

*А.С. Нерубенко, М.А. Галишев, В.А. Ловчиков*  
(Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России;  
e-mail: tema1596@mail.ru)

## **О ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

*Анализируется опасность возникновения пожаров при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов. Проведены эксперименты по установлению концентраций нефти и нефтепродуктов, при которых системы "почва – нефтепродукт" становятся горючими.*

*Ключевые слова: пожары, почва, чрезвычайные ситуации, нефтегазовый комплекс.*

*A.C. Nerubenko, M.A. Galishev, V.A. Lovchikov*

## **ABOUT THE FIRE DANGER AT EMERGENCY SPILLAGE OF THE OIL AND OIL PRODUCTS**

*The fire danger at emergency spillage of the oil and oil products is analyzed. The experiments on establishment of oil and oil products concentration in soils at which the systems "the soil – oil product" become combustible were carried out.*

*Key words: fires, soil, emergency situations, oil and gas complex.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 22 июня 2016 г.

Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в порядке, установленном Правительством РФ, и заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, допустимого воздействия на неё, а также государственных стандартов и иных нормативных документов [1]. Все нормативы касаются также отдельных элементов экосистем.

В приказе Министерства природных ресурсов нормируются валовые значения нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации (табл. 1) [2]. Данные нормативы введены без учёта типа почвы и характера попавших в неё нефтепродуктов.

Таблица 1

**Значения нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов  
для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации, в тоннах [2]**

<b>Источник загрязнения</b>	<b>Вид загрязнения</b>	<b>Промышленные площадки с твёрдым покрытием</b>	<b>Промышленные площадки без покрытия</b>
Разведочные и эксплуатационные скважины	Нефть	40	20
Нефте- и продуктопроводы	Нефть	40	20
	Лёгкие нефтепродукты	30	15
Крупнотоннажные стационарные хранилища	Нефть	30	15
	Тяжёлые нефтепродукты	40	20
	Лёгкие нефтепродукты	20	7
Мелкотоннажные хранилища, объекты розничной реализации нефтепродуктов и иные источники	Нефть	10	5
	Тяжёлые нефтепродукты	20	7
	Лёгкие нефтепродукты	20	5

В постановлениях Правительства РФ разливы нефти и нефтепродуктов на местности, во внутренних пресноводных водоёмах классифицируются как чрезвычайные ситуации, исходя из объёма и площади разлива [3, 4]. Выделяются чрезвычайные ситуации локального значения (до 100 тонн нефти), муниципального значения (от 100 до 500 тонн нефти), территориального значения (от 500 до 1000 тонн нефти), регионального значения (от 1000 до 5000 тонн нефти), федерального значения (свыше 5000 тонн нефти). Значения нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов, обозначенные в приказе Министерства природных ресурсов, следует отнести к ЧС локального значения.

При ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов должны учитываться географические, навигационно-гидрографические, гидрометеорологические и другие особенности района разлива. Прогнозирование последствий разливов должно осуществляться с учётом неблагоприятных гидрометеорологических условий, времени года, суток, рельефа местности, экологических особенностей и характера использования территорий. Допустимый уровень, до которого следует доводить остаточное содержание углеводородов, должен соответствовать природно-климатическим и иным особенностям территорий, целевому назначению и виду использования земель, участков лесного фонда, иных природных объектов.

В приказе МЧС [5] также указывается, что организация мероприятий по предупреждению и ликвидации **чрезвычайных ситуаций, обусловленных разливами нефти и нефтепродуктов (ЧС(Н))** должна вестись с учётом состояния возможных источников ЧС(Н), а также географических, навигационно-гидрографических, гидрометеорологических особенностей районов возможного разлива. По-видимому, среди указанных особенностей районов имеется в виду и учёт типов почвы. Согласно приведенным нормативам (табл. 1), допустимый уровень разлива на промышленных площадках без покрытия всегда ниже, чем на площадках с твёрдым покрытием. Этим косвенно учитывается негативное воздействие нефтепродуктов на почву. Кроме того, допустимый уровень разлива легких нефтепродуктов всегда ниже, чем аналогичный показатель для тяжелых нефтепродуктов.

