

УДК 614.84

avkalach@gmail.com

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ГОРЮЧЕЙ СРЕДЫ
НА ОСНОВЕ ВЕЩЕСТВ, ОБРАЩАЮЩИХСЯ
НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

**FIRE HAZARD ASSESSMENT METHODOLOGY FOR COMBUSTIBLE MEDIUM
BASED ON SUBSTANCES HANDLING AT OIL AND GAS FACILITIES**

*Калач А. В., доктор химических наук, профессор,
Черепяхин А. М.,*

*Калач Е. В., кандидат технических наук, доцент
Воронежский государственный технический университет, Воронеж*

*Kalach A. V., Cherepakhin A. M., Kalach E. V.,
Voronezh State Technical University, Voronezh*

В статье приведены статистические данные по аварийности на объектах нефтегазового комплекса и представлен подход к описанию пожарной опасности, основанный на использовании обобщенного критерия пожарной опасности и методики оценки пожарной опасности горючей среды, обращаемой на объектах нефтегазового комплекса, на его основе. Представлена блок-схема предлагаемой методики.

Ключевые слова: аварии, горючая среда, нефтегазовый комплекс, обобщенный критерий, пожарная опасность.

The article provides statistical data on accidents at oil and gas complex facilities and presents the approach to fire hazard description, based on the use of the generalized fire hazard criterion and the method of fire hazard assessment of the combustible medium used at oil and gas complex facilities, based on it. A block diagram of the proposed technique is presented.

Keywords: Accidents, Fuel Environment, Oil and Gas Complex, Generalized Criterion, Fire Hazard.

В настоящее время вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов нефтегазового комплекса стоят как никогда остро, поскольку произошел резкий скачок роста строительства объектов нефтегазовой отрасли промышленности. Вместе с ростом предприятий разрабатывались новые методики технологических процессов, которые повысили коэффициент обращения горючих газов и легковоспламеняющихся жидкостей на производственных объектах. На всех объектах нефтегазового комплекса постоянно присутствуют или находятся в обороте зна-

чительные объемы взрывоопасных веществ, что в свою очередь увеличивает риск возникновения пожара при аварийных ситуациях. Кроме того, усугубляющим является факт нахождения объектов производства в непосредственной близости к населенным пунктам, что может привести к многочисленным жертвам, при возникновении аварий и пожаров. Еще одним отрицательным моментом является постоянное хранение легковоспламеняющихся веществ и материалов на достаточно небольшой территории.

