

## ВЛИЯНИЕ ФИТИЛЬНОГО ЭФФЕКТА НА УСЛОВИЯ ЗАЖИГАНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И САМОВОЗГОРАНИЯ ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТАНЦИЙ: МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ЭКСПЕРТОВ

**И.С. Таубкин**

Федеральное бюджетное учреждение Российский федеральный центр судебной экспертизы при Министерстве юстиции Российской Федерации, Москва, Россия, 109028

**Аннотация.** Рассмотрены условия зажигания горючих жидкостей, имеющих высокие температуры воспламенения, на материалах (тканях, изоляционных материалах) с весьма развитой поверхностью, т. е. с учетом «фитильного эффекта». Показано, что подобные жидкости могут быть воспламенены при температурах более низких, чем их стандартные температуры воспламенения. При определении природы жидкости, использованной для поджога людей и (или) материальной обстановки, должен учитывать «фитильный эффект». Обсуждается влияние данного эффекта на самовозгорание жидкостей и твердых плавких органических субстанций на пористых материалах.

**Ключевые слова:** *жидкости, плавкие твердые вещества, температура, зажигание, самовозгорание, температура вспышки, температура воспламенения, фитильный эффект, изоляционный материал, пламя, пожар*

---

## THE WICK EFFECT AND ITS IMPACT ON IGNITION CONDITIONS FOR LIQUID AND SOLID ORGANIC SUBSTANCES: METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR FORENSIC PRACTITIONERS

**I.S. Taubkin**

Russian Federal Center of Forensic Science of the Ministry of Justice of the Russian Federation, Moscow, Russia, 109028

**Abstract.** The paper examines conditions for the ignition of high fire point combustible liquids on extended surface materials (e.g. textiles or insulating materials) prone to the so-called «wick effect». It is demonstrated that such liquids may ignite at lower temperatures than their standard fire points. The «wick effect» has to be taken into account when determining the nature of the liquid used to set fire to a person and/or property. The implications of this effect for the spontaneous combustion of liquids and meltable solid organic substances on porous materials is also discussed.

**Keywords:** *liquids, meltable solids, temperature, ignition, spontaneous combustion, flash point, fire point, wick effect, insulating material, flame, fire*

### Влияние фитильного эффекта на зажигание жидкостей

Для устойчивого зажигания горючих жидкостей, имеющих температуру выше температуры воспламенения, как известно, достаточно, чтобы температура источника зажигания превышала температуру самовоспламенения их паров. В случае, если температура окружающей среды поднимается

выше температуры воспламенения жидкости, то последняя по мере ее подогрева начнет вести себя как легковоспламеняемая жидкость.

При определении температурных показателей пожарной опасности жидкостей по стандартизированным методикам их равномерно прогревают [1, 2]. Однако для установления режима стационарного горе-

ния горючей жидкости достаточно повысить температуру лишь ее поверхностных слоев.

Жидкость с температурой ниже температуры воспламенения можно воспламенить лишь при ее нагреве выше этого показателя пожарной опасности. В этом случае возможны следующие варианты.

– Источник зажигания обладает необходимой энергией и временем действия, достаточными для нагрева жидкости до температуры воспламенения. При этом температура источника превышает температуру самовоспламенения паров жидкости.

– Жидкость нагревается до температуры воспламенения источником тепла (не источником зажигания), и на ее пары действует источник зажигания, температура которого превышает температуру самовоспламенения ее паров.

Вместе с тем жидкости с высокой температурой воспламенения могут быть легко зажжены и при температурах, существенно более низких, чем температура воспламенения. Это становится возможным в случае, если ими пропитан фитиль – пористый материал с незначительной теплопроводностью, обычно используемый в свечах и керосиновых лампах. Если поднести пламя к такому фитилю, то произойдет быстрое локальное увеличение температуры, и «...не только потому, что слой жидкости слишком тонок, чтобы могло иметь место конвективное рассеивание тепла, но и потому, что фитиль является эффективным теплоизолятором (малое значение показателя термической инерции материала  $\lambda_{cp}$ )» [3]. Далее пламя распространяется по всей поверхности фитиля.

