosphere, ecosystem, production, usage, environment.

References

1. Beschastnov M.V., Sokolov V.M. (1979) *Preduprezhdenie avarii v khimicheskikh proizvodstvakh* [Prevention of accidents in chemical industries]. Moscow: Khimiya Publ.
2. Bezdyimnost'. Fakel'nye ustanovki dlya bezdyimnogo szhiganiya [Smokelessness. Flare units for smokeless combustion]. *Ofitsial'nyi sait OOO "Neftekhimservis"* [Official website of OOO Neftekhimservis]. Available at: <http://www.fakelnhs.ru/illegally.html> [Accessed 12/05/2020].
3. Kolichestvo vozdukhha dlya szhiganiya prirodnogo gaza [Amount of air for natural gas burning]. *Sovet inzhenera* [Engineer's advice]. Available at: <https://sovet-ingenera.com/gaz/docs/kolichestvo-vozduha-dlya-szhiganiya-prirodnogo-gaz.html> [Accessed 19/05/2020].
4. Magaril R.Z. (1976) *Teoreticheskie osnovy khimicheskikh protsessov pererabotki nefiti* [Theoretical foundations of chemical processes of oil refining]. Moscow: Khimiya Publ.
5. Prezentatsiya po teme "Fakel'nye sistemy s avtomaticheskoi sistemoi upravleniya rozzhigom i kontrolem plameni" [Presentation on the topic "Flare systems with automatic ignition control system and flame control"]. *Ofitsial'nyi sait OOO «NPP "Fakel'nye sistemy"»* [Official website of «NPP "Fakel'nye sistemy"»]. Available at: <http://www.fakels.ru/%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-%D0%BE%D0%BE%D0%BE-%D0%BD%D0%BF%D0%BF-%D1%84%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC> [Accessed 15/05/2020].
6. Raskhodometry gaza i vozdukhha [Flow meter of gas and air]. *Ofitsial'nyi sait OOO "Konvels Avtomatizatsiya"* [Official website of OOO "Konvels Avtomatizatsiya"]. Available at: <http://www.konvels.ru/index.php?mode=1&did=65> [Accessed 12/05/2020].
7. Stark S.B. (1990) *Gazoochistnye apparaty i ustanovki v metallurgicheskome proizvodstve* [Gas purification devices and units in metallurgical production]. Moscow: Metallurgiya Publ.
8. Strizhevskii I.I., El'natanov A.I. (1979) *Fakel'nye ustanovki* [Flare units]. Moscow: Khimiya Publ.
9. Teoriya i praktika szhiganiya gaza [Theory and practice of gas burning] (1967). *Otchet o rabote nauchno-tekhnicheskogo obshchestva energeticheskoi promyshlennosti* [Report on the work of the scientific and technical society of the energy industry]. Saint Petersburg: Nedra Publ.
10. Tesner A.P. (1961) Obrazovanie sazhi pri razlozhenii i gorenii uglerodov [Soot formation during decomposition and burning of carbon]. *Gazovaya promyshlennost'* [Gas industry], 5, pp. 246-250.