

Д. В. БАТОВ, д-р хим. наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, 153040, г. Иваново, просп. Строителей, 33); ведущий научный сотрудник, Институт химии растворов им. Г. А. Крестова РАН (Россия, 153045, г. Иваново, ул. Академическая, 1; e-mail: bat21dv@yandex.ru)

Т. А. МОЧАЛОВА, канд. биол. наук, заместитель начальника кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (Россия, 153040, г. Иваново, просп. Строителей, 33)

УДК 614.844.6-544.77.023.522

КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ РАЗМЕРА МИКРОАГРЕГАТОВ В МИКРОЭМУЛЬСИЯХ ВОДА – ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТ НАТРИЯ – 1-ПЕНТАНОЛ – ТРИЭТАНОЛАМИН – 2-ИОДГЕПТАФТОРПРОПАН И ВОДА – ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТ НАТРИЯ – 1-ПЕНТАНОЛ – ТРИЭТАНОЛАМИН – 1,2-ДИБРОМТЕТРАФТОРЭТАН

Получены и исследованы микроэмульсии вода – додецилсульфат натрия – 1-пентанол – триэтанолламин – 2-иодгептафторпропан и вода – додецилсульфат натрия – 1-пентанол – триэтанолламин – 1,2-дибромтетрафторэтан типа “масло в воде” при стандартной температуре. Определение размера микрокапель микроэмульсий и изучение их распределения по размерам выполнялось методом динамического рассеяния света. Показано, что структура указанных микроэмульсий характеризуется наличием микрокапель масла в водной дисперсионной среде. Размер агрегатов находится в довольно узком интервале – от 0,8 до 10 нм. Установлено, что с ростом содержания галогенуглеводорода в микроэмульсии положение максимума интенсивности рассеяния света смещается от 2 до 4,5 нм. Показана целесообразность использования микроэмульсий в качестве огнетушащих средств.

Ключевые слова: комбинированное огнетушащее средство; микроэмульсия; вода; поверхностно-активное вещество; галогенуглеводород; метод динамического рассеяния света; размер микрокапель.

DOI: 10.18322/PVB.2016.25.07.71-76

Введение

Возможность использования микроэмульсий в пожаротушении обусловлена перспективным применением комбинированных огнетушащих средств, сочетающих несколько механизмов прекращения горения. Заманчивым представляется совместное использование воды и химически активных ингибиторов. Однако эффективные химически активные ингибиторы, к которым относятся галогенуглеводороды, не смешиваются с водой в обычных условиях. Решением данной проблемы может стать получение соответствующих микроэмульсий.

Следует отметить, что многообразие структур и свойств микроэмульсий является основой их широкого применения в промышленности, нефтедобывающей отрасли, производстве смазочных материалов, моющих средств, косметики, в агрохимии, пищевой химии [1–3], фармацевтике [4], медицине (в ка-

честве средства доставки лекарств [5]), а также при синтезе наночастиц с заданными размерами [6], химическом анализе [7], разделении и концентрировании веществ [7, 8].

Масляной фазой в исследованных и применяемых микроэмульсиях являются в основном предельные углеводороды. Микроэмульсии, содержащие воду и галогенуглеводороды, исследуются достаточно редко. В работе [9] изучены структурные превращения в микроэмульсии вода – н-октан + хлороформ – додецилсульфат натрия – н-пентанол. Авторами работы [10] определены энтальпии образования микроэмульсий, содержащих воду, хлороформ в качестве масляной фазы и анионные, катионные и неионные поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Ранее нами были исследованы негорючие микроэмульсии различного состава, содержащие воду (H₂O), додецилсульфат натрия (NaDDS), 1-пента-

нол (РeОН) и триэтаноламин (ТЕА) в качестве ПАВ и ко-ПАВ, а также 1,2-дибромтетрафторэтан (BFE) в качестве масляной фазы [11–13]. Однако известно, что в настоящее время BFE используется при тушении пожаров ограниченно вследствие присущего ему высокого озоноразрушающего потенциала [14]. В связи с этим возникает необходимость в поиске и использовании новых, экологически безопасных галогенуглеводородов. По данным [14] среди них выделяется 2-иодгептафторпропан (хладон 217I1, IFP), являющийся “экологически чистым” галогенуглеводородом. Согласно [15] IFP не имеет озоноразрушающего потенциала. Показано, что 2-иодгептафторпропан является аналогом 1,2-дибромтетрафторэтана, поэтому в настоящей работе были получены и исследованы микроэмульсии H_2O – NaDDS – РeОН – ТЕА – IFP и H_2O – NaDDS – РeОН – ТЕА – BFE типа “масло в воде”. В табл. 1 и 2 приведены составы исследованных микроэмульсий.