Фитиль является нитевидной тесьмой (нитевидным плетеным изделием), поставляющей жидкое топливо в зону горения свечей, керосиновых ламп и церковных лампадок. Он выполнен из множества переплетенных волокон, образующих мелкие каналы, по которым жидкое топливо под действием капиллярных сил поднимается, преодолевая силу тяжести, к зоне горения пламени. Фитиль снижает температуру вспышки и улучшает газификацию жидкости, что увеличивает давление ее пара и, как следствие, способствует образованию горючей смеси. Необходимо отметить, что и плоские пористые материалы могут поддерживать горение трудновоспламеняемых жидкостей аналогично фитилю [4]. Как правило, фитили изготовлены из хлопка или плетеного негорючего стекловолокна. С их помощью может быть зажжена жидкость, находящаяся в хранилище, имеющая высокую температу-

ру воспламенения и не нагретая выше этой температуры. При этом в качестве фитиля может быть использован кусок материи, пропитанной горючей жидкостью и опущенный в эту же жидкость [3].

Необходимый баланс сил, действие которых в фитиле иногда называют «фитильным эффектом», определяется размерами капиллярных каналов слагающего его материала. Самым ярким примером «фитильного эффекта» является зажигание и горение в церковных лампадах жидкостей с высокими температурными показателями пожарной опасности. В первую очередь это вазелиновое медицинское масло, которое имеет, согласно ГОСТ 3164-78 [5], температуру вспышки не ниже 185 °С и температуру самовоспламенения 290 °С.

Создание и применение факелов, изготовленных из древка с материей, пропитанной горючими жидкостями с высокими температурными показателями пожарной опасности, например мазутом, также основано на использовании «фитильного эффекта».

К числу спиртосодержащих жидкостей, которые неэффективны в качестве зажигательных веществ при поджоге материальной обстановки, относится водка (крепость 40 % об.) и другие напитки с относительно небольшим содержанием спирта. В ГОСТ Р 52190-2003 [6] приводится следующее определение водки и особой водки.

**Водка** бесцветный спиртной напиток крепостью от 37,5 % до 56,0 %, имеющий характерный водочный аромат и вкус, приготовляемый путем смешивания ректификованного этилового спирта из пищевого сырья и исправленной воды с последующей обработкой водно-спиртового раствора специальным адсорбентом или адсорбентами и добавлением или без добавления ингредиентов. Допускается включение тончайших пластинок сусального золота, сусального серебра, мелких изделий из серебра различной конфигурации с массой не более 3 г.

**Особая водка** водка крепостью от 38,0 % до 45,0 % с подчеркнuto специфическим ароматом и (или) вкусом, получаемыми за счет внесения вкусоароматических веществ.

Крепость водки, согласно указанному ГОСТу, представляет собой показатель объемной доли безводного ректификованного этилового спирта из пищевого сырья в водке, %. Под объемным процентом понимают количество миллилитров спирта в 100 мл водно-спиртового раствора при 20 °С.

## Температурные параметры пожарной опасности водки [7]

Table 1

*Fire hazard temperature parameters for vodka [7]*

Производитель <i>Manufacturer</i>	Условия проведения эксперимента <i>Experiment conditions</i>		Концентрация этанола, об. % <i>Ethanol concentr., vol %</i>	Температура, °C <i>Temperature, °C</i>		
	Температура, °C <i>Temperature, °C</i>	Давление, кПа <i>Pressure, kPa</i>		Вспышки* <i>Flash point*</i>	Воспламенения <i>Fire point</i>	Само-воспламенения <i>Selfignition</i>
ЗАО ЛВЗ «Топаз», г. Москва	20	103	40	26 / 34	35	480
ОАО «Кристалл», г. Москва	20	103	40	27 / 36	37	482
ООО «Омсквинпром», г. Омск	20	103	40	27 / 38	39	479
ОАО «УралАлко», г. Пермь	20	103	40	26 / 35	36	479

\* Числитель – значение температуры вспышки, полученное в закрытом тигле, знаменатель – в открытом тигле.

