

Научная статья  
УДК 614.841  
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.34.37.014

## Применение адсорбентов в снижении температуры вспышки и воспламенения горючих жидкостей

*Алина Рамзиловна Манаева*<sup>1</sup>  
*Лилия Ринатовна Шарифуллина*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Академия гражданской защиты МЧС России, Химки, Россия  
<https://orcid.org/0000-0001-7499-2821>

<sup>2</sup>Академия гражданской защиты МЧС России, Химки, Россия  
<https://orcid.org/0000-0002-3384-2007>

**Автор ответственный за переписку:** Алина Рамзиловна Манаева, [chem88@yandex.ru](mailto:chem88@yandex.ru)

**Аннотация.** Температуры вспышки и воспламенения являются ключевыми показателями пожароопасности жидкостей, так как именно с этих значений горючие и легковоспламеняющиеся жидкости становятся потенциально опасны для техносферы и могут быть причиной развития чрезвычайной ситуации. Для снижения вероятности развития пожароопасной ситуации в местах с обращением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ и ГЖ) необходимо повышение температуры вспышки и воспламенения ЛВЖ и ГЖ. В работе показано влияние адсорбентов (перлита, активированного угля, силикагеля, нефтесорба и вермикулита) на изменение температуры вспышки и воспламенения горючих жидкостей (дизельного топлива и индустриального масла И-20А). Наибольшую эффективность показали нефтесорб и вермикулит. Нефтесорб и вермикулит показали свою эффективность и в закрытом и в открытом тигле (в некоторых случаях повышение температур вспышки и воспламенения достигало 10 °С). Силикагель показал свою эффективность лишь в открытом тигле у дизельного топлива.

**Ключевые слова:** адсорбенты, температура вспышки, температура воспламенения, техносферная безопасность, пожарная безопасность

**Для цитирования:** Манаева А.Р., Шарифуллина Л.Р. Применение адсорбентов в снижении температуры вспышки и воспламенения горючих жидкостей// Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 1 (28). С. 199-203. <http://10.34987/vestnik.sibpsa.2023.34.37.014>.

## Use of inert additives to reduce the fire hazard of flammable liquids

*Alina R. Manaeva*<sup>1</sup>  
*Liliya R. Sharifullina*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Civil Defence Academy EMERCOM of Russia, Moscow region, Khimki, Russia,  
<https://orcid.org/0000-0001-7499-2821>

<sup>2</sup>Civil Defence Academy EMERCOM of Russia, Moscow region, Khimki, Russia,  
<https://orcid.org/0000-0002-3384-2007>

**Corresponding author:** Alina R. Manaeva, [chem88@yandex.ru](mailto:chem88@yandex.ru)

Abstract. Flash and ignition temperatures are key indicators of the fire hazard of liquids, since it is from these values that combustible and flammable liquids become potentially dangerous for the technosphere and can cause an emergency. To reduce the likelihood of a fire situation developing in places with the circulation of flammable and combustible liquids (FL and FL), it is necessary to increase the flash point and ignition of FL and FL. The paper shows the effect of adsorbents (perlite, activated carbon, silica gel, oil sorb and vermiculite) on the change in the flash point and ignition of combustible liquids (diesel fuel and industrial oil I-20A). Petrosorb and vermiculite showed the greatest efficiency. Neftesorb and vermiculite showed their effectiveness both in closed and open crucible (in some cases, the increase in flash and ignition temperatures reached 10 ° C). Silica gel has shown its effectiveness only in the open crucible of diesel fuel.

Keywords: adsorbents, flash point, ignition temperature, technosphere safety, fire safety

For citation: Manaeva A.R., Sharifullina L.R. The use of adsorbents in reducing the flash point and ignition of combustible liquids // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2023. № 1 (28). p. 199-203. (In Russ.) [http: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.34.37.014](http://10.34987/vestnik.sibpsa.2023.34.37.014).

