

УДК 656.56

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЦЕНАРИЕВ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙ  
В ПУНКТЕ ПОДГОТОВКИ И СБОРА НЕФТИ**

**IDENTIFICATION OF POSSIBLE ACCIDENT SCENARIOS  
AT OIL TREATMENT AND GATHERING POINT**

**К.Б. Тагирова, В.Б. Барахнина, И.Р. Киреев, К.Н. Абдрахманова**

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа, Российская Федерация**

**Kamilla B. Tagirova, Vera B. Barakhnina, Ilgis R. Kireev,  
Karina N. Abdrakhmanova**

**Ufa State Petroleum Technological University, Ufa. Russian Federation**

**Аннотация.** Особенности разработки и эксплуатации Варьеганского месторождения, техника и контрольно-измерительные приборы, используемые в пункте подготовки и сбора нефти (ППСН), обуславливают определенное количество сценариев развития инцидентов и аварий.

В статье даны краткие сведения о технике и технологии добычи нефти на Варьеганском месторождении ОАО «Варьеганнефть», произведена оценка уровня безопасности на предприятии, определены возможные сценарии аварий, дана оценка их риска, предложены рекомендации, направленные на повышение уровня безопасности добычи нефти и газа на предприятии.

ППСН ОАО «Варьеганнефть» принимает сырую нефть по нефтепроводам от скважин, производит ее подготовку (отделение попутного газа и пластовой воды), очистку пластовой воды, оперативный учет (нефти, пластовой воды и газа), перекачку нефти для дальнейшей подготовки, перекачку пластовой воды в общую систему для дальнейшей закачки в пласт и

очистку попутного нефтяного газа от капельной жидкости. Возможными источниками возникновения аварий на ППСН являются нарушения в работе емкостного оборудования, содержащего водонефтяную смесь (отстойники-сепараторы); нефтяных скважин; выкидных нефтепроводов (шлейфы скважин); коллекторов, внутрипромысловых нефтепроводов и другого технологического оборудования, содержащего нефть (насосное оборудование, автоматизированная групповая замерная установка).

Возникновение аварии возможно вследствие разгерметизации технологического оборудования (из-за коррозии, абразивного износа, дефекта изготовления, усталости металла); транспортной аварии (столкновение, сход железнодорожного состава с маневровочного пути); ошибки персонала при проведении работ по техническому обслуживанию, ремонтных, огневых и сварочных работах; механического повреждения в результате несанкционированных работ в районе прохождения трубопроводов; разгерметизации оборудования из-за превышения регламентного значения давления (гидравлический удар); разгерметизации из-за преднамеренных действий (диверсии, засверловки с целью хищения, вандализм).

Приведенные сценарии аварий выделены и описаны по признакам основных поражающих факторов. В то же время отдельные сценарии можно рассматривать как составляющую часть более укрупненного и протяженного во времени сценария аварии.

**Abstract.** Features of the development and operation of the Varyoganskoye field, equipment and instrumentation used in an oil treatment and gathering point (OTGP), determine a certain number of scenarios for the development of incidents and accidents.

The article gives brief information about the technique and technology for oil production at the Varyoganskoye field of Varyoganneft OJSC, assesses the level of safety at the enterprise, identifies possible accident scenarios, gives an assessment of their risk, offers recommendations aimed at improving the safety of oil and gas production at the enterprise.

OTGP of Varioganneft OJSC receives crude oil from oil pipelines from wells, prepares it (separates associated gas and produced water), treats produced water, records (oil, produced water and gas), pumping oil for further treatment, pumping formation water into a common system for further injection into the reservoir and purification of associated petroleum gas from the dropping liquid. Possible sources of accidents at OTGP are violations in the operation of capacitive equipment containing water-oil mixture (settling tanks-separators); oil wells; oil pipelines (well loops); collectors, in-field oil pipelines and other technological equipment containing oil (pumping equipment, automated group metering unit).

The occurrence of an accident is possible as a consequence of depressurization of technological equipment (due to corrosion, abrasive wear, manufacturing defect, metal fatigue); transport accident (collision, derailment of the train from the shunting track); personnel errors during maintenance, repair, fire and welding works; mechanical damage as a result of unauthorized work in the area of pipelines; depressurization of equipment due to excess of the regulatory pressure value (water hammer); depressurization due to deliberate actions (sabotage, drilling for theft, vandalism).

The given accident scenarios are highlighted and described by the signs of the main damaging factors. At the same time, individual scenarios can be considered as an integral part of a more extended and time-consuming accident scenario.