Экспериментально определенные [7] температурные параметры пожарной опасности водки приведены в табл. 1.

Как уже отмечалось, горючую жидкость можно поджечь в том случае, если нагреть ее выше температуры воспламенения, а источник зажигания будет иметь температуру, превышающую температуру самовоспламенения ее паров. Однако пары спирта водки крепостью 40 %, содержащей значительное количество воды, могут быть зажжены при ее температуре, существенно ниже температуры воспламенения в том случае, если водкой пропитан пористый материал с незначительной теплопроводностью. Это объясняется «фитильным эффектом», о котором было сказано выше.

Эксперименты, проведенные автором в ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, показали, что пары спирта над тканью (хлопчатобумажное трикотажное полотно), обильно смоченной обычной водкой и расположенной на прессованном картоне, воспламеняются от спички при температуре водки, равной 24 °C (рис. 1а). При этом пламя воспламеняет бумагу, но не саму ткань (рис. 1б). Слой водки на картоне в отсутствие ткани спичкой не воспламенялся.

Таким образом, при обливании водкой человека и поджигании спиртовых паров их горение на одежде может представлять серьезную опасность для жизни. При смачивании водкой тканей материальной обстановки (дивана, занавесок в квартире и пр.) с последующим поднесением к ним источника зажигания возможно их воспламенение.

Эксперты должны помнить о «фитильном эффекте» при использовании поджига-



Рис. 1а. Горящие пары спирта над тканью, смоченной водкой и расположенной на прессованном картоне, горят, воспламеняясь от спички, но не зажигают саму ткань.

*Fig. 1a. Alcohol vapors are burning over the surface of fabric soaked in vodka and placed on paperboard after being ignited with a match, but without setting fire to the fabric itself.*



Рис. 1б. Горящие пары спирта над тканью, смоченной водкой и расположенной на прессованном картоне, воспламеняют бумагу, но не саму ткань.

*Fig. 1b. Alcohol vapors burning over the surface of fabric soaked in vodka and placed on paperboard ignite the paper, but not the fabric itself.*

телом жидкостей с высокой температурой воспламенения для поджога постельных принадлежностей, одежды, обивочных тканей диванов и других изделий из ткани.

Для судебно-экспертной практики представляют интерес результаты экспериментов по зажиганию таких жидкостей фитилями в длинном открытом резервуаре-коробе, в котором было исследовано влияние высоты слоя жидкостей на длительность периода индукции времени задержки воспламенения. Для этого были использованы гексанол (гексиловый спирт), изопентанол (изоамиловый спирт) и бутанол (бутиловый спирт), пожаровзрывоопасные свойства которых приведены в таблице 2<sup>1</sup>.

Было установлено, что период индукции достигает минимума при толщине слоя жидкости около 2 мм и возрастает (до определенных пределов) с его увеличением (рис. 2). Оказалось, что поджечь исследованные горючие жидкости при высоте их уровня в коробе менее 1 мм, невозможно.

Существование минимума периода индукции объяснялось тем, что количество тепла, необходимое для повышения температуры жидкостей до температуры их воспламенения, с уменьшением толщины их слоя в резервуаре снижалось. Однако при сравнительно небольшом значении этого параметра наряду с ограниченностью конвективного течения, влияющего на теплообмен в жидкости, начинает существенно сказываться теплоотвод через стенки и днище резервуара, и поэтому нагреть жидкость, находящуюся в нем, до температуры воспламенения сложнее.

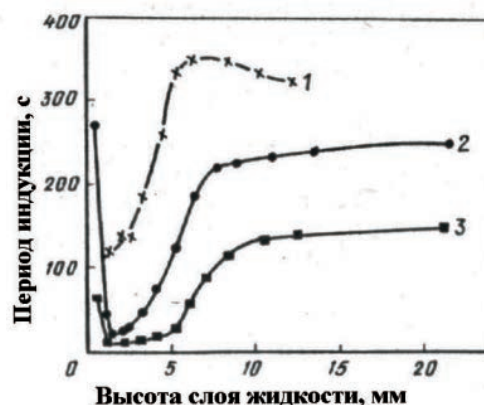


Рис. 2. Зависимость периода индукции при зажигании фитилем жидкостей с высокой температурой воспламенения от высоты их слоя в сосуде: 1 – гексанол; 2 – изопентанол; 3 – бутанол [3].