## Введение

Хранение больших объемов ЛВЖ и ГЖ происходит на складах горюче-смазочных материалов (ГСМ). При этом тушение пожаров на данных объектах весьма специфично ввиду применения огромного количества сил и средств для локализации и ликвидации возгорания.

Приведём примеры подобных событий.

19 июля 2020 года загорелся склад ГСМ в Екатеринбурге, произошел разлив ГСМ, пострадал 1 человек. 24 января 2021 года крупный пожар охватил склад ГСМ в Луганске, площадь возгорания 1800 м<sup>2</sup>. 12 февраля 2021 года на складе ГСМ в Красноярске произошел взрыв, в результате которого начался пожар, тушением которого занимались 104 человека, 35 единиц техники [1].

Эти примеры являются наглядным доказательством того, что необходимо усиление мер по предотвращению развития чрезвычайной ситуации в местах с обращением ЛВЖ и ГЖ, что так же снизит риск развития пожароопасной ситуации для ближайших населенных пунктов [2].

**Цель исследования:** разработка предложений по применению адсорбентов для повышения температуры вспышки и воспламенения горючих жидкостей.

## Материалы и методы

Температура вспышки и температура воспламенения являются основными критериями, показывающими опасность ЛВЖ и ГЖ, так как при наличии источника зажигания именно с этих минимальных значений способны вызвать возгорание и дальнейшее стационарное горение [3,4].

Эксперименты были проведены на кафедре химии и материаловедения ФГБВОУ ВО «Академии гражданской защиты МЧС России» на приборах ТВО-ЛАБ-01 и ТВЗ-ЛАБ-01. Температура жидкостей фиксировалась высокотемпературным термометром RST07831(41).

**Результаты.** Согласно описанной выше методике, определяли температуру вспышки и воспламенения дизельного топлива и промышленного масла (И-20А). Результаты экспериментальных данных показаны в табл. 1.

**Таблица 1. Результаты экспериментов без применения добавок**

Вид топлива	Дизельное топливо		И-20А	
	Закрытый тигель	Открытый тигель	Закрытый тигель	Открытый тигель
T <sub>всп</sub> , °C	+64,5	+72,3	+161,2	+185,6
T <sub>воспл</sub> , °C	-	+78,1	-	+204,3

В связи с высокой опасностью ЛВЖ и ГЖ для техносферы и большим риском возникновения чрезвычайной ситуации, необходимо предложить мероприятия по повышению температуры вспышки и воспламенения, следовательно, снижения пожароопасности ЛВЖ и ГЖ [5]. Например, одним из современных перспективных методов является применение адсорбентов. Адсорбент своей активной поверхностью действует физически, не вступая в химические реакции с ЛВЖ и ГЖ, но при этом приводит к снижению их концентрации. Адсорбция на поверхности адсорбента-носителя способствует снижению концентрации ЛВЖ и сужению области воспламенения, что приводит к снижению пожароопасности жидкости [6].

В качестве адсорбентов были применены следующие вещества: перлит, активированный уголь, силикагель, нефтесорб, вермикулит.

На рис. 1 представлены изменения температур вспышки и воспламенения при добавлении адсорбентов в ДТ.