**Ключевые слова:** сценарий; авария; инцидент; взрыв; пожар; продуктопровод; окружающая природная среда

**Key words:** scenario; accident; incident; explosion; fire; product pipeline; natural environment

При первичной подготовке и перекачке сырой нефти используются горючие и взрывоопасные вещества. Возможна высокая плотность располо-

жения оборудования на ограниченной территории. Значительная протяженность внутрицеховых надземных трубопроводов по территории площадки и особые климатические условия местности повышают риск несчастных случаев. При аварийных ситуациях, связанных с утечкой нефти, возможно загрязнение почвы, атмосферы и воды рек и других водоемов. Особенности разработки и эксплуатации месторождения, техника и контрольно-измерительные приборы, используемые в пункте подготовки и сбора нефти (ППСН), обуславливают определенное количество сценариев развития инцидентов и аварий.

Цели данной работы – определение вероятных сценариев аварийных ситуаций в ППСН Варьеганского месторождения ОАО «Варьеганнефть», а также оценка их последствий для работников и окружающей среды (ОС).

ППСН ОАО «Варьеганнефть» принимает сырую нефть по нефтепроводам от скважин, производит ее подготовку (отделение попутного газа и пластовой воды), очистку пластовой воды, оперативный учет (нефти, пластовой воды и газа), перекачку нефти для дальнейшей подготовки, перекачку пластовой воды в общую систему для дальнейшей закачки в пласт и очистку попутного нефтяного газа от капельной жидкости. Технологические процессы разделения пластовой нефти, воды и попутного газа проводятся в сложном оборудовании – электродегидраторах, нефтегазосепараторах, газосепараторах и др. Возможными источниками возникновения аварий в ППСН Варьеганского месторождения ОАО «Варьеганнефть» являются нарушения в работе емкостного оборудования, содержащего водонефтяную смесь (отстойники-сепараторы); нефтяных скважин; выкидных нефтепроводов (шлейфы скважин); коллекторов, внутрипромысловых нефтепроводов и другого технологического оборудования, содержащего нефть (насосное оборудование, автоматизированная групповая замерная установка).

Экологический риск для указанных объектов включает в себя возможность аварийного разлива нефти (загрязнение нефтью территорий и акваторий водных объектов, загазованность атмосферы парами нефти и др.) и

вторичных чрезвычайных ситуаций, обусловленных разливом нефти (возгорание или взрыв в случае появления источника зажигания в зоне разлива, загазованность воздушной среды продуктами горения нефти).

Возникновение аварии возможно вследствие разгерметизации технологического оборудования (из-за коррозии, абразивного износа, дефекта изготовления, усталости металла); транспортной аварии (столкновение, сход железнодорожного состава с маневровочного пути); ошибки персонала при проведении работ по техническому обслуживанию, ремонтных, огневых и сварочных работах; механического повреждения в результате несанкционированных работ в районе прохождения трубопроводов; разгерметизации оборудования из-за превышения регламентного значения давления (гидравлический удар); разгерметизации из-за преднамеренных действий (диверсии, засверловки с целью хищения, вандализм).

Основными факторами, способствующими возникновению и развитию аварий в ППСН Варьеганского месторождения ОАО «Варьеганнефть», являются:

- наличие в нефти агрессивных примесей, абразивных частиц, воды;
- отказ автоматической системы замера уровня жидкости в отстойниках автоматики;
- прохождение трубопроводов по активно обрабатываемым сельскохозяйственным землям, пересечение с искусственными и естественными препятствиями;
- человеческий фактор (некачественная диагностика и выявление дефектов во время эксплуатации, некачественное строительство, отступление от проекта, ошибки операторов, нарушение инструкций и т.д.);
- текучесть и пожаровзрывоопасность нефти;
- диверсии, террористические акты, акты вандализма и несанкционированные врезки.

Сложность транспортировки жидкостей в ППСН Варьеганского месторождения обуславливается постоянными динамическими нагрузками в си-

стеме и нестационарностью процесса. Большое количество арматуры создает дополнительную опасность разгерметизации. Возможный срыв подачи электроэнергии может вызвать остановку насосов, отказ систем аварийной сигнализации и автоматического управления, и в дальнейшем нарушение технологического процесса, и даже аварию [1, 2].

К теплообменным процессам на ППСН Варьеганского месторождения следует отнести процессы нагрева нефти в путевых подогревателях (ПП) на площадке установки перекачки нефти (УПН), печи на площадке нефтеперерабатывающей установки (НПУ-100), а также в кожухотрубных теплообменниках площадки НПУ-100. Опасность теплообменных процессов в ПП обусловлена, в основном, обращением в них взрывопожароопасных веществ при повышенных давлении и температуре. Непосредственного контакта змеевика с нефтью с пламенем в аппаратах выбранной конструкции нет, поэтому опасность данные процессы представляют только в случае разгерметизации аппарата под действием внешних факторов и коррозии. В НПУ-100 возможно возникновение непосредственного контакта змеевика с отбензиненной нефтью с пламенем горелок. Вследствие сильного местного перегрева труб вероятен прогар змеевика, неминуемо сопровождающийся воспламенением транспортируемого продукта [3, 4].

