

М. А. ГАЛИШЕВ, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России (Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский просп., 149; e-mail: magalishev@yandex.ru)

УДК 614.84

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОЧВЕННЫХ СИСТЕМ ПРИ РАЗЛИТИИ В НИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Изучены пожароопасные характеристики почвенных дисперсных систем, содержащих нефтепродукты. Показано, что в системе показателей пожарной опасности отсутствуют характеристики для дисперсных систем, содержащих горючие жидкости. Очевидно, что пожарная опасность таких систем во многом определяется видом и концентрацией нефтепродукта, а также типом почвенных отложений. Определены концентрации зажигания для разных генотипов почв и различных нефтепродуктов. Установлено, что концентрации зажигания в 4–8 раз меньше, чем концентрации, при которых нефтепродукт способен выделяться в отдельную фазу и образовывать жидкие скопления на поверхности почвы.

Ключевые слова: дисперсные системы; почва; нефтепродукты; показатели пожарной опасности; нефтенасыщение почв; концентрация зажигания.

DOI: 10.18322/PVB.2016.25.09.38-44

В пожарно-технических исследованиях большое внимание уделяется агрегатному состоянию горючих веществ. Так, в ст. 8 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [1], в которой пожары классифицируются по виду горючего материала, первые три класса выделяются по агрегатному состоянию горючих веществ и материалов. В этом же законе и в ГОСТ 12.1.044–89 показатели пожарной опасности также приводятся отдельно для веществ и материалов в различном агрегатном состоянии. Кроме того, в них выделяется еще одно состояние вещества, которое нельзя отнести к какому-либо одному агрегатному состоянию. Это — дисперсные системы, среди которых в пожарно-технической литературе чаще всего рассматриваются пыли. При этом к пылям относят диспергированные твердые вещества и материалы с размером частиц менее 850 мкм (0,85 мм). Таким образом, в пылях собственно горючим материалом являются твердые частицы. В то же время среди показателей пожарной опасности пылей имеются такие, которые не выделяются для твердых горючих веществ и материалов, но применяются для газов и жидкостей. К таким показателям относятся, в частности, концентрационные пределы распространения пламени, минимальная энергия зажигания, максимальное давление взрыва и ряд других ([1], ГОСТ 12.1.044–89).

В медицине к пылям обычно относят аэродисперсную систему, состоящую из взвешенных в воздухе частиц твердого вещества размером 0,1–100 мкм. Взвешенные в воздухе твердые частицы менее 0,1 мкм

называют дымом [2]. В технике для выбора пылеулавливающей аппаратуры выделяют пять фракций пыли: I — очень грубая (более 200 мкм), II — грубая (70–200 мкм), III — средняя (10–70 мкм), IV — тонкая (1–10 мкм), V — очень тонкая (менее 1 мкм) [4]. Что же касается размера 850 мкм, то эта величина, очевидно, пришла к нам из американской технической литературы и соответствует 25 меш¹ стандартного сита ASTM² [4].

Все дисперсные системы принято классифицировать по совокупности агрегатных состояний дисперсной фазы и дисперсной среды. В пылях дисперсная среда, как правило, представлена воздухом. Другой дисперсной системой с газообразной дисперсной средой являются туманы. В случае если туман образован мелкими каплями горючей жидкости, система может быть пожароопасной. Образование таких систем возможно, например, при диспергировании горючих жидкостей в атмосферу при разгерметизации машин и агрегатов, работающих под давлением. Пример подобной ситуации, приведшей к пожару на ледоколе “Василий Прончищев” в Архангельском морском торговом порту в январе 1989 г., описан И. Д. Чешко [5]. Впрочем, к туманам можно с некоторыми допущениями применять показатели пожарной опасности для пылей.

¹ Меш — количество отверстий в проволочной сетке на 1 линейный дюйм (25,4 мм).

² ASTM — Американское общество инженеров-механиков.