При разливе нефтепродуктов может возникнуть **пожар разлития жидкости**, горящей устойчивым диффузионным пламенем [6]. При диффузионном горении интенсивность горения определяется скоростью подвода компонентов в зону горения; для пожара разлития – скоростями испарения и смешения паров с кислородом воздуха [7].

Очевидно, что на площадках с твердым покрытием возможный переход нефтепродуктов в приземный слой атмосферы и, соответственно, потенциальное образование пожароопасных смесей, будет происходить с поверхности зеркала разлившейся жидкости. Однако на объектах хранения, транспортировки, переработки нефти и нефтепродуктов испарение жидкости может происходить не только с поверхности зеркала этой жидкости, но и с поверхности **пористой структуры**, пропитанной разлившейся горючей жидкостью, например, с поверхности почвы.

При поступлении разлившегося нефтепродукта в почву его влияние будет негативно отражаться на всех фазах почвенного покрова, а испарение летучих продуктов будут происходить из дисперсной почвенной среды, пропитанной нефтепродуктом.

Разумеется, процессы, происходящие в обоих рассматриваемых случаях, будут иметь различную физическую природу. В случае, когда нефтепродукт заполняет все поровое пространство почвы и образует на поверхности скопления жидкой фазы, создаются условия для пожара разлития.

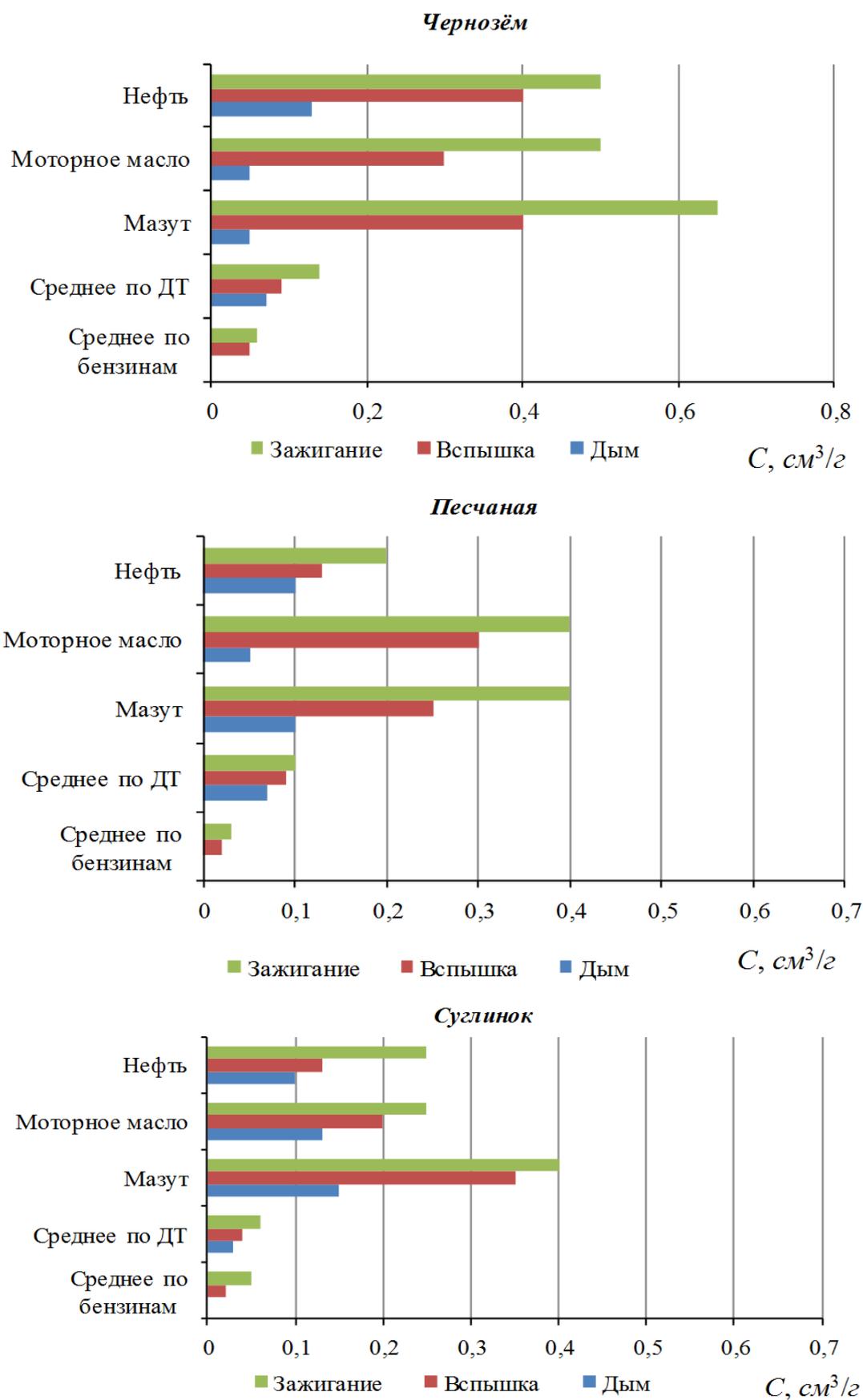
Очевидно, что и при неполном заполнении горючей жидкостью порового пространства также возможно загорание системы. Нет оснований не считать такие ситуации пожарами разлитий, хотя они и не полностью укладываются в приведённые определения. Можно условно называть такие явления **пожарами разлития в пористых структурах**.