Взрывоопасность процессов теплообмена через стенку обуславливается большой разностью температур теплоносителей, так как при этом создаются неблагоприятные условия для разрушения аппаратуры и разгерметизации оборудования от тепловых деформаций (разрушение аппаратов по сварочным швам, по фланцевым и другим разъемным соединениям).

В насосном оборудовании ППСН Варьеганского месторождения возможны процессы кавитации, которые способны привести к разрушению оборудования и выбросу значительных объемов углеводородов [5, 6].

Резервуары и другие емкости из-за больших объемов опасных продуктов, хранящихся в них, при аварии могут привести к большим разрушениям и загрязнению ОС [7, 8].

При полном прекращении электроснабжения и срабатывании аварийных программ из технологических систем через предохранительные клапаны и другие устройства сбрасываются горючие газы, с которыми аварийные системы утилизации или сжигания газовых сбросов не справляются. По этой причине при внезапном прекращении электроснабжения возможны аварии с разрушением факельных систем. В большинстве случаев данные аварии являются следствием недостаточной квалификации персонала, несоблюдения правил технической эксплуатации и технической безопасности, отсутствия контроля со стороны лиц, ответственных за проведение работ [9, 10].

Потенциальную опасность на территории Варьеганского месторождения представляют продуктопроводы, арматура и технологическое оборудование с нефтью и попутным газом. Основными поражающими факторами в случае аварий являются тепловая энергия, открытое пламя, а также волна сжатия и кинетическая энергия осколков разрушенного оборудования [11, 12]. Далее представлены основные сценарии возможных аварий на Варьеганском месторождении (таблица 1) [9, 13].

**Таблица 1.** Основные возможные сценарии развития аварий в блоках ППСН Варьеганского месторождения и события, инициирующие аварийную ситуацию

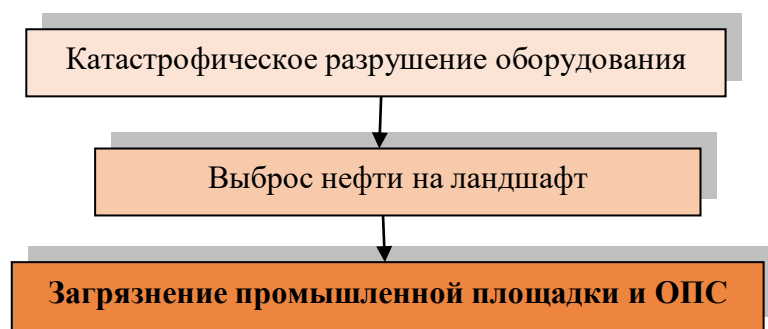
Блок	Оборудование в блоке	Обращающееся вещество	Событие	Сценарий
Площадка цеха подготовки и перекачки нефти				
Площадка подогревателей	Путевой подогреватель	Нефть	Разгерметизация фланцевых соединений	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>
Блок	Оборудование в блоке	Обращающееся вещество	Событие	Сценарий
Площадка II ступени сепарации	Сепаратор II ступени	Нефть, газ	Разрушение аппарата	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>5</sub>
	Электродегидратор	Нефть	Разрушение аппарата	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>
Концевая сепарационная установка (КСУ)	Сепараторы КСУ	Нефть, газ	Разрушение аппарата	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>5</sub>



Блок	Оборудование в блоке	Обращающееся вещество	Событие	Сценарий
Резервуарный парк	Резервуар товарный, аварийный	Нефть	Разрушение резервуара	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub>
	Резервуар товарный, аварийный		Воспламенение внутри резервуара	C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>
Насосная внешней перекачки	Насосы	Нефть	Разрушение насоса, разгерметизация трубопроводов обвязки	C <sub>6</sub>
Площадка нефтеналива	Наливные стояки	Нефть	Разгерметизация коммуникаций	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>
	Автоцистерны	Нефть, дизтопливо	Разгерметизация автоцистерны	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>
Блок осушки газа	Сепаратор	Газ	Разрушение аппарата	C <sub>1</sub> , C <sub>5</sub>
Технологические трубопроводы УПН	Трубопроводы обводненной нефти	Нефть, газ	Разгерметизация трубопровода	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>5</sub>
	Трубопроводы товарной нефти	Нефть	Разгерметизация трубопровода	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>
	Трубопроводы газа	Газ	Разгерметизация трубопровода	C <sub>5</sub> , C <sub>6</sub>
Насосная	Насосное оборудование	Легковоспламеняющаяся жидкость (ЛВЖ), горючая жидкость	Разрушение насоса, разгерметизация трубопроводов обвязки	C <sub>6</sub>
Технологические трубопроводы насосно-питательной установки	Трубопроводы нефти (бензина, дизтоплива, мазута)	ЛВЖ	Разгерметизация трубопровода	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>

