

УДК 614.841

AVKalach@gmail.com

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ С ТЯЖЕСТЬЮ ПОСЛЕДСТВИЙ
РЕАЛИЗАЦИИ ПОЖАРООПАСНОЙ СИТУАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ
НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА С УЧАСТИЕМ СЛОЖНОЙ ГОМОГЕННОЙ
ГОРЮЧЕЙ СРЕДЫ**

**INTERRELATION OF FIRE RISK WITH CONSEQUENCES WEIGHT
OF FIRE-DANGEROUS SITUATION REALIZATION ON OBJECTS
OF THE OIL AND GAS COMPLEX WITH PARTICIPATION
OF THE COMBUSTIBLE ENVIRONMENT**

Черепакхин А.М.¹,

Калач А.В.¹, доктор химических наук, профессор,

Калач Е.В.², кандидат технических наук, доцент,

¹ Воронежский государственный технический университет, Воронеж,

² Воронежский институт – филиал Ивановской

пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, Воронеж

Cherepakhin A.M.¹, Kalach A.V.¹, Kalach E.V.²,

¹ Voronezh State Technical University, Voronezh

² The Voronezh Institute – the affiliate of Ivanovo Fire and Rescue

Akademy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia, Voronezh

На основе методов количественного описания техногенных опасностей сформулирована необходимость перехода от концепции абсолютной техногенной безопасности к концепции допустимых границ опасности. По результатам анализа и обобщения нормативной и законодательной документации, действующей на территории Российской Федерации, научно обоснован выбор целевой функции управления опасностями для постановки и решения задачи оптимизации в концепции допустимых опасностей при гибком нормировании. Показана адекватность описания целевой функции парциальной пожарной опасности от параметров объекта сигмоидными функциями.

Ключевые слова: пожарная опасность, целевая функция, нефтегазовый комплекс, горючая среда, пожар.

Because of methods of the quantitative description of technogenic dangers need of transition from the concept of absolute technogenic safety to the concept of admissible limits of danger is formulated. By results of the analysis and synthesis of the standard and legislative documentation existing in the territory of the Russian Federation the choice of criterion function of management of dangers to statement and the solution of a problem of optimization in the concept of admissible dangers at flexible rationing is evidence-based. The adequacy of the description of criterion function of partial fire hazard from object parameters is shown by sigmoidal functions.

Keywords: fire hazard, criterion function, oil and gas complex, combustible environment, fire.

Современный этап развития отечественной нефтегазовой отрасли характеризуется не только наращиванием мощностей, но и тотальной модернизацией производства, что позволит российским

компаниям улучшить качество продукции до уровня международных стандартов, а также повысить глубину переработки сырья и минимизировать имеющиеся опасности. Одним из направлений

этой модернизации является организация контроля качества нефтепродуктов с применением современных инструментальных методов.

Сегодня актуальной является проблема обеспечения пожарной безопасности на всех объектах нефтегазового комплекса [1]. Анализ деятельности в области применения инновационных технологий крупнейших российских нефтяных компаний АО «НК «Роснефть», АО «Газпром», АО «Лукойл» и т. д. позволил выделить следующие проблемы в области обеспечения экологической безопасности, характерные для большинства компаний этой отрасли. Это недостаточный объём инвестиций в основные средства природоохранного назначения (4 % от общего объёма инвестиций по сравнению со среднемировым уровнем в 12 % и выше). Такое нарушение норм правовых актов в сфере регулирования негативного воздействия на окружающую среду (например, засыпка песком мест аварийных разливов, в результате чего происходит увеличение объёма загрязнённого грунта, нерегулируемое сжигание ПНГ) ведет к отставанию от мировых отраслевых лидеров по удельным показателям выбросов, сбросов и образования отходов на единицу продукции. Также в нефтегазовой отрасли отмечено превышение допустимых уровней воздействия на окружающую среду [1, 2].

Традиционно оценку пожарной опасности предприятий нефтепереработки осуществляли лишь с точки зрения соблюдения действующих нормативных документов. В настоящее время основные принципы снижения вероятности возникновения пожара заключаются в предупреждении образования горючей среды, исключении появления источников зажигания либо создании условий возникновения горения, а также ликвидации или ограничении путей распространения пожара в случае возгорания. При этом основной потенциальной опасностью при эксплуатации объектов нефтепереработки является образование взрывопожаро-

опасных концентраций паров нефтепродуктов (органических растворителей).