Исследованные микроэмульсии характеризуются приблизительно равным содержанием ПАВ + ко-ПАВ (≈ 21 % масс.) и различным соотношением масла и воды.

Установлено, что микроэмульсии, в состав которых входит 2-иодгептафторпропан, являются светочувствительными системами. Этим объясняется то, что на свету они быстро приобретают светло-коричневую окраску. Поэтому их приготовление и хранение должно осуществляться в стеклянной посуде из темного стекла. Микроэмульсии, содержащие 1,2-дибромтетрафторэтан, не чувствительны к свету.

Определение размера микрокапель микроэмульсий и изучение их распределения по размерам выполнялось методом динамического рассеяния света (или фотонной корреляционной спектроскопии) на приборе ZetasizerNanoZS. Принцип измерения в данном методе основан на взаимосвязи перемещения частиц в результате броуновского движения с их размером. Эта взаимосвязь выражается уравнением Стокса – Эйнштейна. Так как исследованные микроэмульсии относятся к типу “масло в воде”, в качестве вязкости и коэффициента преломления дисперсионной среды принимали соответствующие данные для воды.

На рис. 1 и 2 для примера представлены кривые распределения частиц по размерам для микроэмульсий с наименьшим содержанием IFP и BFE.

Для каждой микроэмульсии проводилось по три измерения (см. рис. 1 и 2). Из рисунков видно, что результаты серии измерений достаточно хорошо воспроизводятся. Для других систем получены аналогичные зависимости.

Как и следовало ожидать, структура указанных микроэмульсий характеризуется наличием микрокапель масла в водной дисперсионной среде. Полу-

Таблица 1. Состав исследованных микроэмульсий H_2O – NaDDS – РeОН – ТЕА – IFP

Система	Содержание, % масс.				
	NaDDS	H_2O	TEA	РeОН	IFP
МЭ-1Р	8,42	68,54	7,21	5,91	9,92
МЭ-2Р	8,41	72,47	7,11	6,00	6,01
МЭ-3Р	8,37	75,08	7,18	5,98	3,39
МЭ-4Р	8,40	77,40	7,10	6,00	1,10

Таблица 2. Состав исследованных микроэмульсий H_2O – NaDDS – РeОН – ТЕА – BFE

Система	Содержание, % масс.				
	NaDDS	H_2O	TEA	РeОН	BFE
МЭ-1	8,33	68,53	7,01	6,07	10,06
МЭ-2	8,43	73,14	6,53	5,90	6,00
МЭ-3	8,29	75,30	6,95	6,04	3,43
МЭ-4	8,44	77,27	7,24	5,77	1,29

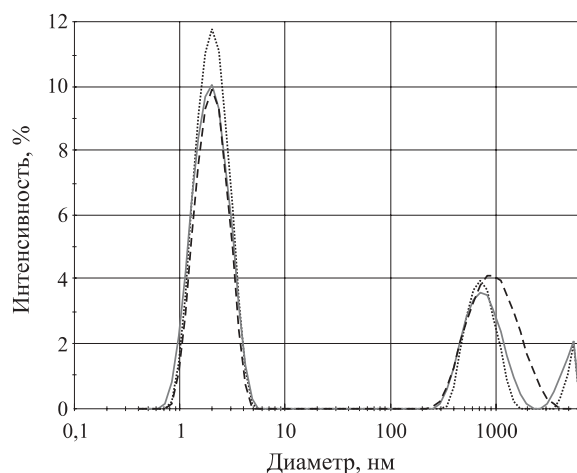


Рис. 1. Зависимость интенсивности рассеяния света от размера частиц для МЭ-4Р

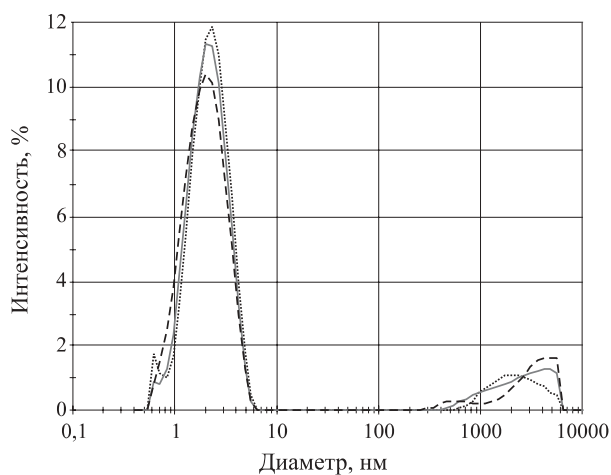


Рис. 2. Зависимость интенсивности рассеяния света от размера частиц в микроэмульсии МЭ-4