Fig. 2. Relationship between the induction period of wick ignition of high fire point liquids and the depth of liquid layer in the container: 1 – hexanol; 2 – isopentanol; 3 – butanol [3].

Эту особенность эксперты должны учитывать при анализе возможностей зажигания проливов жидкостей с высокими температурными показателями пожарной опасности на полу помещений.

При производстве судебных экспертиз влияние «фитильного эффекта» на возможность воспламенения жидкостей с высокой температурой воспламенения необходимо определять экспериментально в условиях конкретной вещной обстановки места пожара, т. е. с учетом свойств пористых материалов, на которые была вылита жидкость.

### Влияние «фитильного эффекта» на самовозгорание жидкостей и твердых плавких органических субстанций

Как известно, тепловая изоляция выполняет важные функции, от которых зависит

<sup>1</sup> В связи с тем, что в работе [3] не указано, какие именно гексанол и бутанол были залиты в короб, в таблице приведены данные для 1-гексанола, 2-гексанола, 1-бутанола и 2-бутанола.

Температурные показатели пожарной опасности некоторых жидкостей [8]

Table 2

Fire hazard temperature parameters for various liquids [8]

Жидкость Liquid	Формула Formula	Температура, °C Temperature, °C		
		Вспышки Flash point	Воспламен. Fire point	Самовоспл. Selfignition
1-гексанол	$C_6H_{14}O$	60	70	285
2-гексанол	$C_6H_{14}O$	50	60	300
Изопентанол	$C_8H_{12}O$	43	52	340
1-бутанол	$C_4H_{10}O$	35 / 41*	43	340
2-бутанол	$C_4H_{10}O$	24	32	395

\* Числитель – значение температуры вспышки, полученное в закрытом тигле, знаменатель – в открытом тигле



работоспособность и экономичность многочисленных промышленных и энергетических комплексов, эксплуатируемых в различных климатических условиях. Она предназначена для сохранения заданных температур, обеспечивающих стабильную и безопасную работу технологических установок, а также комфортные условия работы людей.

Пожары, связанные с утечкой горючих жидкостей на изоляцию трубопроводов, нагретых до сравнительно высоких температур, и других горячих поверхностей, хорошо известны. В частности, они происходили вследствие утечек смазочных масел и гидравлических жидкостей на электростанциях и в машинных помещениях судов, а также из-за утечек различных жидкостей в химической и сходных с ней отраслях промышленности. Менее известна опасность воспламенения при утечке горячих масел на холодную негорючую теплоизоляцию, например промышленных трубопроводов, аппаратов и оборудования, в результате негерметичности фланцевых соединений и других причин. Такие пожары вызываются самовоспламенением и горением самих жидкостей на пористых материалах с низкой теплопроводностью при температурах, которые значительно ниже стандартных температур их самовоспламенения, что объясняется также «фитильным эффектом», причем ключевую роль в этом процессе играют тепловыделения, сопровождающие окисление самой жидкости.

Имеются данные о пожарах, вызванных попаданием на тепловую изоляцию минеральных масел, каменноугольных дистиллятов и других веществ [9, 10]. Широко известны также случаи самовозгорания ветоши и тканей, пропитанных смазочными маслами, что нашло свое отражение в правилах пожарной безопасности. Это связано в первую очередь с увеличением величины поверхности окисления жидкостей за счет их распределения на внутренней поверхности пористого слоя теплоизоляции. В результате тепловыделение возрастает, так как увеличивается количество реагирующего вещества, что вызывает в определенных условиях самовозгорание. Менее известны случаи самовозгорания теплоизоляции, пропитанной парами твердых веществ (серы, полистирола, полиэтилена и др.). Однако существующие нормативно-технические документы (далее НТД), регламентирующие требования к тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, нормируют ее только по горючести [11] и по распространению пламени [12].