Помимо пылей, существуют и иные дисперсные системы, способные создавать реальную пожарную опасность, для которых, тем не менее, отсутствуют показатели пожарной опасности. К таким системам в первую очередь относятся пористые твердые материалы, пропитанные горючей жидкостью. Образование таких систем возможно, например, при аварийной утечке горючей жидкости из технологических трубопроводов, укрытых пористым минеральным теплоизолирующим материалом. В них в качестве дисперсной среды выступает твердый пористый материал (горючий или негорючий), в качестве дисперсной фазы — горючая жидкость в мелкораздробленном состоянии в порах материала. Следует отметить, что данные системы являются уже не двухфазными, а многофазными, поскольку не заполненные горючей жидкостью поры содержат газовую фазу. Горючие жидкости могут при этом гореть в режиме тления, проявляя свойства, нехарактерные для жидкостей, находящихся в объеме.

В связи с разработкой и эксплуатацией нефтяных месторождений, развитием нефтяной индустрии все большую угрозу для человечества представляют аварийные разливы нефтепродуктов. Нефтяные компоненты могут при этом попадать в различные элементы природной среды. Например, при попадании в почвенный слой они могут формировать системы пористого почвенного слоя с нефтепродуктом, которые при определенных условиях могут стать пожароопасными. И таких примеров можно привести множество.

Утром 20 августа 2015 г. в Ямало-Ненецком национальном округе при перекачке нефти по трубопроводу в районе 64-го км автодороги в сторону пос. Тарко-Сале произошла разгерметизация трубопровода, разлив нефти и пожар. По данным надзорного ведомства, одной из причин аварии явилось нарушение требований закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» со стороны ООО «РН-Пурнефтегаз»: предприятие не применило необходимые методы защиты трубопровода от коррозии. Кроме того, компания пыталась скрыть аварию, не сообщив о ней в уполномоченные органы. В результате разлива нефти лесному фонду был причинен ущерб в размере более 1,8 млн. руб. [6].

14 октября 2004 г. около деревни Буньково (30 км от г. Иваново) начался пожар на месте разлива нефти из магистрального трубопровода Нижний Новгород – Ярославль. Возникла угроза для проходящего рядом магистрального газопровода. Для тушения пожара было привлечено 26 единиц техники и 107 пожарных. Официально заявленный объем разлива нефти составил 50 т [7]. Пожары на скважинах или нефтегазопроводах часто возникают при попытке несанкционированного забора топлива. В Ир-

кутской области 29 октября 2006 г. в районе деревни Ст. Китой произошел мощный пожар с сильным задымлением. Представители компании «Транснефть» позже сообщили, что вследствие «незаконной врезки» произошел разлив нефти. В его окрестностях были проведены «плановые выжигания», в результате чего и загорелась разлившаяся нефть [8]. Выжигание нефти выгодно компании-транспортировщику, так как оно позволяет не только без больших затрат удалить часть разлившейся нефти, но и быстро и эффективно скрыть следы разлива [7]. Похожая ситуация возникла в том же году на магистральном трубопроводе компании «Транснефть» в Удмуртии. Там также незаконно в ночное время проводилось выжигание разлива нефти.

На специальном заседании Совета по правам человека исполнительный директор «Гринпис» Сергей Цыплёнков передал Владимиру Путину предложения экологов и правозащитников о том, как избежать катастрофических пожаров и ужесточить ответственность за разливы при добыче и транспортировке нефти. Среди прочих предлагаются меры, которые сделали бы эффективным законодательство о запрете неконтролируемых выжиганий [9].