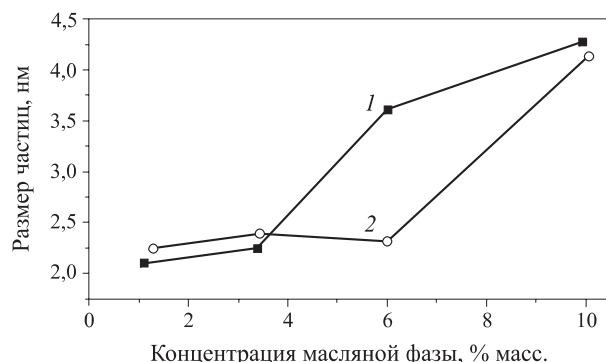


Рис. 3. Концентрационная зависимость размера микрокапель дисперсной фазы в микроэмульсиях H_2O – NaDDS – PeOH – TEA – IFR (1) и H_2O – NaDDS – PeOH – TEA – BFE (2), соответствующего максимуму интенсивности рассеяния света

ченные результаты позволяют охарактеризовать изученные микроэмульсии как полидисперсные глобулярные системы. Размер агрегатов находится в интервале 0,5–10 нм. Пока непонятно происхождение небольших пиков интенсивности в области 1000 нм для микроэмульсии H_2O – NaDDS – PeOH – TEA – IFR.

На рис. 3 представлена зависимость размера микрокапель, соответствующего максимуму интенсивности рассеяния света, от концентрации масляной фазы в микроэмульсиях. Из рисунка видно, что размер микрокапель дисперсной фазы увеличивается с ростом содержания масла в микроэмульсиях, в со-

став которых входит как IFR, так и BFE. Наиболее сильное увеличение размера наблюдается при содержании IFR свыше 4 % масс. и BFE — 6 % масс. Для детальной интерпретации полученных данных требуется проведение дополнительных исследований.

Использование полученных микроэмульсий в качестве огнетушащих средств может быть целесообразным по двум причинам:

- во-первых, это комбинированные огнетушащие средства, в которых к охлаждающему действию воды добавляется ингибирование горения 2-иодгептафторпропаном или 1,2-дибромтетрафторэтаном;
- во-вторых, микрокапельная структура микроэмульсий может способствовать усилению огнетушащего действия, оказываемого водой за счет ее дробления (диспергирования) при испарении микрокапель 2-иодгептафторпропана или 1,2-дибромтетрафторэтана вблизи пламени. Теплота испарения 2-иодгептафторпропана составляет 38,05 °C [16]. Такой же эффект предполагался при использовании микроэмульсий в качестве огнетушащих средств, в которых масляной фазой являются низкокипящие горючие углеводороды (гептан, октан) [17]. В этих случаях вода переходит в мелкодисперсное состояние, в котором она используется для тушения более эффективно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холмберг К., Йёнссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / Пер. с англ. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. — 528 с.
2. Ланге К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение. — СПб.: Профессия, 2004. — 240 с.
3. Moulik S. P., Paul B. K. Structure, dynamics and transport properties of microemulsions // *Advances in Colloid and Interface Science*. — 1998. — Vol. 78, No. 2. — P. 99–195. DOI: 10.1016/S0001-8686(98)00063-3.
4. Grampurohit N., Ravikumar P., Mallya R. Microemulsions for topical use — A Review // *Indian J. Pharm. Educ. Res.* — 2011. — Vol. 45, No. 1. — P. 100–107.
5. Gupta S., Moulik S. P. Biocompatible microemulsions and their prospective uses in drug delivery // *Journal of Pharmaceutical Sciences*. — 2008. — Vol. 97, No. 1. — P. 22–45. DOI: 10.1002/jps.21177.
6. Lin J.-C., Lee C.-P., Ho K.-C. Zinc oxide synthesis via a microemulsion technique: morphology control with application to dye-sensitized solar cells // *Journal of Materials Chemistry*. — 2012. — Vol. 22, No. 4. — P. 1270–1273. DOI: 10.1039/C1JM15227K.
7. Shtykov S. N. Chemical analysis in nanoreactors: Main concepts and applications // *Journal of Analytical Chemistry*. — 2002. — Vol. 57, No. 10. — P. 859–868. DOI: 10.1023/A:1020410605772.
8. Watarai H. Microemulsions in separation sciences // *Journal of Chromatography A*. — 1997. — Vol. 780, No. 1-2. — P. 93–102. DOI: 10.1016/S0021-9673(97)00444-5.
9. Синева А. В., Ермолатьев Д. С., Перцов А. В. Структурные превращения в микроэмульсии вода/н-октан + хлороформ/додецилсульфат натрия/н-пентанол // *Коллоидный журнал*. — 2007. — Т. 69, № 1. — С. 96–101.
10. Mukherjee K., Mukherjee D. C., Moulik S. P. Thermodynamics of microemulsion formation // *Journal of Colloid and Interface Science*. — 1997. — Vol. 187, No. 2. — P. 327–333. DOI: 10.1006/jcis.1996.4696.
11. Батов Д. В., Мочалова Т. А., Петров А. В. Получение и изучение горючести микроэмульсий вода – ПАВ – со-ПАВ – 1,1,2,2-тетрафтордибромэтан // *Пожаровзрывобезопасность*. — 2012. — Т. 21, № 4. — С. 55–57.