На рисунке 1 представлен сценарий C<sub>1</sub> – разлитие нефти, сопровождающееся загрязнением ОС в процессе разгерметизации трубопроводов и резервуаров с нефтью. Началом этого инцидента может послужить полное разрушение резервуара или трубопровода.



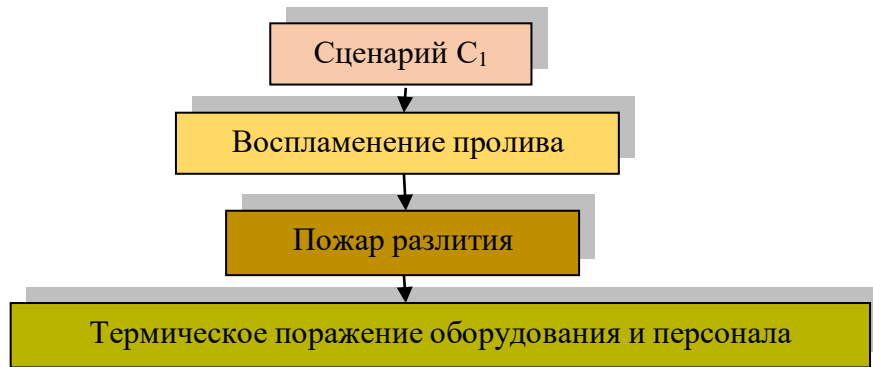


**Рисунок 1.** Сценарий С<sub>1</sub>

Данное событие может быть связано с физическим износом и коррозией, так как нефтяной флюид обладает повышенной коррозионной активностью, особенно в условиях эксплуатации оборудования при резких перепадах температур и высокой обводненности нефтегазожидкостной смеси. Возможны также дефекты в системах антикоррозионной защиты, особенно в случаях прохождения трубопровода под линиями электропередачи, электрифицированными железнодорожными путями (под действием электромагнитного поля процесс коррозии ускоряется). Структурные отказы или механические дефекты происходят в результате развития исходных дефектов основного металла, соединений или сварки.

Варьганское месторождение характеризуется суровыми климатическими условиями. При низких температурах происходит повышение вязкости нефтепродукта, вследствие чего в трубопроводе может возрасти давление. Резкое повышение давления сверх нормативного приводит к отступлению от технологического регламента ведения работ, пуска и остановки системы. Возможны также аварии из-за сложных метеорологических условий. Авария из-за разряда атмосферного электричества возможна при поражении объекта молнией, при вторичном ее воздействии или при заносе в него высокого потенциала. Поражение объекта молнией возможно при совместной реализации двух событий – прямого удара молнии и отказа молниеотвода (из-за его отсутствия, неправильного конструктивного исполнения, неисправности).