"Классические" пожары разлития изучены, в основном, применительно к сжиженным природным и сжиженным нефтяным газам. В тех случаях, когда воспламеняющееся вещество не однородно по своему химическому составу, интенсивность пожара будет падать, поскольку более летучие компоненты отделяются первыми, оставляя относительно нелетучий остаток. Для таких компонентов нефтепродуктов, как пара-ксилол ( $T_{всп.} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и октан ( $T_{всп.} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), вероятность появления пожара разлития оценена как высокая.

Самой крайней формой пожара разлития является горение нефти, содержащей углеводороды  $C_5$ - $C_{25}$  и выше. В то же время указывается, что, скажем, для смазочного масла появление пожара разлития возможно только при устойчивом внешнем источнике зажигания. Таким устойчивым источником зажигания может при развившемся пожаре стать тепловое излучение от горящих лёгких нефтяных компонентов, которые отсутствуют в смазочных маслах [6].

Характер, динамика и факторы, влияющие на развитие пожаров разлития в почвах, практически не изучены. Ясно, что помимо вида и концентрации нефтепродукта на ход процесса большое влияние должны оказывать тип и свойства почвы. Горение горючей жидкости в пористой среде может протекать в тлеющем режиме. Например, такая ситуация может возникнуть при разгерметизации горючей жидкости из технологического трубопровода в объём минерального утеплителя трубопровода [9].

Авторами настоящей статьи проведено экспериментальное определение средней концентрации нефтепродукта  $C_{зж.}$  в образцах почв различного генотипа, пропитываемых различными товарными нефтепродуктами. Испытывалось несколько типов почв в сочетании с различными концентрациями автомобильных бензинов, дизельных топлив, топливного мазута, моторного масла, нефти. В 10 г почвы каждого типа добавлялся нефтепродукт увеличивающимися порциями с шагом  $0,1\text{ см}^3$ . Определялись концентрации начала дымовыделения, вспышки, зажигания (табл. 2; рис. 1).



**Рис. 1.** Концентрации нефтепродуктов в различных типах почв, при которых наблюдались различные признаки горения

Концентрации, необходимые для зажигания, у тяжелых нефтепродуктов существенно выше, чем у светлых. В то же время пожароопасные концентрации для сырой нефти ниже, чем для тяжелых нефтепродуктов, что связано с наличием в нефти бензиновых фракций. Эти данные согласуются с нормативами уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации (табл. 1).