Обеспечение максимальной безопасности требует вложения немалых средств, поэтому единственный способ достичь баланса вложений и отдачи – это сделать ставку на надежную диагностику и прогнозирование (оценку опасности). Точная диагностика позволяет не только своевременно предупредить возможную аварию, но и значительно сократить расходы на плановые и внеплановые ремонты и модернизацию. Тенденция мирового опыта описания ущербов от техногенных, в том числе и пожарных, происшествий характеризуется переходом от нереалистичной концепции абсолютной безопасности к концепции допустимого ущерба. Именно этот подход законодательно закреплен, в том числе и в РФ. Использование любых методов управления пожарными опасностями невозможно без описания условий реализации негативных событий и ущербов от них, что и определяет актуальность данного исследования.

В статье представлены результаты исследования взаимосвязи опасности с последствиями при использовании горючей среды на основе индивидуальных и бинарных растворителей. Согласно п. 2 статьи 94 ФЗ № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» анализ пожарной опасности производственных объектов должен предусматривать: 1) анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов на производственном объекте; 2) определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса; 3) определение перечня причин, возникновения которых позволяет характеризовать ситуацию как пожароопасную, для каждого технологического процесса; 4) построение сценариев возникновения и развития пожаров, повлекших за собой гибель людей [3]. Все эти стадии анализа исследованы в данной статье.

Известно, что оценку величины

пожарной опасности можно осуществить на основе анализа физических явлений, протекающих при пожароопасных ситуациях, пожарах, взрывах [4]. При этом развитие пожароопасной ситуации и пожара должно рассматриваться постадийно с учетом места возникновения на объекте оценки опасности, уровня потенциальной опасности каждой стадии и возможности ее локализации и ликвидации. В случае рассмотрения объекта нефтегазового комплекса, в частности исследовательской лаборатории на объектах хранения нефтепродуктов, одним из основных определяющих факторов пожарной опасности является кипение горючей среды, сопровождающееся интенсивным выделением паров и, следовательно, повышением концентраций компонентов горючей среды в зоне дыхания людей, находящихся на объекте в момент пожара. Кроме того, кипение смесей при температурах более низких, чем температура горения, повышает и опасность возникновения открытого пламени на объекте. Поэтому локализация полей опасных факторов пожара в значительной мере определяется расположением емкостей, содержащих горючую среду. С другой стороны, расчетные величины пожарной опасности определяются температурами кипения используемых смесей. Этому важному фактору пожарной опасности в литературе уделено недостаточно внимания. Количественная оценка этих факторов опасности в любом случае требует определения целевой функции задачи. Кроме того, при использовании на объекте сложных жидких систем необходим

также расчет зависимости температуры кипения от относительной концентрации компонентов горючей среды. Из теории следует, что целевая функция опасности должна удовлетворять следующим требованиям: 1) она должна принимать малые, практически постоянные значения в области температур, меньших критических значений для описываемого явления; 2) целевая функция должна быстро возрастать в окрестности критических температур; 3) скорость роста целевой функции должна расти с увеличением степени опасности описываемого механизма; 4) должна оставаться практически неизменной при повышении температуры выше предела, обеспечивающего полное развитие механизмов образования полей опасных факторов. Этим требованиям удовлетворяют сигмоидные функции следующего вида:

$$R_i^S = \frac{\arctan[a \cdot (T - T_0)]}{\pi} + \frac{1}{2},$$

где R_i^S - функция опасности, T_i - температура кипения i -й системы, T_0 - средняя температура в оцениваемом помещении, a , - константа.

Выбор значения параметров сигмоидной функции определяется степенью тяжести последствий, возникающих при реализации пожароопасных ситуаций и пожаров. В качестве примера на рисунке приведена зависимость сигмоидной функции от температуры помещения.