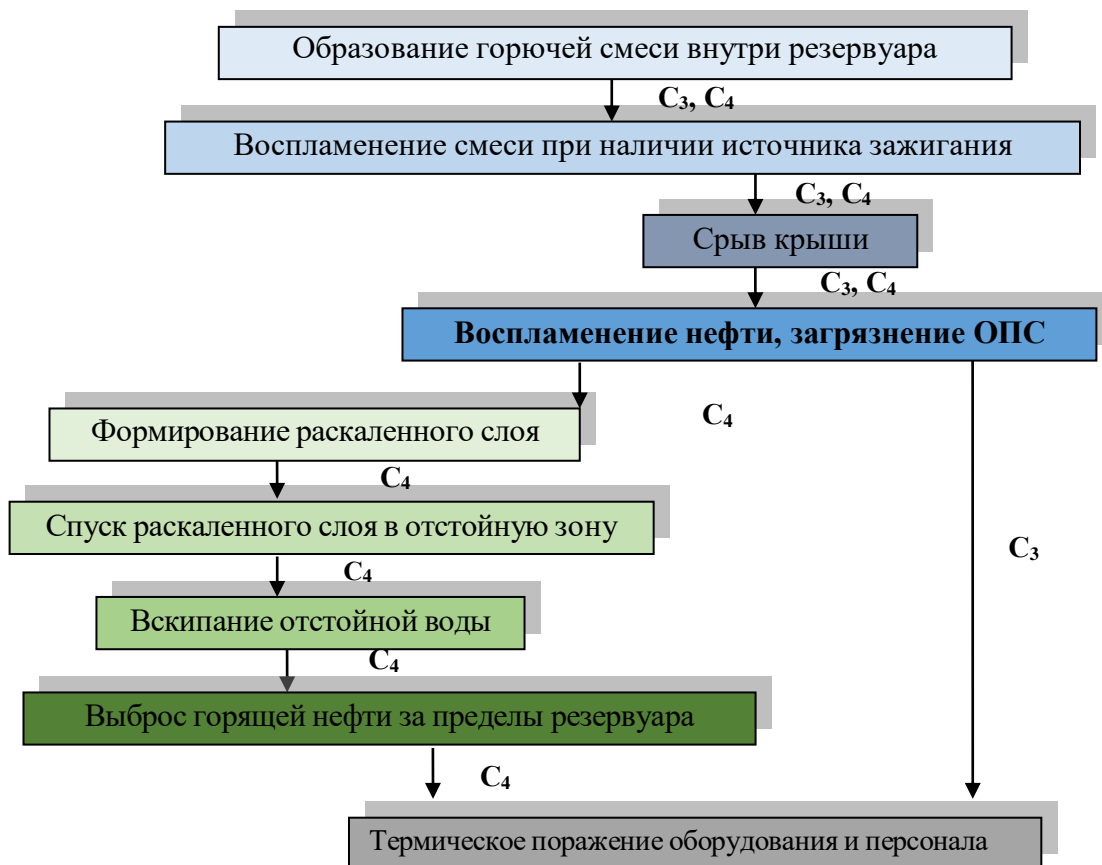
На рисунке 2 показан сценарий пожара разлива нефти (С<sub>2</sub>).



**Рисунок 2.** Сценарий С<sub>2</sub>

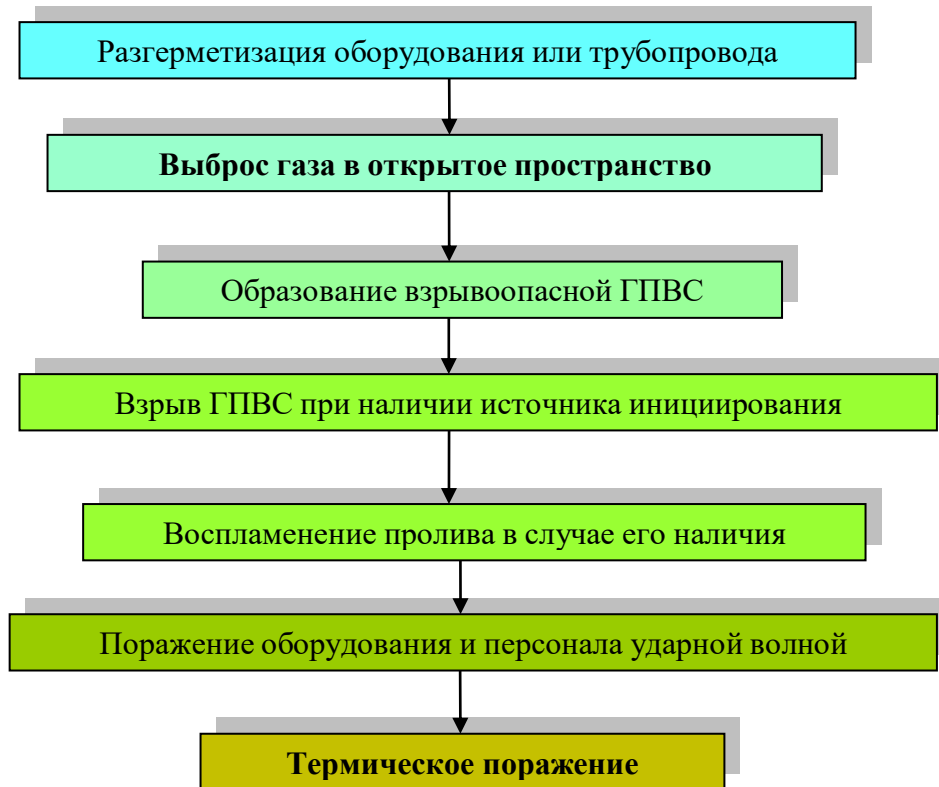
При несвоевременной локализации пожара разлива нефти существует вероятность дефлаграционного сгорания газопылевоздушных смесей (ГПВС) и распространения аварии по принципу «домино» с вовлечением дополнительных масс углеводородов.