Так, ГОСТ Р 53327-2009 предусматривает испытание изоляции на распространение пламени, а также классификацию по группам в зависимости от величины параметров распространения пламени: не распространяющие пламя (НРП) и распространяющие пламя (РП) [12].

Возможность возгорания различных горючих сред при их попадании на изоляцию в существующих НТД практически не рассматривается. Лишь в п. 5.10 СП 61.13330.2012 указывается на недопустимость воздействия сильных окислителей на теплоизоляцию из органических материалов [11].

Методика определения условий теплового самовозгорания, разработанная во ФГБУ ВНИИПО МЧС РОССИИ, в свою очередь, предлагает пример расчета критической температуры нагрева тепловой изоляции технологического трубопровода, т. е. способ расчета теплового самовозгорания (теплового взрыва) изоляции трубопровода, а не самовозгорания в результате попадания на нее горючих веществ [13]. Таким образом, существующие у нас в стране НТД не рассматривают возможность возникновения и распространения горения по теплоизоляции при попадании на нее горючих веществ и, как следствие, не предусматривают соответствующие профилактические инженерно-технические мероприятия.

В связи с этим представляет интерес работа [14], в которой исследовались процессы самовозгорания жидких и твердых плавких веществ при их попадании на различные пористые материалы (шлаковату, стекловату, базальтовую вату, пеностекло, асбестовые листы и пр.), применяемые в качестве тепловой изоляции различного промышленного оборудования. Для этого была разработана особая методика с использованием специально сконструированного устройства, корпус  $a$ , которого представлял собой участок металлической трубки с приваренным к нему конусом (рис. 3). Поперек сечения цилиндрической части этого устройства с внутренним диаметром 200 мм была смонтирована решетка, на которую устанавливали образцы изолирующих материалов в виде пластин диаметром 200 мм и высотой 60 мм. Внутреннее пространство устройства обогревали электрической спиралью  $d$ , расположенной в кожухе. Подвод воздуха осуществляли в вершине конуса через медную трубку  $q$  в виде спирали внутри корпуса. Расход воздуха контролировали ротаметром  $f$ . Таким образом, было гарантировано, что воздух имел ту же температуру,

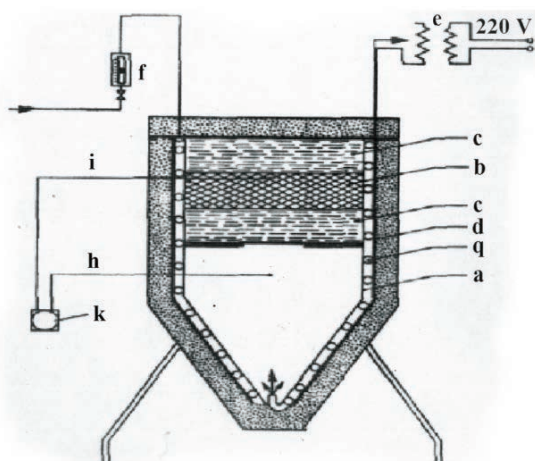


Рис. 3. Устройство для исследования процесса самовоспламенения органических соединений на изоляционных материалах: **a** – корпус; **b** – изоляционный материал, пропитанный исследуемым веществом; **c** – изоляционный материал без пропитки; **d** – спираль для электрического нагрева; **e** – трансформатор; **f** – ротаметр воздуха; **g** – трубка для подачи воздуха; **h** – термопара для измерения температуры воздуха на входе; **i** – термопара для измерения температуры вещества; **k** – регистратор температуры.

*Fig. 3. Apparatus for studying the process of spontaneous ignition of organic compounds on isolating materials: a – casing; b – insulating material pre-saturated with the target substance; c – untreated insulating material; d – electric heating coil; e – transformer; f – air rotameter; g – air feed tubing; h – thermocouple for measuring intake air temperature; i – thermocouple for measuring substance temperature; k – temperature recorder.*

что и исследуемый материал. Температуры поступающего воздуха и в толще образца измеряли термопарами (*h* и *i*) с регистрирующим устройством *k*.