При разливе нефтепродуктов может возникнуть пожар, который определяется как разлитие воспламеняющейся жидкости, горячей устойчивым диффузионным пламенем [10, 11]. При диффузионном горении интенсивность горения лимитируется скоростью подвода компонентов в зону горения, а для случая пожара разлития — скоростями испарения и смешения паров с кислородом воздуха [12]. В толковом словаре терминов по промышленной безопасности уточняется, что пожар разлития представляет собой горение разлившегося вещества, которое испаряется с поверхности жидкостей [13]. 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 почвы. В случаях, когда пожары разлития происходят после выброса жидкости на поверхность земли, форма и глубина разлития определяются особенностями места происшествия. При этом эффективный диаметр пожара разлития на 25–50 % больше диаметра обвалования [14]. При поступлении разлившегося нефтепродукта в почвенный слой испарение летучих продуктов будут происходить из дисперсной почвенной среды, пропитанной нефтепродуктом. Возможны случаи, когда нефтепродукт заполняет все поровое пространство почвы и образует на

поверхности скопление жидкой фазы. При этом создаются условия для пожара разлития. При неполном заполнении горючей жидкостью порового пространства также возможно загорание системы.

Пожары разлития изучены в основном применительно к сжиженным природным и сжиженным нефтяным газам [15]. В тех случаях, когда воспламеняющееся вещество неоднородно по своему химическому составу, интенсивность пожара будет падать, поскольку более летучие компоненты отделяются первыми, оставляя относительно нелетучий остаток. Для таких компонентов нефтепродуктов, как параксилол ($T_{всп} = 40\text{ }^\circ\text{C}$) и октан ($T_{всп} = 13\text{ }^\circ\text{C}$), вероятность возникновения пожара разлития оценена как высокая. Самой крайней формой проявления пожара разлития является горение нефти, содержащей углеводороды C_5 – C_{25} и выше [16]. В то же время указывается, что, скажем, для смазочного масла возникновение пожара разлития возможно только при устойчивом внешнем источнике зажигания. Таким устойчивым источником зажигания при развившемся пожаре может стать тепловое излучение от горящих легких нефтяных компонентов, которые отсутствуют в смазочных маслах [10].

Характер, динамика и факторы, влияющие на развитие пожаров разлития в почвах, практически не изучены. Установлено, что на скорость выгорания влияет химический состав, размер разлития, скорость ветра [17]. Однако, помимо вида и концентрации нефтепродукта, а также внешних условий, на развитие процесса большое влияние должны оказывать тип и свойства почвенной системы. В таких системах собственно горючим материалом является мелкодисперсная горючая жидкость, однако применять к ним показатели пожарной опасности, используемые для жидких горючих веществ и материалов, неприемлемо. Если же рассматривать всю систему как твердый горючий материал, то можно было бы применить к ней такие показатели пожарной опасности, как группа горючести, индекс распространения пламени, температура тления и ряд других. Но дело в том, что данные системы не являются собственно твердым горючим материалом. Они, как и пыли, относятся к многофазным дисперсным системам. Очевидно, что для рассматриваемых систем большое влияние на пожароопасные характеристики должна оказывать концентрация нефтепродукта в пористой среде. В системах *почва – нефтепродукт* возможно образование таких концентраций нефтепродуктов, при которых может возникнуть устойчивое горение. Однако концентрационных показателей пожарной опасности для дисперсных систем, содержащих горючие жидкости, не существует. Наименьшую концентрацию нефтепродукта в почве, при которой возможно зажигание и устойчивое горение системы, можно было бы опре-

делить как концентрацию зажигания системы $C_{заж}$, называя зажиганием пламенное горение, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления (ГОСТ 12.1.044–89).

Системы *почва – нефтепродукт* в зависимости от механического состава почв могут быть как грубодисперсными, так и коллоидными. В первом случае нефтепродукт выделяется в отдельную фазу, и процесс испарения жидкости, лимитирующий интенсивность горения, происходит так же, как и при обычном пожаре разлития. Почвенные коллоиды определяют большинство почвенных свойств, включая влагоемкость, фильтрационные характеристики, способность удерживать катионы и т. д. [18]. В случае гелеобразного состояния системы с наноструктурной организацией процесс испарения жидкости и создание концентрации паров, способных к пламенному горению, определяется фазовыми равновесиями и с трудом поддается теоретическому обоснованию. При изучении почвенных коллоидов стараются учесть их структурную организацию [19, 20].