На рисунке 3 представлены два сценария развития аварии – С<sub>3</sub> (с диффузионным горением на свободной поверхности жидкости) и С<sub>4</sub> (с выбросом горячей жидкости) [9, 13].



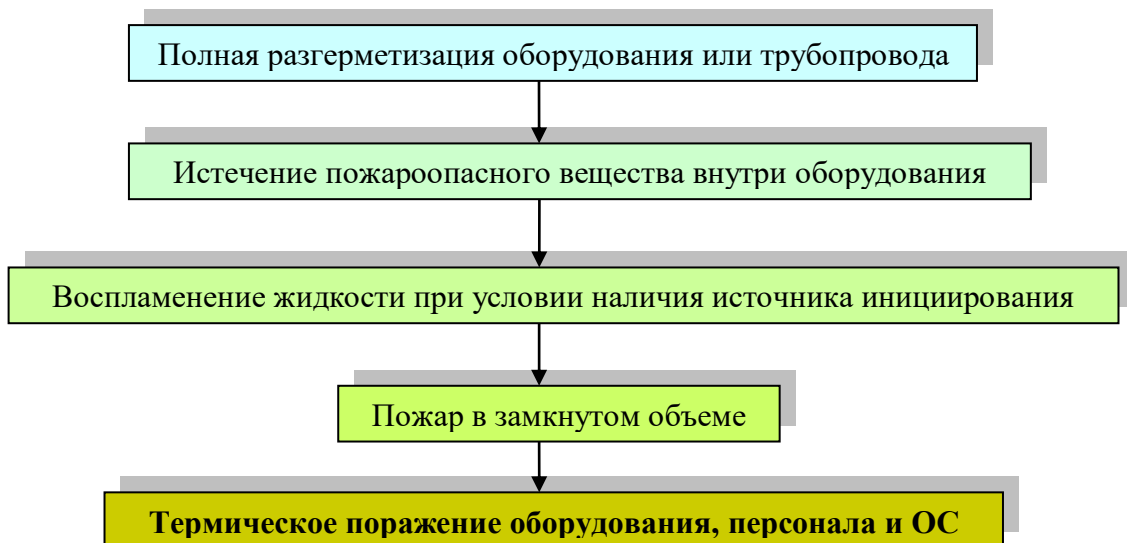
**Рисунок 3.** Сценарии С<sub>3</sub> и С<sub>4</sub>

На рисунке 4 представлен сценарий С<sub>5</sub> – дефлаграционное горение ГПВС в открытом пространстве на месте разгерметизации оборудования [8, 13].



**Рисунок 4.** Сценарий С<sub>5</sub>

На рисунке 5 представлен сценарий С<sub>6</sub> – взрыв ГПВС в трубопроводе или резервуаре с последующим возгоранием жидкости внутри оборудования.



**Рисунок 5.** Сценарий С<sub>6</sub>

Приведенные сценарии аварий выделены и описаны по признакам основных поражающих факторов. В то же время отдельные сценарии можно рассматривать как составляющую часть более укрупненного и протяженного во времени сценария аварии [9]. Исходя из анализа неполадок и аварий можно сделать вывод, что коррозионное разрушение чаще всего имеет локальный характер и не приводит к серьезным последствиям. Однако при несвоевременном устранении неполадок может произойти дальнейшее развитие процесса, следствием которого могут быть аварии с различными сценариями. Причины возникновения аварий условно можно объединить в три группы:

- разрушение (разгерметизация) технологического оборудования, трубопроводов и арматуры и отказы систем противоаварийной защиты объекта и автоматических систем;
- ошибки, запаздывание, бездействие персонала в штатных и нештатных ситуациях, несанкционированные действия персонала;
- внешние воздействия природного и техногенного характера.

## **Вывод**

Выявленные причины могут привести к аварийной утечке горючих газов, ЛВЖ, а также их залповому выбросу из поврежденной части технологического оборудования, поражению персонала и загрязнению ОС. Для повышения уровня защиты персонала от негативного воздействия паров углеводородов в ППСН Варьеганского месторождения рекомендуется внедрение стационарного газового сигнализатора ULTIMA. Данный газовый сигнализатор необходим в местах возможного скопления газа (таких как сепаратор, газосепаратор, узел учета газа, устройства предварительного отбора газа). Установка данного газоанализатора в значительной степени предупредит безаварийную работу ППСН Варьеганского месторождения.