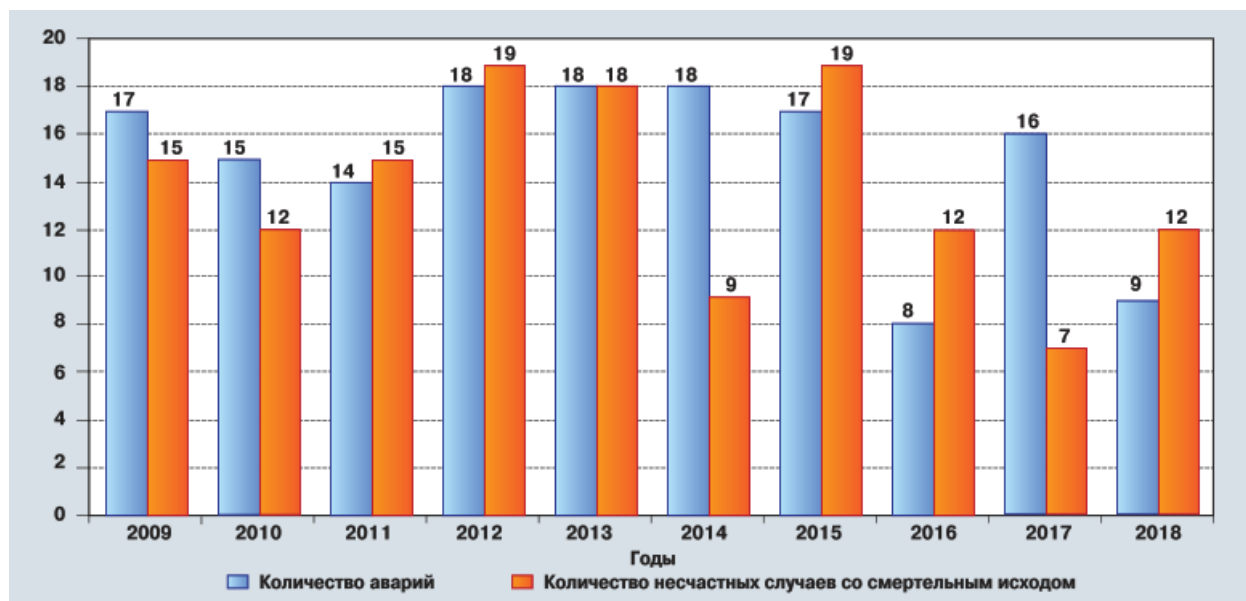


Рисунок 1. Динамика аварийности и производственного травматизма со смертельным исходом на объектах нефтегазодобычи в 2009–2018 годах

В 2019 г. экономический ущерб на объектах нефтегазодобывающей промышленности составил 40 млн рублей. Статистика взрывов, пожаров и выбросов опасных веществ в атмосферу в период с 2015–2017 гг. идёт на увеличение. Например, динамика роста пожаров за период с 2009–2018 гг. приведена на рис. 1 [1].

Анализ статистических данных показывает, что основными причинами возникновения аварий на объектах нефтегазового комплекса являлись внутренние опасные факторы, связанные с разгерметизацией и разрушением технических устройств (11 %), ошибки персонала, связанные с нарушением требований организации и производства газоопасных, огневых и ремонтных работ, а также организации работ по обслуживанию оборудования (89 %) [1].

При этом наибольшая часть опасных явлений, которые произошли на объектах нефтегазового комплекса, были реализованы в виде пожаров и взрывов 67 %, причем, 55,75 % всех пожаров и взрывов приходится на склады нефти и нефтепродуктов [2].

Все эти факторы предъявляют новые требования к дальнейшему развитию

и совершенствованию системы мероприятий предупреждения и ликвидации пожаров на объектах хранения нефтепродуктов.

Актуальной задачей является научное обоснование принципов и способов обеспечения промышленной и пожарной безопасности на предприятиях промышленности за счет установления взаимосвязей между пожарной опасностью горючей среды и составом веществ, обращающихся на объектах нефтегазового комплекса, в частности, в исследовательских лабораториях, например, при контроле качества нефтепродуктов.

Установлено, что физико-химические свойства горючей среды состава «тетрахлорметан – органический растворитель» за счет отклонения от закона Рауля приводят к уменьшению $t_{кип}$ по сравнению с $t_{кип}$ чистых компонентов, что в свою очередь увеличивает пожарную опасность.

Продуманы новые возможности описания пожарной безопасности, которые основаны не на функции риска, а на обобщенном критерии пожарной безопасности. Этот критерий может быть определен суммой нормированных на значения для i -го показателя безопасности

(свойства гипотетической горючей среды, имеющей оптимальное значение i -го показателя) R_F (1), определяемом на основе экспертных оценок [3, 4]

$$R_F = \sum_{i=1}^m a_i (x_i^s / x_i^w), \quad (1)$$

где R_F – критерий пожарной опасности для s -го компонента (растворителя), x_i^s – величина i -го показателя для s -го варианта горючей среды, a_i – коэффициент веса для i -го показателя, x_i^w – нормирующее значение для i -го показателя безопасности (свойства гипотетической горючей среды, имеющей оптимальное значение i -го показателя), m – количество показателей.