Для установления пожароопасных характеристик почв, содержащих техногенные нефтепродукты, были экспериментально определены значения нефтеемкости различных типов почв. Известно, что степень загрязнения земель определяется нефтенасыщенностью грунта, т. е. массой $M_{вп}$ (или объемом $V_{вп}$) нефтепродукта, впитавшегося в грунт [21]. В настоящей работе нефтеемкость определялась по предельному насыщению различных видов почв дизельным топливом. Эксперименты проводились с использованием простейшей методики, аналогичной методике определения влагопоглощения почв. Принцип метода заключается в том, что определенный объем материала смешивается с таким же объемом воды, при этом получившийся объем не равен сумме объемов почвы и воды, а несколько меньше ее. Разница между суммой взятых при исследовании объемов материала и воды и фактически полученного объема, выраженная в процентах, будет составлять величину объема пор, т. е. то количество воды, которое может быть максимально поглощено данным типом почвы [22]. В наших 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 — $0,39\text{ см}^3/\text{г}$, для суглинка — $0,48\text{ см}^3/\text{г}$.

На основании нефтенасыщенности почв можно судить о том, какое предельное количество нефтепродукта может содержаться в грунте без выделения в отдельную фазу. От этого должны существенно зависеть и пожароопасные характеристики почв. Процессы испарения с разной интенсивностью идут из жидкого нефтепродукта и из твердого горю-

чего вещества, каким может являться система *почва – нефтепродукт*.

С увеличением песчаной и тем более глинистой фракций нефтеемкость по сравнению с гумусовым почвогрунтом снижается в 2–3 раза. Значит, при разливах нефтепродуктов на таких почвах большая доля горючих жидкостей может выделиться в отдельную фазу. Однако в случае песчанистой почвы излишнее количество нефтепродукта с большей вероятностью просочится вглубь, а в случае глинистой почвы образуются гомогенные скопления нефтепродукта на поверхности почвы в виде лужид или больших разливов. Почвы, содержащие большое количество гумусовых компонентов (черные почвы), могут впитывать наибольшее количество нефтепродуктов.

Полученные результаты согласуются с принятыми градациями уязвимости почв [23]. В соответствии с ними почвы, обладающие минимальной емкостью поглощения, рассматриваются как наиболее защищенные, и наоборот. Наименее защищенной категорией почв считаются черноземы обыкновенные, наиболее защищенными — песчаные почвы.

Определение величины $C_{\text{зак}}$ в настоящей работе было проведено в образцах почв различного генотипа, пропитанных различными товарными нефтепродуктами. Испытывались чернозем нейтральный, песчанистая почва и суглинок.

Исследовались следующие типы нефтепродуктов:

- *светлые*:
 - Shell: АИ-92, АИ-95, дизельное топливо;
 - ПТК: АИ-92, АИ-95, дизельное топливо;
 - Лукойл: АИ-92, АИ-95;
- *темные*:
 - мазут М-100;
 - масло моторное М-8Г;

– нефть сырая смесевая (Киришинефтеоргсинтез).

