

DOI: 10.17122/ntj-oil-2019-2-153-160

УДК 665.637.8 - 049.5

Н.Х. Абдрахманов, З.А. Закирова, Г.Р. Аминова (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация),
Г.А. Шарипов (Кокшетауский технический институт Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан, г. Кокшетау, Республика Казахстан)

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БИТУМА ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ГАЗОЖИДКОСТНОГО РЕАКТОРА

Nail Kh. Abdrakhmanov, Zemfira A. Zakirova, Guzel R. Aminova
(Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation),
Gabit A. Sharipov (Kokshetau Technical Institute of the Ministry of Emergency
Situations of Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Republic of Kazakhstan)

SAFETY INCREASE OF BITUMEN PRODUCTION BY IMPROVEMENT OF THE GAS-LIQUID REACTOR CONSTRUCTION

Введение

Поскольку нефтеперерабатывающая промышленность представлена в основном опасными производственными объектами, обладающими постоянной пожарной и взрывоопасностью, то вопросы повышения безопасности производства с каждым годом становятся все более актуальными.

Это связано с тем, что, с одной стороны, основные производственные фонды с каждым годом устаревают, с другой стороны, внедряются новые технологии, меняется нормативно-техническая документация. Все эти факторы обуславливают необходимость уделять особое внимание безопасности и приведения в соответствие с современными требованиями. Так, обеспечение безопасности на взрывопожароопасных промышленных объектах является необходимым и неотъемлемым элементом управления производством.

Background

As oil refining industry is presented generally by the hazardous production facilities possessing constant fire and potential of explosion, issues of safety production increasing become more and more relevant every year.

This is due to the fact that, on the one hand, the main production assets are becoming obsolete every year, on the other hand, new technologies are being introduced, regulatory and technical documentation is changing. All these factors require special attention to safety and to bring it in line with modern requirements. So safety at explosion and fire hazardous industrial facilities is a necessary and integral element of production management.

Одним из таких объектов является установка производства битумов.

Битум в России и за рубежом является самым многотоннажным видом нефтепродуктов. Изготовление кровельных материалов, применение при производстве лакокрасочных материалов, использование при строительстве и ремонте дорог, а также в гражданском и промышленном строительстве - все это составляет большой диапазон возможного применения битума. Ужесточение требований к качеству битума и увеличение потребления дорожного битума требует модернизации и увеличения мощности технологических процессов производства битума и необходимости реконструкции оборудования с доведением его до современного уровня и получения окисленных битумов. Наряду с изменениями в технологии производства, встанут вопросы увеличения промышленной безопасности, а также минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций при эксплуатации этих установок.

Цели и задачи

Рассмотреть возможность повышения безопасности производства битума путем совершенствования конструкции газожидкостного реактора.

Результаты

Повышение безопасности на объектах нефтеперерабатывающих предприятий заключается в предотвращении возникновения причин аварий.

Рассматриваются вопросы совершенствования конструкции реактора, используемого в производстве окисленных битумов, в целях повышения безопасности эксплуатации установки.

One of such objects is bitumen production installation.

Bitumen in Russia and abroad is the largest tonnage type of petroleum products. Production of roofing materials, use in the production of paints and varnishes, use in the construction and repair of roads, as well as in civil and industrial construction - all this constitutes a large range of possible use of bitumen. The tightening of requirements for the quality of bitumen and an increase in the consumption of road bitumen leads to the need to modernize and increase the capacity of technological processes for bitumen production and the need to reconstruct equipment to bring it up to date and produce oxidized bitumen. Along with changes in production technology, there are issues of increasing industrial safety, as well as minimizing the risks of emergency situations during the operation of these facilities.

Aims and Objectives

Consider the possibility of improving the safety of bitumen production by improving the design of a gas-liquid reactor.

Results

Improving safety at oil refineries facilities implies the preventing of accidents causes.

Questions of design improvement of a reactor used in of the oxidized bitumens production for safety increase of installation operation are considered.

Ключевые слова: безопасность производства; аварии; битумное производство; окисление; кубы-окислители; реактор; окислительная колонна

Key words: safety of production; accident; bituminous production; oxidation; cubes oxidizers; reactor; oxidizing column

Повышение безопасности технологических процессов на объектах нефтегазовой отрасли продолжает оставаться актуальной проблемой, поскольку использование агрессивных сред, эксплуатация оборудования в

условиях высоких или низких температур, больших давлений может привести к крупным авариям. Это может быть связано как с взрывами образовавшейся смеси в результате истечения взрывоопасных и горючих веществ,

так и с взрывами реакционной смеси внутри технологической системы (аппарата) в результате отклонения параметров технологического процесса от регламентированных значений [1].