В качестве нормирующего значения для i -го параметра x_i^w в уравнении (1) на основе экспертного заключения взяты технологически приемлемые значения, характерные для горючей среды, применяемой на объектах нефтегазового комплекса. Определены пределы применимости обобщенного критерия. Для этого выполнены расчеты обобщенного критерия пожарной опасности для 70 индиви-

дуальных и 30 смешанных горючих сред, использующихся в нефтегазовой комплексе.

Обобщенный критерий, обладал следующими параметрами: температура кипения ($t_{\text{кип}}$), температура самовоспламенения ($t_{\text{СВП}}$) и давление пара над растворителем ($P_{\text{ПАР}}$), ПДК в воздухе рабочей зоны, температура вспышки ($t_{\text{ВСП}}$).

Чем ниже показатель R_F , тем более опасной является горючая среда. Для возможности проведения количественных расчетов в качестве вещества была выбрана вода (нетоксичная и негорючая), показатель ПДК условно приняли за 3000, а $t_{\text{ВСП}}$ и $t_{\text{СВП}}$ присвоили значение 1000. Для $t_{\text{ВСП}}$ и $t_{\text{СВП}}$ негорючих полига-логенпроизводных углеводородов, таких как хлороформ, ЧХУ и др., был использован аналогичный прием. Установленная последовательность пожарной опасности смеси в целом сохраняется при достаточно широкой вариации весовых коэффициентов. Вследствие анализа обобщенного критерия пожарной опасности была разработана методика, блок-схема которой приведена на рис. 2.