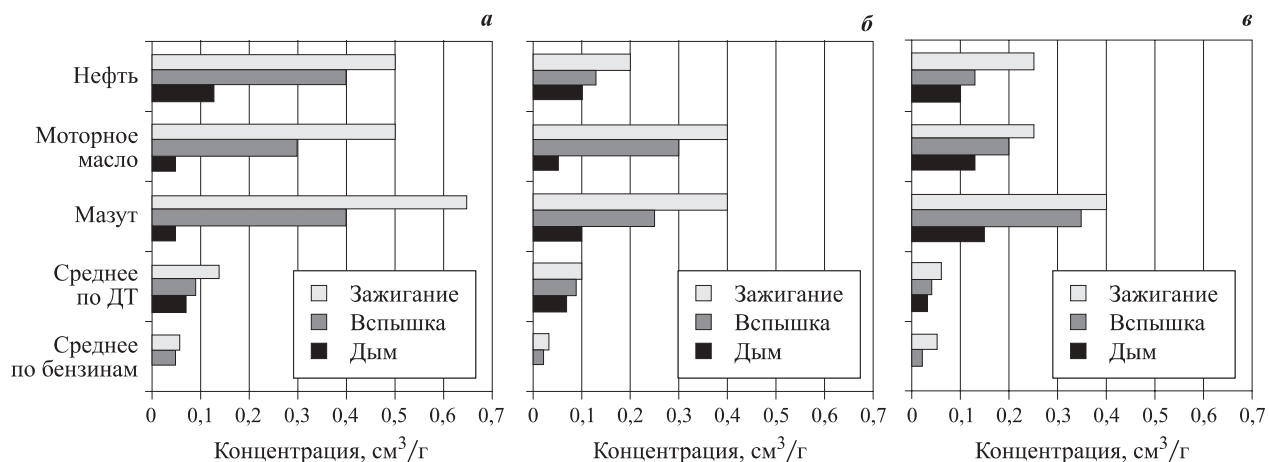
Порядок проведения наблюдений был следующий. В 10 г почвы вносили шприцем 0,1 мл топлива каждой марки. После перемешивания образец поджигали от источника открытого пламени (горящая лучина). При отсутствии признаков горения испытывали следующий образец с концентрацией нефтепродукта 0,2 мл на 10 г почвы. Фиксировали концентрации, при которых были установлены дымовыделение, вспышка, зажигание с последующим устойчивым горением (см. таблицу и рисунок).

Концентрации темных нефтепродуктов, необходимые для зажигания, существенно выше, чем 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 (см. таблицу).

Во всех экспериментах зажигание системы *почва – нефтепродукт* происходило до качественно фиксируемого выделения нефтепродуктов в отдельную фазу. Для количественной оценки были использованы результаты экспериментов по установлению концентраций нефтепродуктов в почвах различного типа при их предельном нефтенасыщении. Отношение значений $C_{\text{зак}}$ к значениям предельного нефтенасыщения по дизельному топливу составило: для черноземной почвы — 16,3 %, для песчаной — 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 выде-

Средние концентрации нефтепродуктов в почвах, при которых наблюдались различные признаки горения, см³/г

Нефтепродукт	Чернозем			Песчаная			Суглинок		
	Дым	Вспышка	Зажигание	Дым	Вспышка	Зажигание	Дым	Вспышка	Зажигание
АИ-92 Shell		0,05	0,06		0,02	0,03		0,02	0,04
АИ-95 Shell		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 Shell	0,07	0,10	0,13	0,07	0,10	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	0,10	0,03	0,04	0,06
Мазут	0,05	0,40	0,65	0,10	0,25	0,40	0,15	0,35	0,40
Масло	0,05	0,30	0,50	0,05	0,30	0,40	0,13	0,20	0,25
Нефть	0,13	0,40	0,50	0,10	0,13	0,20	0,10	0,13	0,25



Концентрации нефтепродуктов в различных типах почв, при которых наблюдались различные признаки горения: а — чернозем; б — песчаная почва; в — суглинок

литься в отдельную фазу и образовать жидкие скопления на поверхности почвы.

Выводы

При попадании нефтепродуктов в почвенный слой могут формироваться пожароопасные дисперсные системы пористой почвенной структуры с нефтепродуктом. В работе предложен показатель пожарной опасности для таких систем, представляющий собой наименьшую концентрацию нефтепродукта в почве, при которой возможно зажигание и устойчивое горение системы. Экспериментально установлено, что значения концентраций, при которых возможно зажигание, зависят от вида нефтепродукта и типа

почвенных отложений. Большое влияние на возможность зажигания систем *почва – нефтепродукты* оказывает структурная организация почв.