Каждый образец изолирующего материала толщиной 60 мм перед началом эксперимента пропитывали ста граммами органического вещества и размещали в устройстве на решетке между слоями одинакового с ним изолирующего материала без пропитки (также толщиной 60 мм). Затем образцы нагревали со скоростью около 10 °С/ч и пропускали через них воздух.

Согласно [14] на изоляции могут возгораться вещества только с высокой температурой вспышки (температурой кипения). Вещества с низкой температурой вспышки при сравнительно небольших температурах испаряются и не образуют самовоспламеняющиеся паровоздушные смеси.

Температуры вспышки и воспламенения органических веществ связаны с параметром самовозгорания следующим образом:

$$Z = \frac{t_e}{t_e - t_{ec}},$$

Где *Z* – параметр, характеризующий склонность вещества к самовозгоранию при попадании на изоляционный материал; при *Z* > 1,55 возможно самовозгорание;

*t<sub>e</sub>* – температура воспламенения, °С;

*t<sub>ec</sub>* – температура вспышки, °С.

Данная эмпирическая формула базируется на сравнительно небольшом числе органических веществ, самовоспламенение которых на различных изолирующих материалах изучалось по вышеприведенной методике. К их числу относится: триаилдиметан (*Z* = 1,61); смазочное масло, имеющее значение условной вязкости 30° по Энглери (*Z* = 3,63); смазочное масло, имеющее значение условной вязкости 4° по Энглери (*Z* = 2,61); парафин (*Z* = 2,00); лауриллактан (*Z* = 2,01); циклододеканон (*Z* = 1,63); полистирол (*Z* = 2,33) и циклогександиметанол (*Z* = 1,74). Фталевый ангидрид (*Z* = 1,35), нафталин (*Z* = 1,17), циклодеканон (*Z* = 1,41), стирол (*Z* = 1,07), диметилгексагидротерефталат (*Z* = 1,51) и диметилтерефталат (*Z* = 1,51) в процессе экспериментов, проведенных по вышеуказанной методике не самовоспламенялись [14].

Во всех исследованных изоляционных материалах, за исключением пеностекла, самовозгорание органических веществ возникало при их одинаковом прогреве. Таким образом, изолирующий материал имел небольшое влияние на температуру, при которой начиналось самовозгорание. В образцах же из пеностекла, имеющих закрытые поры, т. е. весьма низкую реакционную поверхность, ни одно из исследованных веществ не самовозгоралось.

Было установлено, что даже очень небольшое количество воздуха является спусковым крючком (триггером) процесса самовозгорания органических соединений на изоляции, при этом задержка воспламенения была обратно пропорциональна количеству проходящего через нее воздуха.

В плотной изоляции из асбестовых листов, плит композита магния с асбестом (Magnesium-Asbestplatten), кизельгура (Kieselgursteinen) реакции из-за их низкой проницаемости для воздуха развивались значительно медленнее, чем в волокнистых

материалах. Тем не менее значения пиковых температур достигали того же уровня, как и в минеральных волокнах. Однако задержка воспламенения на этих образцах была существенно больше. При тестировании этих изоляционных материалов не в форме пластин, а в виде отдельных кусков размером около 25 мм, время реакции, за счет лучшей проницаемости воздуха через них, соответствовало этому параметру реакции, проходящей в минеральных волокнах.

Влияние увеличения поверхности вещества на условия его самовозгорания хорошо иллюстрируется следующим экспериментом с парафином<sup>2</sup>, в ходе которого самовозгорание наблюдалось при 200° С при распылении расплавленного парафина в воздухе или попадании его на волокнистые материалы [15]: пробирку длиной 4–5 см заполняют наполовину кусочками парафина, который расплавляют, подогревая пробирку на газовой или спиртовой горелке. Он плавится и превращается в бесцветную прозрачную жидкость. Затем деревянными щипцами берут пробирку и резко выбрасывают расплавленный парафин в окружающее пространство. Диспергирование парафина приводит к резкому увеличению его поверхности и, как следствие, к самовозгоранию.