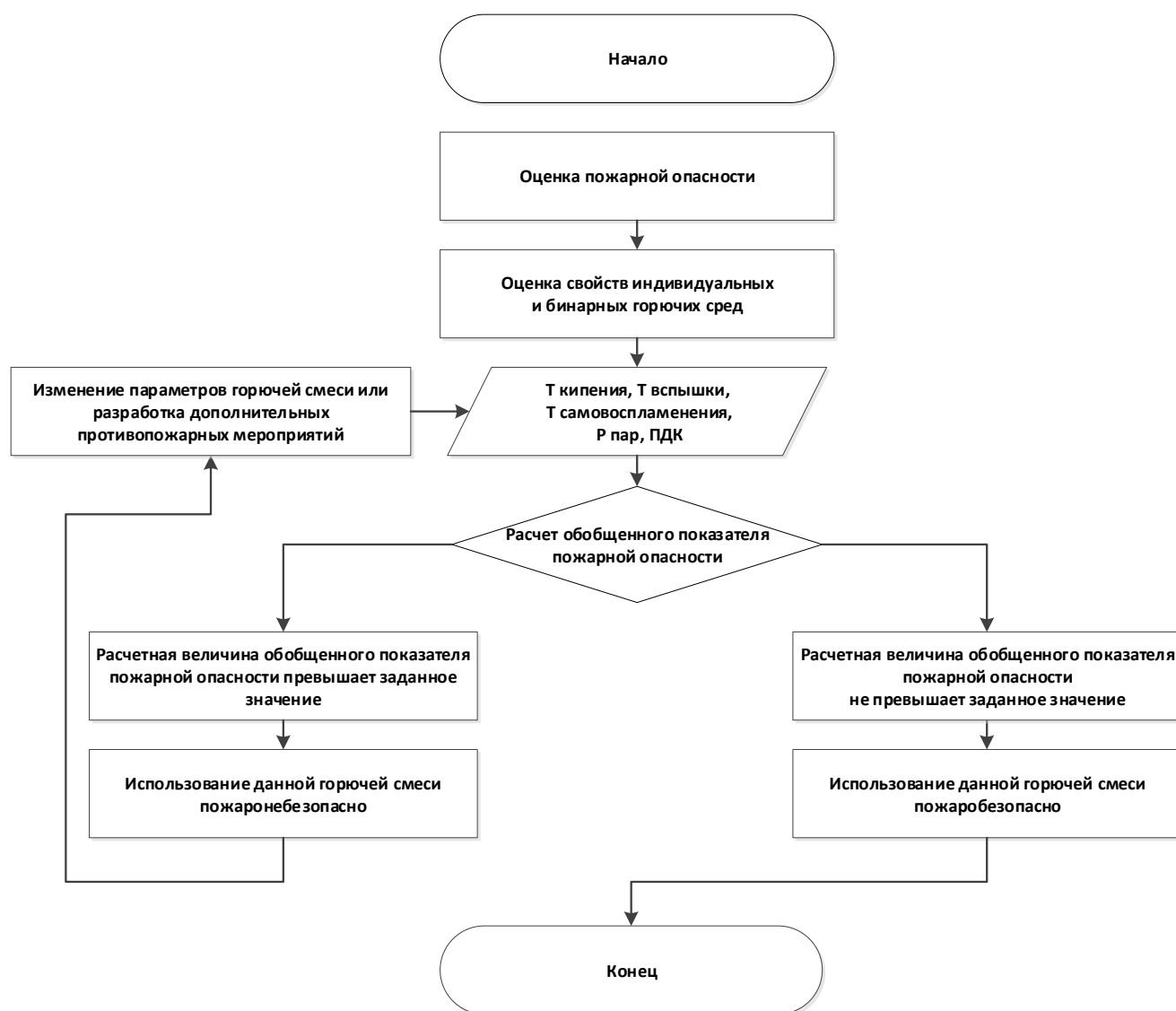


Рисунок 2. Блок-схема методики оценки пожарной опасности горючей среды на основе веществ, обращающихся на объектах нефтегазового комплекса

Разработанная нами методика позволяет количественно оценить по обобщенному критерию пожарную и экологическую опасность горючей смеси, не выполняя экспериментальных измерений по определению ее физико-химических характеристик.

Таким образом, предложена методика оценки пожарной опасности горючей среды, обращающейся на объектах нефтегазового комплекса, на основе обобщенного критерия, позволяющая исключать возникновение и неконтролируемое

развитие пожаров, способных привести к масштабным техногенным катастрофам пожара на объектах нефтегазового комплекса. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы для количественного описания пожарной опасности горючих сред, установлении категорий объектов нефтегазового комплекса по взрывопожарной и пожарной опасности, при построении планов тушения пожаров, разработке и совершенствовании паспортов безопасности объектов защиты.

Литература

1. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2018 году. М., 2019. 410 с.
2. Дупляков Г. С. и др. Анализ и обобщение статистических данных по опасным техногенным явлениям на объектах нефтяной промышленности РФ // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2019. № 3. С. 7–12. URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2019/v3/N14_7-12.pdf.
3. Калач А. В., Черепакхин А. М., Калач Е. В. Взаимосвязь пожарной опасности с тяжестью последствий реализации пожароопасной ситуации на объектах нефтегазового комплекса с участием сложной гомогенной горючей среды / А. В. Калач, А. М. Черепакхин, Е. В. Калач // Техносферная безопасность. 2019. № 1 (22). С. 65–69.
4. Черепакхин А. М. и др. Пожарная опасность бинарных органических растворителей для жидкостной хроматографии // Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. № 8. С. 9–11.

References

1. Annual Report on the Activities of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision in 2018. M., 2019. 410 p.
2. Duplyakov G. S. et al. Analysis and synthesis of statistical data on dangerous man-made phenomena at oil industry facilities of the Russian Federation // Scientific and analytical journal Siberian Fire and Rescue Gazette, 2019. URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2019/v3/N14_7-12.pdf. P. 7.
3. Kalach A. V., Cherepakhin A. M., Kalach E. V. Relationship of fire hazard with severity of consequences of fire hazard situation at oil and gas complex facilities involving complex homogeneous fuel medium // Technospheric safety. 2019. № 1 (22). P. 65–69.
4. Turtle A. M. et al. Fire hazard of binary organic solvents for liquid chromatography // Fire and explosion safety. 2011. Vol. 20. № 8. P. 9–11.