Для различных типов почв концентрации зажигания оказались в 4–8 раз меньше концентраций, при которых нефтепродукты полностью насыщали почву. Это означает, что зажигание систем *почва – нефтепродукты* может наступать существенно раньше предельного нефтенасыщения и выделения нефтепродукта в отдельную фазу.

Такой вывод существенно повышает потенциальную опасность возникновения пожаров разлития, в частности при попадании нефтепродуктов в почвенные отложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I), ст. 3579.
2. Пыль / Медицинская энциклопедия. URL: <http://www.medical-enc.ru/15/dust.shtml> (дата обращения: 26.03.2016).
3. Экология. Очистка от газов и пылей. URL: <http://vsepomogu.ru/ecolog/398-13.html> (дата обращения: 26.03.2016).
4. Наиболее распространенные сита стандартов ISO, BS, ASTM. URL: http://www.vvs-engineering.ru/produksiya/oborudovanie_dlya_probirnyih_laboratoriy_i_rudopodgotovki/oborudovanie_essa/sita/nai-bolee_rasprostranennyye_sita_standartov_iso_bs_astm (дата обращения: 24.12.2015).
5. Чешко И. Д. Технические основы расследования пожаров : методическое пособие. — СПб., 2001. — 254 с.
6. Ямальскую структуру “Роснефти” оштрафовали за крупный разлив нефти с пожаром. URL: <http://www.rosbalt.ru/federal/2015/12/18/1473148.html> (дата обращения: 12.04.2016).
7. У компании “Транснефть” опять воруют, теперь в Ивановской области // Нефтяное обозрение. — 6–12 февраля 2006 г. — № 6(122). URL: <http://subscribe.ru/archive/media.news.review.oil-review/200602/15152120.html> (дата обращения: 10.11.2015).
8. Карин И. На этот пожар “Транснефть” пускала только своих. URL: <http://newsbabr.com/?IDE=33736> (дата обращения: 10.11.2015).
9. Директор Гринпис говорил с Путиным о нарушении экологических прав граждан, 1 октября 2015 г. URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/news/01-10-president/> (дата обращения: 10.11.2015).
10. Маршал В. Основные опасности химических производств / Пер. с англ. — М. : Мир, 1989. — 672 с.
11. Health and Safety Executive. Canvey: A Second Report. — London : HMSO, 1981.
12. Зельдович Я. Б., Баренблатт Г. И., Либрович В. Б., Махвиладзе Г. М. Математическая теория горения и взрыва. — М. : Наука, 1980. — 478 с.

13. Толковый словарь терминов по промышленной безопасности. URL: <http://xrl.ru/ru/glossary/a.htm> (дата обращения: 11.03.2016).
14. Robertson R. B. Spacing in chemical plant design against loss by fire / Institution of Chemical Engineers, Symposium Series No. 47. — England, Rugby, 1976.
15. Mizner G. A., Eyre J. A. Large scale LNG and LPG pool fires / Institution of Chemical Engineers, Symposium Series № 71. — England, Rugby, 1982.
16. Disaster at Whiddy Island, Bantry, Co. Cork. Report of tribunal of inquiry. — Arcade, Dublin, Éire : Government Publications Sale Office, 1980.
17. Moorhouse J., Pritchard M. J. Thermal radiation hazards from large pool fires and fireballs — a literature review / Institution of Chemical Engineers, Symposium Series № 71. — England, Rugby, 1982.
18. Федотов Г. Н. Гелевые структуры в почвах : дис. ... д-ра биол. наук. — М., 2006. — 355 с.
19. Федотов Г. Н., Шалаев В. С., Пуляев В. И., Иткус Д. М. Исследование наноструктурной организации почвенных гелей // Лесной вестник Московского государственного университета леса. — 2010. — № 3(72). — С. 212–221.
20. Джиошвили О. А., Рубилов С. Н., Галишев М. А. Экспериментальное исследование влияния физических свойств почвенных отложений на их нефтенасыщение при анализе чрезвычайных ситуаций в северных регионах // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. — 2012. — № 1. — С. 16–24.
21. РД 39-0147098-015–90. Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах Миннефтегазпрома. — М., 1989.
22. Руководство к практическим занятиям по методам санитарно-гигиенических исследований : учеб. пособие для мед. училищ / Под ред. Л. Г. Подунова. — М. : Медицина, 1990. — 303 с.
23. Хаустов А. П., Редина М. М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. — М. : Дело, 2006. — 552 с.