Производство битума является потенциально опасным, так как в процессе его изготовления применяются высокоопасные вещества, истечение которых может привести к крупным авариям, связанным с возможной гибелью людей в результате взрывов и пожаров [2, 3].

Битум - это высокомолекулярный углеводородный продукт из нефти, содержащий производные гетероатомов - кислород, сера, азот, ванадий, железо, никель [4]. Битум устойчив при излучениях и температурных воздействиях, он не растворяется в воде, противодействует влиянию различных химических веществ. Он является аморфным веществом, поэтому у него нет температуры плавления. Эксплуатационная надежность битумов характеризуется различными признаками и методами оценок. Основным показателем служит температура размягчения, показывающая переход вещества от твердого состояния в жидкое. Для определения данного показателя обычно используется метод «кольца и шара». Также важным показателем является пенетрация - косвенный показатель твердости битума, определяемый «глубиной проникания иглы».

Битум является связующим компонентом при производстве асфальтобетонных смесей и используется при ремонте дорог, аэродромов, а также для изготовления изоляционных материалов и т.д., при этом большая часть произведенного битума (около 80 %) применяется при строительстве дорог [4, 5].

Технология производства битумов в РФ в течение долгого времени не совершенствовалась, поскольку их получают из остаточных продуктов нефтепереработки, которые не являются целевыми продуктами. По причине недостаточного внимания к вторичным процессам оборудование на большинстве нефтеперерабатывающих заводов в России устарело и требует модернизации. Ввиду этого на установках производства битума возрастает

риск возникновения аварий, а также наблюдается несоответствие приблизительно 70 % производимых битумов по составу и свойствам потребностям рынка [4, 6].

В РФ наиболее широко используется метод окисления тяжелых нефтяных остатков, поскольку количество нефти, подходящей для производства остаточных битумов, ограничено. За рубежом, в свою очередь, наблюдается обратная ситуация. Там существенная масса вырабатываемого битума представлена остаточными (во Франции их доля - до 85%, в США - свыше 35%) [7, 8].

В процессе окисления тяжелых нефтяных остатков протекают реакции, такие как окислительное дегидрирование, деалкилирование, окислительная полимеризация, поликонденсация, крекинг с последующим уплотнением его продуктов.

При этом окисление нефтяных остатков не проводят до полного их превращения в асфальтены. Через слой исходных веществ, которые могут подаваться как непрерывно, так и периодически, пропускают окислитель, в качестве которого используется кислород воздуха. Образовавшиеся в процессе газы окисления отделяются от продуктов, которые могут использоваться либо как товарный битум, либо направляться на компаундирование.

Основная опасность при производстве битумов определяется повышенной взрывопожарной опасностью сырья и получаемых продуктов, которые обращаются в технологическом оборудовании преимущественно в перегретом состоянии и могут образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, сосредоточением больших масс опасных веществ в единичном оборудовании (емкостях, колонных аппаратах), использованием нагревательных печей для нагрева технологических сред и т.д.

Наиболее вероятными аварийными ситуациями, которые могут возникнуть на установке, являются пожары и взрывы.

Эффективность и безопасность работы окислительных аппаратов, в наибольшей степени зависит от расхода воздуха, температуры процесса и высоты барботажного слоя [9, 10].

В зависимости от природы сырья и требуемых свойств битума следует подбирать соответствующую температуру окисления. Для большинства видов сырья с учетом экономической целесообразности она близка к 250 °С [10].

Степень использования кислорода воздуха является важнейшим показателем эффективности как аппарата, так и системы диспергирования воздуха. Отношение потребленного в ходе реакции кислорода к его содержанию в исходном воздухе определяет степень использования кислорода.

Результаты опытно-промышленных испытаний подтверждают, что при увеличении высоты реакционной зоны содержание кислорода в газах окисления уменьшается, а продолжительность контакта газовой и жидкой фаз возрастает [8].

С повышением расхода воздуха на 1 т сырья до определенного значения (1,4 м³/мин) эффективность процесса повышается, затем при дальнейшем увеличении ухудшается степень использования кислорода воздуха [9, 10].

Среди окислительных аппаратов как в России, так и за рубежом наибольшее распространение получили барботажные колонные реакторы, представляющие собой полый цилиндрический сосуд с отношением высоты к диаметру равным 5-10. Они оборудованы необходимыми штуцерами, распределителем воздуха, приборами контроля и измерения [10].