Трудность нагрева веществ и материалов до температуры воспламенения служит иногда причиной для неправильных выводов об их негорючести. Так, этилцеллюлозная пленка после воспламенения не распространяет пламя, если источник зажигания удалить. Это обусловлено относительно низкой температурой плавления этилцеллюлозы, что благоприятствует отрыву горящих капель от пленки и тем самым предотвращению распространения по ней огня. Возгораемость этилцеллюлозы возрастает при совмещении ее с какой-либо негорючей тканью, например стеклотканью. Последняя служит как бы поддерживающей основой для расплавляемой этилцеллюлозы, препятствующей уходу ее плава из зоны ее горения. Аналогичные явления характерны и для других термопластичных веществ и материалов, например пенополистирола, что приводило к неправильной оценке его горючих свойств.

Использование и в этом случае стеклоткани для задержания плава «самозатухающего» пенополистирола, аккумулирующего большую часть тепловой энергии у места действия источника зажигания, приводило к активному горению этого материала. При оценке огнеопасности текстильных изделий, состоящих из нескольких слоев тканей, экспертам следует учитывать возможность «фитильного эффекта». Аналогично механизму действия фитиля свечи впитывание слоями ткани плава горючих термопластичных веществ/материалов или жидких продуктов его пиролиза существенно повышает их горючесть [16].

При оценке условий самовозгорания жидкостей на теплоизоляции различных объектов (трубопроводов, аппаратов и др.) экспертам необходимо использовать методику ГОСТ 12.1.044-89 (приложение 13), формируя кубик изоляции со стороны, равной ее толщине, и пропитывая его различным количеством жидкости [1].

Таким образом, при определении природы жидкости, использованной для поджога людей и (или) материальной обстановки, экспертам необходимо учитывать «фитильный эффект». Этот эффект следует принимать во внимание при анализе причин пожаров, связанных с попаданием горючих жидкостей на пористые материалы с последующим горением.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.044–89 (ИСО 4589–84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
2. ГОСТ 4333–2014 (ISO 2592:2000). Нефтепродукты. Методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле.
3. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров / под ред. Ю.А. Кошмарова, В.Е. Макарова. – М.: Стройиздат, 1990. – 424 с.
4. Docht – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.brand-feuer.de/index.php/Docht> (дата обращения: 23.09.2016).
5. ГОСТ 3164–78. Масло вазелиновое медицинское. Технические условия.
6. ГОСТ Р 52190–2003. Напитки спиртные. Термины и определения.
7. Алексеев С.Г., Барбин Н.М., Авдеев А.С., Пищальников А.В. О взрывопожа-

<sup>2</sup> Парафин - горючее белое воскообразное вещество. Представляет собой смесь твердых углеводородов, главным образом метанового ряда. Плотность 870–900 кг/м<sup>3</sup>; температура плавления 38–62 °С; температура кипения 300–400 °С; теплота сгорания ~46,8 мДж/кг; температура воспламенения 158–195 °С; температура самовоспламенения 310 °С.