Материал поступил в редакцию 31 мая 2016 г.

Для цитирования: Галишев М. А. Исследование пожарной опасности почвенных систем при разлинии в них нефтепродуктов // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 9. — С. 38–44. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.09.38-44.

English

RESEARCH OF THE FIRE HAZARD OF SOIL SYSTEMS AT SPILLAGE OF OIL PRODUCTS IN THEM

GALISHEV M. A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Criminology and Technical Engineering Enquiry Department, Saint Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia (Moskovskiy Avenue, 149, Saint Petersburg, 196105, Russian Federation; e-mail address: magalishev@yandex.ru)

ABSTRACT

The aggregate state of combustible substance is the basis for allocation of some classes of the fires and classification of indicators of fire danger. Besides solid, liquid and gaseous substances in fire and technical literature it is accepted to consider disperse systems, in particular dust. Feature of these systems is the fact that actually combustible material in the dust systems are small particles of solid substance, and among indicators of fire danger are available such which aren't allocated for solid combustible substances and materials, but are applied to gases and liquids. Other fire-dangerous disperse system it is necessary to consider the porous soil structures impregnated with combustible liquids. Such systems are widespread on objects of an oil and gas complex and are a dangerous combustible material on many fires. Indicators of fire danger to these systems aren't established. Fire-dangerous characteristics of the soil deposits containing oil products are obviously connected with concentration and a type of oil product, and also with soil type. Combustible substance in them are liquid oil products, but it is unacceptable to apply to them indicators of fire danger to liquids. As an indicator of fire danger to the disperse systems containing a combustible liquid phase it is offered to use the concentration of ignition defined experimentally. She is the smallest concentration of oil product in the soil at which ignition and steady burning of system is possible. In work experiments on establishment of concentration of oil products in soils of various type at their limiting saturation are made by oil products. In all studied types of soils ignition of system the soil — oil products perhaps at concentration by 4–8 times smaller, than concentration at which oil product is capable to be emitted in

a separate phase and to form liquid congestions on a soil surface. Such conclusion significantly increases potential danger of emergence of the spillage fire at hit of oil products in soil deposits.

Keywords: disperse systems; soil; oil products; indicators of fire danger; petrosaturation of soils; concentration of ignition.