Полые окислительные колонны, несмотря на бесспорное преимущество перед аппаратами предыдущих лет (окислительные кубы и трубчатые реакторы), также имеют ряд недостатков, которые могут не только привести к аварийной ситуации, но и снижают производительность битумных установок. В таких колоннах в недостаточной степени используется кислород воздуха при окислении, в связи с этим наблюдается повышение остаточного содержания его в газах окисления, что приводит к увеличению пожаро- и взрывоопасности на установке. На стенках оборудования и устройстве распределения воздуха происходит отложение кокса, которое приводит к коррозии металла, понижению про-

ходимости в полости оборудования. Все это подразумевает большие затраты ручного труда при их очистке. В окислительных колоннах, чтобы обеспечить требуемую скорость и полноту протекания окисления, необходимо поддерживать повышенную температуру в зоне реакции, что может привести к самовоспламенению отложений при 190 °С, образующихся на внутренней стороне верхних днищ аппаратов из-за конденсации и последующего окисления капелек гудрона или битума [10].

Исходя из выделенных недостатков, можно определить основные пути для совершенствования работы окислительных колонн. Это, прежде всего, уменьшение температуры процесса, за счет которого снизится риск возникновения аварийной ситуации, связанной с самовоспламенением отложений кокса на внутренних поверхностях оборудования, что повысит срок безаварийной работы окислительных колонн. Повышение потребления кислорода в реакциях окисления позволит одновременно снизить расход сжатого воздуха и уменьшить взрывопожарную опасность на производстве.

На сегодняшний день на установках производства битумов окисление нефтяных остатков проводится в реакторе, представляющем собой вертикальный цилиндрический пустотелый корпус, распределитель свежего воздуха и технологические патрубки для ввода исходного сырья, свежего воздуха и вывода готового продукта и отработанных газов. При работе такого реактора тяжелые нефтяные остатки, нагретые до определенной температуры, непрерывно поступают в среднюю часть реактора, а в нижнюю его часть через патрубок и распределитель непрерывно подается расчетное количество свежего воздуха, который, проходя через слой сырья, окисляет его. Отработанные газы отводятся через патрубок из верхней части газожидкостного реактора, и после выделения из них захваченных капелек реакционной массы, обезвреживаются и выбрасываются в атмосферу.

Уловленную реакционную массу возвращают обратно в газожидкостный реактор. Готовый продукт выводится на склад через

патрубок, расположенный в нижней части газо-жидкостного реактора [4].

Известен способ использования горизонтальных разделительных перегородок в газо-жидкостном реакторе. Сущность работы реактора заключается в двухступенчатом противоточном окислении сырья и более равномерном распределении воздушных пузырьков по всему объему реакционной массы и их повторном дроблении с образованием пенного слоя заданной высоты, достигаемого за счет использования горизонтального разделительного устройства и внутреннего пеногасителя. В горизонтальных разделительных перегородках имеются отверстия, которые равномерно размещаются по всей перегородке. В ней закрепляются патрубки различной длины, которые называются барботажными трубами [11].

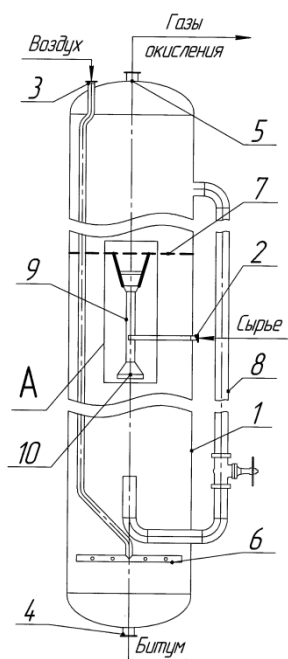
Также в реакторе используется пеногасительное устройство, размещенное над разделительной перегородкой. С помощью циркуляционного трубопровода верхняя часть цилиндрического корпуса сообщается с нижней. Такое техническое решение позволяет наиболее эффективно использовать внутренний объем реактора, обеспечивает более

полное использование кислорода воздуха при окислении, тем самым снижая риск образования взрывопожароопасной смеси и повышая производительность реактора [12, 13].

Следует отметить, что существенным недостатком такой конструкции является то, что неокисленное сырье может попасть на выход реактора за счет недостаточной степени смешения кислорода воздуха с исходным сырьем. Такое явление может привести к уносу жидкой фазы при высоких скоростях газов окисления, что влечет за собой выгорание труб печей дожигания, тем самым приводя его в негодность.