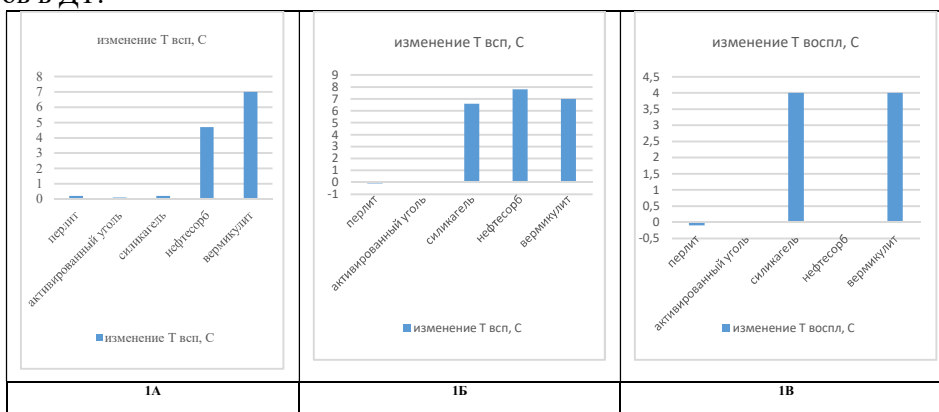


Рис. 1. Изменение температуры вспышки и воспламенения при добавлении адсорбентов в ДТ:  
 1А. Изменение температуры вспышки при добавлении адсорбентов в закрытом тигле;  
 1Б. Изменение температуры вспышки при добавлении адсорбентов в открытом тигле;  
 1В. Изменение температуры воспламенения при добавлении адсорбентов в открытом тигле

На рис. 2 представлены изменения температур вспышки и воспламенения при добавлении адсорбентов в И-20А.

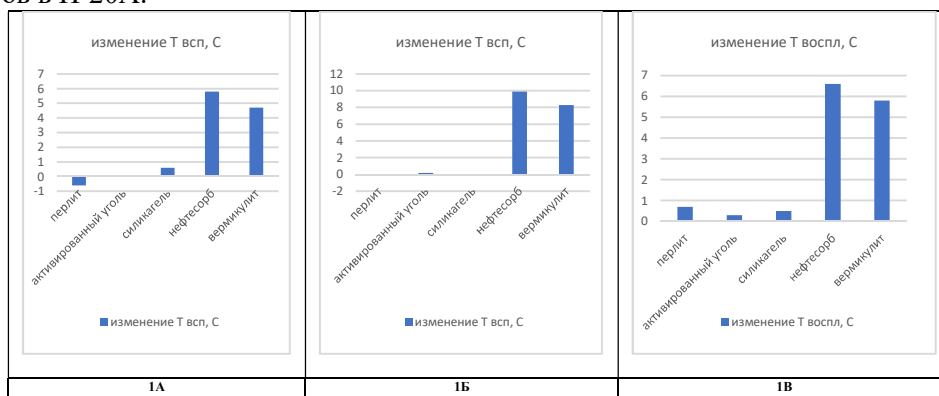


Рис. 2-Изменение температуры вспышки и воспламенения при добавлении адсорбентов в И-20А:  
 1А. Изменение температуры вспышки при добавлении адсорбентов в закрытом тигле;  
 1Б. Изменение температуры вспышки при добавлении адсорбентов в открытом тигле;  
 1В. Изменение температуры воспламенения при добавлении адсорбентов в открытом тигле

**Обсуждение.** В результате проведенных экспериментов, получено, что перлит и активированный уголь незначительно изменяют температуру вспышки и воспламенения (на 0,1-0,2 °С), следовательно, не могут применяться в качестве добавки для снижения пожароопасности ЛВЖ и ГЖ.

При добавлении силикагеля к ДТ температура вспышки повысилась значительно в открытом тигле, почти на 7 °С, температура воспламенения на 4 °С; однако его применение в закрытом тигле не привело к значительным изменениям ни у ДТ, ни у И-20А.

Нефтесорб как адсорбент, повышающий температуру вспышки и воспламенения, показал высокую эффективность. В открытом тигле при добавлении нефтесорба в ДТ температура вспышки повысилась на 4,7 °С, в открытом на 7,8 °С. Применение нефтесорба у И-20А так же показало высокую эффективность (например, в открытом тигле повышение температуры вспышки достигало 10 °С).

Вермикулит также показал высокую эффективность в увеличении температуры вспышки и воспламенения, максимальное повышение температуры вспышки на 8,3 °С наблюдалось при добавлении вермикулита в И-20А в открытом тигле.