Во всех проведенных экспериментах зажигание системы "почва – нефтепродукт" происходило до качественно фиксируемого выделения нефтепродуктов в отдельную фазу. Для количественной оценки были проведены эксперименты по установлению концентраций нефтепродуктов в почвах различного типа при их предельном нефтенасыщении. Эксперименты проводились с использованием простейшей методики, аналогичной методике определения влагопоглощения почв: определённый объём материала смешивается с таким же объёмом воды, при этом получается не сумма объёмов почвы и воды, а величина, несколько меньшая. Разница между суммой взятых при исследовании объёмов материала и воды и фактически полученных объёмов, выраженная в процентах, будет составлять величину объёма пор, то есть то количество воды, которое может максимально поглотиться данным типом почвы [10]. В проведенных авторами экспериментах вместо воды использовалось дизельное топливо. В результате установлено предельное нефтенасыщение по дизельному топливу для черноземной почвы –  $0,86 \text{ см}^3/\text{г}$ , для песчаной почвы –  $0,39 \text{ см}^3/\text{г}$ , для суглинка –  $0,48 \text{ см}^3/\text{г}$ .

Таблица 2

**Средние концентрации нефтепродуктов в почвах, при которых наблюдались различные признаки горения,  $\text{см}^3/\text{г}$**

	Чернозём			Песчаная			Суглинок		
	Дым	Вспышка	Зажигание	Дым	Вспышка	Зажигание	Дым	Вспышка	Зажигание
АИ-92 Shel		0,05	0,06		0,02	0,03		0,02	0,04
АИ-95 Shel		0,05	0,06		0,02	0,03		0,02	0,06
АИ-92 ПТК		0,05	0,06		0,02	0,03		0,03	0,04
АИ-95 ПТК		0,05	0,06		0,02	0,03		0,02	0,03
АИ-92 Neste		0,05	0,06		0,02	0,03		0,02	0,06
АИ-95 Neste		0,05	0,07		0,01	0,02		0,03	0,07
Среднее по бензинам		0,05	0,06		0,02	0,03		0,02	0,05
ДТ Shel	0,07	0,1	0,13	0,07	0,1	0,11	0,03	0,04	0,05
ДТ ПТК	0,07	0,08	0,15	0,06	0,08	0,09	0,03	0,04	0,06
Среднее по ДТ	0,07	0,09	0,14	0,07	0,09	0,1	0,03	0,04	0,06
Мазут	0,05	0,4	0,65	0,1	0,25	0,4	0,15	0,35	0,4
Масло	0,05	0,3	0,5	0,05	0,3	0,4	0,13	0,2	0,25
Нефть	0,13	0,4	0,5	0,1	0,13	0,2	0,1	0,13	0,25

Таким образом, отношение значений  $C_{\text{заж}}$  к значениям предельного нефтенасыщения по дизельному топливу составило для черноземной почвы – 16,3 %, для песчаной почвы – 25,6 %, для суглинка – 12,5 %. Иначе говоря, во всех изученных типах почв зажигание системы "почва – нефтепродукты" возможно при концентрациях в 4–8 раз меньших, чем концентрации, при которых нефтепродукт (дизельное топливо) способен выделиться в отдельную фазу и образовать жидкие скопления на поверхности почвы.

### Литература

1. **Федеральный** закон РФ от 10 января 2000 г. № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".
2. **Приказ** Министерства природных ресурсов РФ от 3 марта 2003 г. № 156 "Об утверждении Указаний по определению нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации".
3. **Постановление** Правительства РФ № 613 "О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов" (ред. от 14.11.2014).
4. **Постановление** Правительства РФ от 15 апреля 2002 г. № 240 "О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации" (ред. от 14.11.2014).
5. **Приказ** МЧС № 621 от 28 декабря 2004 г. "Об утверждении правил разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации".
6. **Маршал В.** Основные опасности химических производств: пер. с англ. М.: Мир, 1989. 672 с.
7. **Зельдович Я.Б., Баренблатт Г.И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М.** Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. 478 с.
8. **Толковый** словарь терминов по промышленной безопасности (электронный ресурс). <http://xrl.ru/ru/glossary/a.htm>.
9. **Галишев М.А., Бельшина Ю.Н., Дементьев Ф.А и др.** Пожарно-техническая экспертиза: учебник. СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2015. 410 с.
10. **Руководство** к практическим занятиям по методам санитарно-гигиенических исследований: учеб. пособие для мед. училищ / ред. Л.Г. Подунова. М.: Медицина, 1990. 303 с.