Перспективным в использовании видится газо-жидкостной реактор, снабженный газлифтным смесительным устройством ввода сырья [14].

Данное смесительное устройство позволяет наиболее полно использовать кислород воздуха при окислении, в результате чего снижается риск образования взрывоопасной смеси в реакторе, снижается взрывопожарная опасность, а также увеличивается производительность реактора, улучшается качество получаемого продукта. Реактор представлен на рисунке 1.



- 1 - корпус;
- 2 - патрубок для ввода сырья;
- 3 - патрубок для ввода воздуха;
- 4 - патрубок для вывода продуктов реакции;
- 5 - патрубок для вывода отработанных газов;
- 6 - распределительное устройство;
- 7 - перфорированная перегородка;
- 8 - циркуляционная труба;
- 9 - газлифтное смесительное устройство (смесительная камера);
- 10 - конфузор

Рисунок 1. Схема газо-жидкостного реактора

Принцип его работы состоит в следующем. Исходное сырье нагревается до определенной температуры и непрерывно подается через патрубок 2 в смесительную камеру 9. В нижнюю секцию корпуса 1 подается воздух, который вначале вводится через патрубок 3 в распределительное устройство 6.

Воздух подается через патрубок 3 в распределительное устройство 6 и вводится в нижнюю секцию корпуса 1. В данной секции происходит взаимодействие исходной смеси с кислородом воздуха, т.е. окисление. Образовавшиеся газы в процессе окисления и смесь воздуха движутся вверх в виде пузырьков до перфорированной перегородки 7. Здесь создается сопротивление перфорированной перегородкой, в результате чего пузырьки разделяются, и образуется пенный слой.

Некоторая часть воздуха и газов окисления через конфузор 10 поступает в газлифтное смесительное устройство. В смесительной камере 9 газы окисления и воздух смешиваются со свежим сырьем и равномерно размещаются в пенном слое под горизонтальной перфорированной перегородкой 7.

Далее смешанные жидкие и газообразные продукты реакции проходят через горизонтальную перфорированную перегородку 7 и распределяется по сечению верхней секции корпуса 1 реактора, в которой происходит дальнейшее окисление реакционной массы. Через патрубок 5 удаляются окисленные газы. Из верхней секции по выносной циркуляционной трубе 8 жидкость стекает в нижнюю секцию, где расположено распределительное устройство воздуха 6. Здесь протекает полное окисление всей смеси. После этого в нижнем днище корпуса 1 готовый битум выводится через патрубок 4.

Вывод

Таким образом, изменение конструкции реактора с применением смесительного устройства при производстве окисленных битумов позволит снизить взрывоопасность и пожарную опасность на установке благодаря снижению содержания кислорода в отходящих газах окисления за счет более полного его использования при окислении. Данная конструкция позволит также повысить качество выпускаемой продукции и увеличить производительность оборудования.

Список литературы

1. Abdrakhmanov N., Abdrakhmanova K., Vorohobko V., Abdrakhmanova L., Basyirova A. Development of Implementation Chart for Non-Stationary Risks Minimization Management Technology Based on Information-Management Safety System // *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2017. No. 12. pp. 7880-7888.
2. Закирова З.А., Шаяхметова А.И. Повышение уровня безопасности на опасных производственных объектах, эксплуатирующих оборудование, работающее под избыточным давлением // *Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело»*. 2016. № 2. С. 240-253.
3. Кускильдин Р.А., Абдрахманов Н.Х., Закирова З.А., Ялалова Э.Ф., Абдрахманова К.Н., Ворохобко В.В. Современные технологии для проведения производственного контроля, повышающие уровень промышленной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли // *Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов*. 2017. Вып. 2 (108). С. 111-120.
4. Джумаева О., Слолодова Н.Л., Емельянцева Е.А. Основные тенденции производства битумов в России // *Вестник технологического университета*. 2015. № 20. С. 132-136.