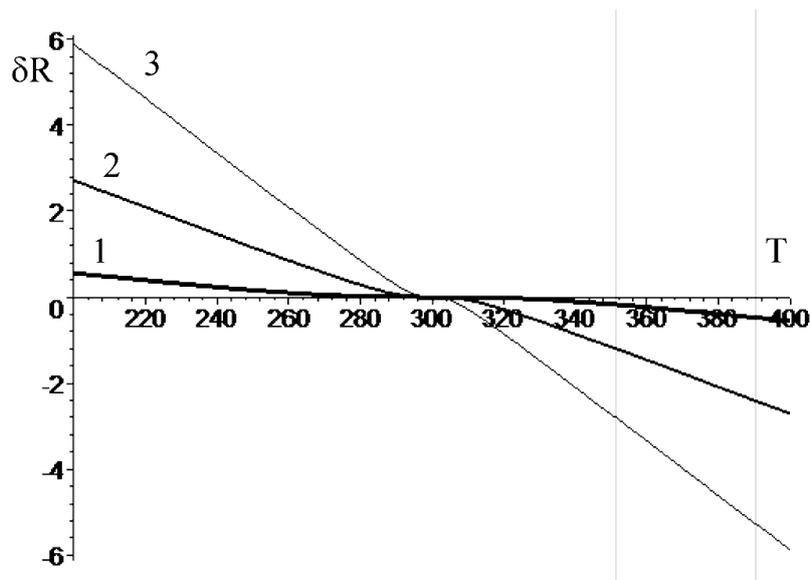


Рисунок. График зависимости разности сигмоидной функции и ее линейной составляющей – $\delta R = R_i^S - R_i^L$ от температуры помещения при средней температуре реализации нештатной ситуации $T_0 = 300$ K и различных коэффициентов эластичности a

Кривые 1,2,3 соответствуют значениям $a = 0,03; 0,1; 0,2$. При этом, суммарную локальную опасность можно рассчитать, суммируя парциальные опасности отдельных механизмов:

$$R = \sum_{i=1}^N C_i \left[\frac{\arctg [a_i \cdot (T - T_i)]}{\pi} + \frac{1}{2} \right],$$

где N – количество механизмов образования полей опасных факторов; C_i – коэффициент тяжести последствий реализации соответствующего механизма, кото-

рый должен расти с уменьшением ПДК продукта реакции p_i и уменьшаться с падением ее эффективности e_i .

Таким образом, по результатам исследования получена зависимость целевой функции пожарной опасности от параметров системы, которая адекватно описывается сигмоидными формулами, параметр эластичности предложенной функции определяется необратимостью и тяжестью последствий реализации пожарной ситуации.

Литература

1. Гордиенко, Д.М. Пожарная безопасность особо опасных и технически сложных производственных объектов нефтегазового комплекса Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Москва, 2018. – 48 с.
2. Гордиенко, Д.М. Проблемы обеспечения пожарной безопасности объектов нефтегазодобычи в арктическом бассейне // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<http://ipb.mos.ru/ttb>) – Выпуск № 1 (71). – 2017.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018).
4. Калач А.В., Преображенский М.А., Черепяхин А.М., Рудаков О.Б. Пожарный риск применения растворов на основе четыреххлористого углерода в закрытых помещениях // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2017. №2(23). С. 78-87.

References

1. Gordiyenko D.M. Pozharnaya bezopasnost osobo opasnykh i tekhnicheski slozhnykh proizvodstvennykh obyektov neftegazovogo kompleksa: avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni

doktora tekhnicheskikh nauk. M., 2018. 48 s.

2. Gordiyenko D.M. Problemy obespecheniya pozharnoy bezopasnosti obyektov ne-ftegazodobychi v arkticheskom bassejne // Internet-zhurnal «Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti» 2017. Vyp. № 1 (71). URL: <http://ipb.mos.ru/ttb>.

3. Federalnyy zakon ot 22.07.2008 № 123-FZ (red. ot 29.07.2017) «Tekhnicheskiy reglament o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti» (s izm. i dop., vstup. v silu s 31.07.2018).

4. Kalach A.V. i dr. Pozharnyy risk primeneniya rastvorov na osnove chetyrekhkh-loristogo ugleroda v zakrytykh pomeshcheniyakh // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii. 2017. №2(23). S. 78-87.