Таким образом, можно будет снизить вероятность развития пожароопасной ситуации в местах с обращением ЛВЖ И ГЖ.

### **Заключение**

1. Согласно экспериментальным данным, наибольшую эффективность для повышения температуры вспышки и воспламенения показали нефтесорб и вермикулит в открытом и закрытом тиглях, силикагель в открытом тигле.

2. Адсорбенты не влияют на теплотворную способность и эксплуатационные свойства топлива, что было доказано экспериментальным путем. Поэтому предлагаем добавлять показавшие эффективность адсорбенты в емкости для хранения ГЖ.

### **Список источников**

1. Паничкин Г.Н., Селезнёв С.В., Евсеев Р.Д., Зверева А.А. Современное противопожарное оборудование склада ГСМ// В сборнике: Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. Сборник научных статей VII международной научной конференции. Казань, 2021. С. 17-19.

2. Мартынова Д.Ю., Мамедов А.В. Совершенствование организации пожарной безопасности на складах горюче-смазочных материалов// Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и охраны труда. Сборник трудов секции №9 XXXII Международной научно-практической конференции. Химки, 2022. С. 156-160.

3. Węsierski T. Analysis of the combustion characteristics of the main groups of organic compounds// Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. 2010. Т. 19. № 3. С. 83-97.

4. Залозная Н.Г. Сценарии развития пожароопасных ситуаций на нефтебазах// Техносферная безопасность, проблемы и перспективы. Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Химки, 2022. С. 67-70.

5. Акинин Н.И., Мельников Н.О. Экспериментальные и расчетные значения температуры вспышки смесей растворителей, применяемых в промышленности// Безопасность труда в промышленности. 2020. № 12. С. 12-18.

6. Goloskokov S.I., Uvarova V.A., Sazonov M.S., Goloskokov E.I. Fire security and environmental safety of wetting agents for coal dust suppression// Горная промышленность. 2014. № 3 (115). С. 72.

### **List of sources**

1. Panichkin G.N., Seleznev S.V., Evseev R.D., Zvereva A.A. Modern fire-fighting equipment of the fuel and lubricants warehouse// In the collection: Priority areas of innovative activity in the industry. Collection of scientific articles of the VII international scientific conference. Kazan, 2021, pp. 17-19.

2. Martynova D.Yu., Mamedov A.V. Improving the organization of fire safety in warehouses of fuels and lubricants// Actual problems of ensuring fire safety and labor protection. Collection

of proceedings of section No. 9 of the XXII International Scientific and Practical Conference. Khimki, 2022, pp. 156-160.

3. Zaloznaya N.G. Scenarios for the development of fire hazardous situations at oil depots// Technospheric safety, problems and prospects. Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference. Khimki, 2022, pp. 67-70.

4. Węsierski T. Analysis of the combustion characteristics of the main groups of organic compounds// Bezpieczenstwo i Technika Pozarnicza. 2010. V. 19. No. 3. S. 83-97.

5. Akinin N.I., Melnikov N.O. Experimental and calculated values of the flash point of mixtures of solvents used in industry// Labor safety in industry. 2020. No. 12. S. 12-18.

6. Goloskokov S.I., Uvarova V.A., Sazonov M.S., Goloskokov E.I. Fire security and environmental safety of wetting agents for coal dust suppression// Mining industry. 2014. No. 3 (115). S. 72.

#### **Информация об авторах**

А.Р. Манаева- кандидат технических наук, доцент

Л.Р. Шарифуллина - кандидат химических наук, доцент

#### **Information about the author**

A.R. Manaeva - Ph.D. of Engineering Sciences, Docent

L.R. Sharifullina - Ph.D. of Chemical Sciences, Docent

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 23.11.2022; одобрена после рецензирования 26.12.2022; принята к публикации 21.02.2023.

The article was submitted 23.11.2022; approved after reviewing 26.12.2022; accepted for publication 21.02.2023.