References

1. Abdrakhmanov N., Abdrakhmanova K., Vorohobko V., Abdrakhmanova L., Basyirova A. Development of Implementation Chart for Non-Stationary Risks Minimization Management Technology Based on Information-Management Safety System. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2017, No. 12. pp. 7880-7888.
2. Zakirova Z.A., Shayakhmetova A.I. Povyshenie urovnya bezopasnosti na opasnykh proizvodstvennykh ob'ektakh, ekspluatiruyushchikh oborudovanie, rabotayushchee pod izbytochnym davleniem [The Improvement of Safety Level at Hazardous Production Facilities, Operating Equipment, Working under Overpressure]. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftegazovoe delo» - Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2016, No. 2, pp. 240-253. [in Russian].
3. Kuski'din R.A., Abdrakhmanov N.Kh., Zakirova Z.A., Yalalova E.F., Abdrakhmanova K.N., Vorokhobko V.V. Sovremennye tekhnologii dlya provedeniya proizvodstvennogo kontrolya, povyshayushchie uroven' promyshlennoi bezopasnosti na ob'ektakh neftegazovoi otrasli [Modern Technologies for Operation Control Monitoring Increasing Industrial Safety Level on Oil and Gas

5. Сибгатуллина Р.И., Абдуллин А.И., Емельянычева Е.А., Бикмухаметова Г.К. Влияние параметров окисления гудронов на свойства конечного битумного материала. Кинетические особенности окисления нефтяных остатков до битума // Вестник технологического университета. 2016. № 2. С. 41-47.
6. Lavorato D., Nuti C., Santini S., Briseghella B., Xue J. A Repair and Retrofitting Intervention to Improve Plastic Dissipation and Shear Strength of Oil Tanks // Structural Engineering, Providing Solutions to Global Challenges Report. IABSE Conference, Geneva, 2015. 2015. P. 1762-1767.
7. Белова Н.А., Цамаева П.С., Страхова Н.А. Перспективы развития производства битумов в России // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. № 45 (64). С. 37-44.
8. Муртазин Т.М., Ризванов Т.М., Нигматуллин В.Р., Кутин Ю.А., Теляшев Э.Г. Оперативное управление процессом компаундирования битумов // Нефтепереработка и нефтехимия. 2006. № 4. С. 4-6.
9. Ипполитов Е.В. Технология производства битумов. Недавняя история и давние проблемы // Химия и технология производства. 2000. № 4. С. 13-20.
10. Kunelbayev M.M., Gaisin E.Sh., Repin V.V., Galiullin M.M., Abdrakhmanova K.N. Heat Absorption by Heat-Transfer Agent in a Flat Plate Solar Collector // International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2017. Vol. 115. No. 3. P. 561-575.
11. Tissot B.P. Preliminary Data on the Mechanisms and Kinetics of the Formation of Petroleum in Sediments. Computer Simulation of a Reaction Flowsheet // Oil & Gas Science and Technology. 2003. Vol. 58. No. 2. P. 183-202.
12. Sekerin V.D., Gaisina L.M., Shutov N.V., Abdrakhmanov N.Kh., Valitova N.E. Improving the Quality of Competence-Oriented Training of Personnel at Industrial Enterprises // Quality - Access to Success. 2018. Vol. 19. No. 165. P. 68-73.
13. Пат. 2369433 РФ, МПК С 10 С 3/04. Газожидкостной реактор для получения окисленных нефтяных битумов / С.Х. Загидуллин, В.Ю. Жуков, В.И. Якунин, В.А. Крылов. 2008121614/15, 28.05.2008; Оpubл. 10.10.2009. Бюл. № 28.
14. Абишев А.А. Совершенствование барботажных колонных реакторов в производстве нефтяных битумов: дис. ... канд. техн. наук. Пермь, 2015. 184 с.
- Industry Objects]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2017, Issue 2 (108), pp. 111-120. [in Russian].
4. Dzhumaeva O., Slododova N.L., Emel'yanicheva E.A. Osnovnye tendentsii proizvodstva bitumov v Rossii [The Main Trends in The Production of Bitumen in Russia]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta - Bulletin of the Technological University*, 2015, No. 20, pp. 132-136. [in Russian].
5. Sibgatullina R.I., Abdullin A.I., Emel'yanicheva E.A., Bikmukhametova G.K. Vliyaniye parametrov okisleniya gudronov na svoystva konechnogo bitumnogo materiala. Kineticheskie osobennosti okisleniya neftyanykh ostatkov do bituma [Influence of Parameters of Tar Oxidation on The Properties of The Final Bituminous Material. Kinetic Features of Oxidation of Oil Residues to Bitumen]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta - Bulletin of Technological University*, 2016, No. 2, pp. 41-47. [in Russian].
6. Lavorato D., Nuti C., Santini S., Briseghella B., Xue J. A Repair and Retrofitting Intervention to Improve Plastic Dissipation and Shear Strength of Oil Tanks. *IABSE Conference, Structural Engineering, Providing Solutions to Global Challenges Report. Geneva, 2015*, pp. 1762-1767.
7. Belova N.A., Tsamaeva P.S., Strakhova N.A. Perspektivy razvitiya proizvodstva bitumov v Rossii [Prospects of the Development of Bitumen Production in Russia]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta Seriya: Stroitelstvo i arhitektura - Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering Series: Civil Engineering and Architecture*, 2016, No. 45 (64), pp. 37-44. [in Russian].
8. Murtazin T.M., Rizvanov T.M., Nigmatullin V.R., Kut'in Yu.A., Telyashev E.G. Operativnoe upravlenie protsessom kompaundirovaniya bitumov [Operational Management of the Process of Compounding Bitumen]. *Neftpererabotka i neftekhiymiya - Refining and Petrochemicals*, 2006, No. 4, pp. 4-6. [in Russian].
9. Ippolitov E.V. Tekhnologiya proizvodstva bitumov. Nedavnaya istoriya i davnie problemy [Bitumen Production Technology. Recent History and Long-Standing Challenges]. *Khimiya i tekhnologiya proizvodstva - Chemistry and Production Technology*, 2000, No. 4, pp. 13-20. [in Russian].
10. Kunelbayev M.M., Gaisin E.Sh., Repin V.V., Galiullin M.M., Abdrakhmanova K.N. Heat Absorption by Heat-Transfer Agent in a Flat Plate Solar Collector. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 2017, Vol. 115, No. 3, pp. 561-575.
11. Tissot B.P. Preliminary Data on the Mechanisms and Kinetics of the Formation of Petroleum in Sediments. Computer Simulation of a Reaction Flowsheet. *Oil & Gas Science and Technology*, 2003, Vol. 58, No. 2, pp. 183-202.
12. Sekerin V.D., Gaisina L.M., Shutov N.V., Abdrakhmanov N.Kh., Valitova N.E. Improving the Quality of Competence-Oriented Training of Person-