- роопасности водочной продукции // Пожаровзрывобезопасность. – 2009. – Том 18. – № 2. – С. 20–23.
8. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения. Справ. изд.: в 2 книгах / под ред. А.Н. Баратова и А.Я. Корольченко. – М.: Химия, 1990.
  9. Bowes P.C. Fires in oil-soaked lagging. // *Fire Prev. Sci. and Technol.* – 1974, No 9, pp. 13–22. (на русском: ЭИ «Пожарная охрана» (ВИНИТИ АН СССР). – 1975. – № 23. – С. 1–6).
  10. FPA guide to safely with piped services. // *Fire Prev. Sci. and Technol.* – 1973. – No 98. – pp. 23–30. (на русском: ЭИ «Пожарная охрана» (ВИНИТИ АН СССР). – 1973. – № 38. – С. 16–22).
  11. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41–03–2003.
  12. ГОСТ Р 53327–2009. Теплоизоляционные конструкции промышленных трубопроводов. Метод испытания на распространение пламени.
  13. Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. – 67 с.
  14. Lindner H., Seibring H. Selbstentzündung organischer Substanzen an Isoliermaterial. *Chemie-Ing.-Technik*. Bd. 39. Heft 1. 1967. S. 667–671.
  15. Справочник. Пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности / под ред. И.В. Рябова. – М.: Химия, 1970. – 336 с.
  16. Таубкин С.И. Пожар и взрыв, Особенности их экспертизы. – М.: ВНИИПО МЧС России, 1999. – 600 с.
  3. Draizdeil D. *Vvedenie v dinamiku pozharov*. Moscow: Stroizdat, 1990. 424 p. (In Russ.)
  4. *Docht*. Available at: <http://www.brand-feuer.de/index.php/Docht> (accessed on 23.09.2016).
  5. GOST 3164–78. *Maslo vazelinovoe meditsinskoe. Tekhnicheskie usloviya*. (In Russ.)
  6. GOST R 52190–2003. *Napitki spirtnye. Terminy i opredeleniya*. (In Russ.)
  7. Alekseyev S.G., Barbin N.M., Avdeyev A.S., Pishchal'nikov A.V. About Explosion and Fire Hazard of Vodka. *Fire and Explosion Safety*. 2009, vol. 18, No 2, pp. 20–23. (In Russ.)
  8. Baratov A.N., Korol'chenko A.Ya. (editors) *Pozharovzryvoopasnost' veshchestv i materialov, i sredstva ikh tusheniya*. In 2 books. Moscow: Khimiya, 1990. (In Russ.)
  9. Bowes P.C. Fires in oil-soaked lagging. *Fire Prev. Sci. and Technol.*, 1974, No 9, pp. 13–22.
  10. FPA guide to safely with piped services. *Fire Prev. Sci. and Technol.* 1973. No 98. pp. 23–30.
  11. SP 61.13330.2012 *Teplovaya izolyatsiya oborudovaniya i truboprovodov*. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 41–03–2003. (In Russ.)
  12. GOST R 53327–2009. *Teploizolyatsionnye konstruksii promyshlennykh truboprovodov. Metod ispytaniya na rasprostraneniye plameni*. (In Russ.)
  13. *Metodika opredeleniya uslovii teplovogo samovozgoraniya veshchestv i materialov*. Moscow: FBGU VNIPO MChS Rossii. 2004. 67 p. (In Russ.)
  14. Lindner H., Seibring H. Selbstentzündung organischer Substanzen an Isoliermaterial. *Chemie-Ing.-Technik*. Bd. 39. Heft 1. 1967. S. 667–671.
  15. Ryabov I.V. (editor). *Spravochnik. Pozharnaya opasnost' veshchestv i materialov, primenyaemykh v khimicheskoi promyshlennosti*. Moscow: Khimiya, 1970. 336 p. (In Russ.)
  16. Taubkin S.I. *Pozhar i vzryv, Osobennosti ikh ekspertizy*. Moscow: VNIPO MChS Rossii. 1999. 600 p. (In Russ.)

## REFERENCES

1. GOST 12.1.044–89 (ISO 4589–84) *SSBT. Pozharovzryvoopasnost' veshchestv i materialov. Nomenklatura pokazatelei i metody ikh opredeleniya*. (In Russ.)
2. GOST 4333–2014 (ISO 2592:2000). *Nefteprodukty. Metody opredeleniya temperatur vspyshki i vosplamneniya v otkrytom tigre*. (In Russ.)

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

**Таубкин Игорь Соломонович** – к.т.н., главный научный сотрудник отдела научно-методического обеспечения производства экспертиз ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; e-mail: onmo@sudexpert.ru.

## ABOUT THE AUTHOR

**Taubkin Igor Solomonovich** – PhD (Engineering), Principal Research Associate at the Research Methodology Department of the RFCFS of the Ministry of Justice of the Russian Federation; e-mail: onmo@sudexpert.ru.