## Список используемых источников

1. Абдрахманов Н.Х., Азметов Х.А., Павлова А.Д., Закирова З.А., Басырова А.Р. Современные методы и средства обеспечения безопасной эксплуатации магистральных нефтепроводов // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2017. № 6. С. 192-206. URL: [http://ogbus.ru/issues/6\\_2017/ogbus\\_6\\_2017\\_p192-206\\_AbrakhmanovNKh\\_ru.pdf](http://ogbus.ru/issues/6_2017/ogbus_6_2017_p192-206_AbrakhmanovNKh_ru.pdf) (дата обращения: 15.10.2019). DOI: 10.17122/ogbus-2017-6-192-206.
2. 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. P. 7880-7888.
3. Gaisina L.M., Belonozhko M.L., Tkacheva N.A., Abdrakhmanov N.Kh., Grogulenko N.V. Principles and Methods of Synergy Modeling of Management System at Oil and Gas Sector's Enterprises // Espacios. 2017. Vol. 38. No. 33. URL: <http://www.revistaespacios.com/a17v38n33/a17v38n33p05.pdf> (дата обращения: 21.10.2019).
4. Fedosov A.V., Abdrakhmanov N.Kh., Gaysin E.Gh., Sharafutdinova G.M., Abdrakhmanova K.N., Shammatoва A.A. The Use of Mathematical Models in the Assessment of the Measurements' Uncertainty for the Purpose of the Industrial Safety Condition Analysis of the Dangerous Production Objects // International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2018. Vol. 119. No. 10. P. 433-437.
5. Gaisina L.M., Belonozhko M.L., Maier V.V., Abdrakhmanov N.Kh., Sultanova E.A. Deliberate Reorganization of the System of Social Relations in Oil and Gas Companies in the Period of Changes in Economics // Espacios. 2017. Vol. 38. No. 48. URL: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n48/a17v38n48p12.pdf> (дата обращения: 19.10.2019).

6. Шайбаков Р.А., Абдрахманов Н.Х., Кузеев И.Р., Симарчук А.С., Байбурин Р.А. Влияние опасных факторов, возникающих при пожаре пролива, и его тушения на напряженно-деформированное состояние трубопровода // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2008. Вып. 4 (74). С. 109-114.

7. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 апреля 2016 г. № 144. Об утверждении руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах». М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2016. 38 с.

8. 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. DOI: 10.17122/ntj-oil-2017-2-111-120.

9. Приказ Ростехнадзора от 24.01.2018 № 29. Об утверждении руководства по безопасности «Методические рекомендации по классификации техногенных событий в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса». М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2018. 36 с.

10. Абдрахманов Н.Х., Давлетов В.М., Абдрахманова К.Н., Ворохобко В.В., Абдрахманов Р.Н. Повышение безопасности эксплуатации газопроводов // Нефтегазовое дело. 2016. Т. 14. № 3. С. 183-187.

11. Fenton N.E., Neil M. Risk Assessment and Decision Analysis with Bayesian Networks. New York: Chapman and Hall/CRC, 2018. 660 p. DOI: 10.1201/b21982.

12. Babin A.Yu., Gafarova V.A., Gareeva E.R., Abdrakhmanova K.N., Lomakina L.N. Influence of a Filler on Strength Characteristics of the Properties of a Composite Material Based on Epoxy Resin // *Materials Today: Proceedings*. 2019. Vol. 11. Part 1. P. 252-257. DOI: 10.1016/j.matpr.2018.12.139.

13. 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.

## References

1. Abdrakhmanov N.Kh., Azmetov Kh.A., Pavlova A.D., Zakirova Z.A., Basyrova A.R. Sovremennyye metody i sredstva obespecheniya bezopasnoi ekspluatatsii magistral'nykh nefteprovodov [Modern Methods and Means of Ensuring Safe Exploitation of Oil Trunk Pipelines]. *Setevoe izdanie «Neftegazovoe delo» – Online Edition «Oil and Gas Business»*, 2017, No. 6, pp. 192-206. URL: [http://ogbus.ru/issues/6\\_2017/ogbus\\_6\\_2017\\_p192-206\\_AbdrakhmanovNKh\\_ru.pdf](http://ogbus.ru/issues/6_2017/ogbus_6_2017_p192-206_AbdrakhmanovNKh_ru.pdf) (accessed 15.10.2019). DOI: 10.17122/ogbus-2017-6-192-206. [in Russian].

2. 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.

3. Gaisina L.M., Belonozhko M.L., Tkacheva N.A., Abdrakhmanov N.Kh., Grogulenko N.V. Principles and Methods of Synergy Modeling of Management System at Oil and Gas Sector's Enterprises. *Espacios*, 2017, Vol. 38, No. 33. URL: <http://www.revistaespacios.com/a17v38n33/a17v38n33p05.pdf> (accessed 21.10.2019).