REFERENCES

1. Technical regulations for fire safety requirements. Federal law on 22.07.2008 No. 123. *Sobraniye zakonodatelstva RF (Collection of Laws of the Russian Federation)*, 2008, no. 30 (part I), art. 3579 (in Russian).
2. *Dust. Medical encyclopedia* (in Russian). Available at: <http://www.medical-enc.ru/15/dust.shtml> (Accessed 26 March 2016).
3. *Ecology. Cleaning of gases and dust* (in Russian). Available at: <http://vsempomogu.ru/ecolog/398-13.html> (Accessed 26 March 2016).
4. *The most widespread bolters of the ISO, BS, ASTM standards* (in Russian). Available at: http://www.vvs-engineering.ru/produktsiya/oborudovanie_dlya_probirnyih_laboratoriy_i_rudopodgotovki/oborudovanie_essa/sita/naibolee_rasprostranennyye_sita_standartov_iso_bs_astm (Accessed 24 December 2015).
5. Cheshko I. D. *Technical bases of investigation of the fires. Methodical grant*. Saint Petersburg, 2001. 254 p. (in Russian).
6. *The Yamal structure of "Rosneft" was fined for large oil spill with the fire* (in Russian). Available at: <http://www.rosbalt.ru/federal/2015/12/18/1473148.html> (Accessed 12 April 2016).
7. Again steal from the Transneft company, in the Ivanovo region now. *Neftyanoye obozreniye (Oil Review)*, February 6–12, 2006, no. 6(122) (in Russian). Available at: <http://subscribe.ru/archive/media.news.review.oilreview/200602/15152120.html> (Accessed 10 November 2015).
8. Karin I. *On this fire Transneft let only the employees* (in Russian). Available at: <http://newsbabr.com/?IDE=33736> (Accessed 10 November 2015).
9. *The Greenpeace' director told with Putin about violation of the ecological rights of citizens, 1 October 2015* (in Russian). Available at: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/news/01-10-president/> (Accessed 10 November 2015).
10. Marshall V. C. *Major chemical hazards*. Chichester, Ellis Horwood Ltd., 1987 (Russ. ed.: *Osnovnyye opasnosti khimicheskikh proizvodstv*. Moscow, Mir Publ., 1989. 672 p.).
11. *Health and Safety Executive. Canvey: A Second Report*. London, HMSO, 1981.
12. Zeldovich Ya. B., Barenblatt G. I., Librovich V. B., Makhviladze G. M. *Mathematical theory of combustion and explosion*. Moscow, Nauka Publ., 1980. 478 p. (in Russian).
13. *The explanatory dictionary of terms on the production safety* (in Russian). Available at: <http://xrl.ru/ru/glossary/a.htm> (Accessed 11 March 2016).
14. Robertson R. B. Spacing in chemical plant design against loss by fire. *Institution of Chemical Engineers, Symposium Series No. 47*. England, Rugby, 1976.
15. Mizner G. A., Eyre J. A. Large scale LNG and LPG pool fires. *Institution of Chemical Engineers, Symposium Series No. 71*. England, Rugby, 1982.
16. *Disaster at Whiddy Island, Bantry, Co. Cork. Report of tribunal of inquiry*. Arcade, Dublin, Éire, Government Publications Sale Office, 1980.
17. Moorhouse J., Pritchard M. J. Thermal radiation hazards from large pool fires and fireballs — a literature review. *Institution of Chemical Engineers, Symposium Series No. 71*. England, Rugby, 1982.
18. Fedotov G. N. *Gel structures in soils. Dr. biol. sci. diss*. Moscow, 2006. 355 p. (in Russian).
19. Fedotov G. N., Shalaev V. S., Putlyayev V. I., Itkis D. M. Research of nanostructural organization of the soil's gels. *Lesnoy vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa (Moscow State Forest University Bulletin)*, 2010, no. 3(72), pp. 212–221 (in Russian).
20. Dzhioshvili O. A., Rubilov S. N., Galishev M. A. Experimentfl influence research physical properties of soil adjournment on them petrosaturation at the analysis of the extreme situations in northern regions. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MChS Rossii (Herald of St. Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia)*, 2012, no. 1, pp. 16–24 (in Russian).
21. RD 39-0147098-015–90. *The instruction for control of a condition of soils on objects of Minneftegazprom*. Moscow, 1989 (in Russian).
22. Podunov L. G. (ed.). *The guide to a practical training by methods of sanitary and hygienic researches. A grant for medical schools*. Moscow, Meditsina Publ., 1990. 303 p. (in Russian).
23. Haustov A. P., Retina M. M. *Environmental protection at oil production*. Moscow, Delo Publ., 2006. 552 p. (in Russian).

For citation: Galishev M. A. Research of the fire hazard of soil systems at spillage of oil products in them. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 9, pp. 38–44. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.09.38-44.