nel at Industrial Enterprises. *Quality - Access to Success*, 2018, Vol. 19, No. 165, pp. 68-73

13. Zagidullin S.Kh., Zhukov V.Yu., Yakunin V.I., Krylov V.A. *Gazozhidkostnoi reaktor dlya polucheniya okislennykh neftyanykh bitumov* [Gas-Liquid Reactor for Production of Oxidized Oil Bitumen]. Patent RF, No. 2369433, 2009. [in Russian].

14. Abishev A.A. *Sovershenstvovanie barbotazhnykh kolonnykh reaktorov v proizvodstve neftyanykh bitumov: dis...kand. tekhn. nauk.* [Improvement of Bubble Column Reactors in the Production of Bitumen: Cand. Engin. Sci. Diss.]. Perm, 2015. 184 p. [in Russian].

Авторы

• Абдрахманов Наиль Хадитович, д-р техн. наук, доцент
Уфимский государственный
нефтяной технический университет
Заведующий кафедрой «Промышленная
безопасность и охрана труда»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: anailx@mail.ru

• Закирова Земфира Ахметовна, канд. техн. наук
Уфимский государственный
нефтяной технический университет
Доцент кафедры «Промышленная безопасность
и охрана труда»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: zakirovaza@mail.ru

• Аминова Гузель Раиловна
Уфимский государственный
нефтяной технический университет
Студент кафедры «Промышленная
безопасность и охрана труда»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,
ул. Космонавтов, 1
e-mail: aminova_93@mail.ru

• Шарипов Габит Аубакирович, канд. техн.
наук
Кокшетауский технический институт
Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД
Республики Казахстан
Полковник
Республика Казахстан, 020000, г. Кокшетау,
ул. Акана-Сери, 136
e-mail: gabit_72@inbox.ru

The Authors

• Abdrakhmanov Nail Kh., Doctor of Engineering
Sciences, Associated Professor
Ufa State Petroleum Technological University
Head of Industrial Safety and Labor Protection
Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: anailx@mail.ru

• Zakirova Zemfira A., Candidate of Engineering
Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Assistant Professor of Industrial Safety and Labor
Protection Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: zakirovaza@mail.ru

• Aminova Guzel R.
Ufa State Petroleum Technological University
Student of Industrial Safety and Labor
Protection Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: aminova_93@mail.ru

• Sharipov Gabit A., Candidate of Engineering
Sciences
Kokshetau Technical Institute of the Ministry
of Emergency Situations of the Republic
of Kazakhstan
Colonel
136, Akana-Seri str., Kokshetau, 020000,
Republic of Kazakhstan
e-mail: gabit_72@inbox.ru