4. Fedosov A.V., Abdrakhmanov N.Kh., Gaysin E.Gh., Sharafutdinova G.M., Abdrakhmanova K.N., Shammatova A.A. The Use of Mathematical Models in the Assessment of the Measurements' Uncertainty for the Purpose of the Industrial Safety Condition Analysis of the Dangerous Production Objects. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 2018, Vol. 119, No. 10, pp. 433-437.

5. Gaisina L.M., Belonozhko M.L., Maier V.V., Abdrakhmanov N.Kh., Sultanova E.A. Deliberate Reorganization of the System of Social Relations in Oil and Gas Companies in the Period of Changes in Economics. *Espacios*, 2017, Vol. 38, No. 48. URL: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n48/a17v38n48p12.pdf> (accessed 19.10.2019).

6. Shaibakov R.A., Abdrakhmanov N.Kh., Kuzeev I.R., Simarchuk A.S., Baiburin R.A. Vliyanie opasnykh faktorov, voznikayushchikh pri pozhare proliva, i ego tusheniya na napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie truboprovoda [Influence of Dangerous Factors, Occurring During Caused-by-Leak Fires and its Suppression, on the Stressed and Strained State of Pipelines]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefti i nefteproduktov – Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2008, Issue 4 (74), pp. 109-114. [in Russian].

7. *Prikaz Federal'noi sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 11 aprelya 2016 g. № 144. Ob utverzhdenii rukovodstva po bezopasnosti «Metodicheskie osnovy po provedeniyu analiza opasnostei i otsenki riska avarii na opasnykh proizvodstvennykh ob"ektakh»* [Order of the Federal Service for Ecological, Technological and Nuclear Supervision of April 11, 2016 No. 144. On Approval of the Safety Manual «Methodological Framework for Conducting Hazard Analysis and Risk Assessment of Accidents at Hazardous Production Facilities»]. Moscow, ZAO NTTs PB Publ., 2016. 38 p. [in Russian].

8. Kuskildin 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 Industry Objects]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefti i nefteproduktov – Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2017, Issue 2 (108), pp. 111-120. DOI: 10.17122/ntj-oil-2017-2-111-120. [in Russian].

9. *Prikaz Rostekhnadzora ot 24.01.2018 № 29. Ob utverzhdenii rukovodstva po bezopasnosti «Metodicheskie rekomendatsii po klassifikatsii tekhnogennykh sobytii v oblasti promyshlennoi bezopasnosti na opasnykh proizvodstvennykh ob"ektakh neftegazovogo kompleksa»* [The Order of Rostekhnadzor Dated January 24, 2018 No. 29. On Approval of the Safety Manual «Methodological Recommendations for the Classification of Industrial Events in the Field of Industrial Safety at Hazardous Production Facilities of the Oil and Gas Complex»]. Moscow, ZAO NTTs PB Publ., 2018. 36 p. [in Russian].

10. Abdrakhmanov N.Kh., Davletov V.M., Abdrakhmanova K.N., Vorokhobko V.V., Abdrakhmanov R.N. *Povyshenie bezopasnosti ekspluatatsii gazoprovodov* [Improving Safety of Gas Pipeline Exploitation]. *Neftegazovoe delo – Petroleum Engineering*, 2016, Vol. 14, No. 3, pp. 183-187. [in Russian].

11. Fenton N.E., Neil M. *Risk Assessment and Decision Analysis with Bayesian Networks*. New York, Chapman and Hall/CRC, 2018. 660 p. DOI: 10.1201/b21982.

12. Babin A.Yu., Gafarova V.A., Gareeva E.R., Abdrakhmanova K.N., Lomakina L.N. *Influence of a Filler on Strength Characteristics of the Properties of a Composite Material Based on Epoxy Resin*. *Materials Today: Proceedings*, 2019, Vol. 11, Part 1, pp. 252-257. DOI: 10.1016/j.matpr.2018.12.139.

13. 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, pp. 68-73.

### **Сведения об авторах**

#### **About the authors**

Тагирова Камилла Булатовна, студент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Kamilla B. Tagirova, Student of Industrial Safety and Labor Protection Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: tagirovakamila@gmail.com

Баракнина Вера Борисовна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Vera B. Barahknina, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Industrial Safety and Labor Protection Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: verarosental@rambler.ru

Киреев Ильгис Рустамбекович, канд. хим. наук, доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Ilgis R. Kireev, Candidate of Chemical Sciences, Assistant Professor of Industrial Safety and Labor Protection Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: pbot@mail.ru

Абдрахманова Карина Наилевна, аспирант, УГНТУ, г. Уфа, Российская  
Федерация

Karina N. Abdrakhmanova, Post-graduate Student, USPTU, Ufa, Russian  
Federation

e-mail: akarinan@mail.ru