12. Батов Д. В., Карцев В. Н., Штыков С. Н. Получение, теплоемкость и горючие свойства микроэмульсий вода – ПАВ – галогеноуглеводород, пригодных для создания комбинированных огне-тушащих средств // Журнал прикладной химии. — 2012. — Т. 85, № 12. — С. 1218–1223.
13. Батов Д. В., Карцев В. Н., Штыков С. Н. Теплоемкость, электропроводность и структурные изменения микроэмульсий вода – додецилсульфат натрия – триэтаноламин – 1-пентанол – 1,1,2,2-тетрафтордибромэтан // Журнал структурной химии. — 2015. — Т. 56, № 2. — С. 282–287.
14. Копылов С. Н., Кольцов С. А., Игумнов С. М. Гептафторйодпропан как замена хладона 114B2 в пожаротушении и взрывопреупреждении // Пожарная безопасность. — 2005. — № 2. — С. 51–55.
15. Сайт журнала “Фторные заметки” (“Fluorine Notes Journal”). URL: <http://notes.fluorine1.ru/cgi-bin/chladon/detail.cgi?query=ab00057> (дата обращения: 22.03.2016).
16. Weast R. C., Grasselli J. G. (eds.). CRC Handbook of Data on Organic Compounds. 2nd edition. — Boca Raton, FL. : CRC Press, Inc., 1989.
17. Patent 7004261 US. Microemulsion mists as fire suppression agents / Adiga Kayyani C. (Macon, GA, US). Application number: 10/117669; publication date: 28.02.2006; filing date: 05.04.2002.

Материал поступил в редакцию 8 апреля 2016 г.

Для цитирования: Батов Д. В., Мочалова Т. А. Концентрационная зависимость размера микроагрегатов в микроэмульсиях вода – додецилсульфат натрия – 1-пентанол – триэтаноламин – 2-иодгептафторпропан и вода – додецилсульфат натрия – 1-пентанол – триэтаноламин – 1,2-дибромтетрафторэтан // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 7. — С. 71–76. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.07.71-76.

English

CONCENTRATION DEPENDENCE OF THE MICROAGGREGATES SIZE IN THE OIL IN WATER MICROEMULSION WATER – SODIUM DODECYLSULFATE – 1-PENTANOL – TRIETHANOLAMINE – 2-iodoheptafluoropropane AND WATER – SODIUM DODECYLSULFATE – 1-PENTANOL – TRIETHANOLAMINE – 1,2-DIBROMOTETRAFLUOROETHANE

BATOV D. V., Doctor of Chemical Sciences, Senior Researcher, Professor of Department of State Supervision and Examination of Fires, Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of Emercom of Russia (Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo, 153040, Russian Federation); Leading Researcher, G. A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences (Akademicheskaya St., 1, Ivanovo, 153045, Russian Federation; e-mail address: bat21dv@yandex.ru)

MOCHALOVA T. A., Candidate of Biological Sciences, Deputy Head of Department of State Supervision and Examination of Fires, Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of Emercom of Russia (Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo, 153040, Russian Federation)

ABSTRACT

The possible usage of microemulsions for fire suppression is associated with a development and prospective employment of combined extinguishing agents which connect several mechanisms of burning termination, for example sharing water and chemically active inhibitors. But effective and chemically active inhibitors notably halohydrocarbons do not mix with water under ambient conditions. Obtainment of the appropriate microemulsions may become the method of their connection.

In the present work the microemulsions water – sodium dodecyl sulfate – 1-pentanol – triethanolamine – 2-iodoheptafluoropropane (IFP) and the water – sodium dodecyl sulfate – 1-pentanol – triethanolamine – dibromotetrafluoroethane (BFE) of the “oil water” tipe at standard temperature were obtained and studied. It is known that at present BFE is used in fire extinguishing restrictedly due

to high ozone-depleting potential. Therefore it would be reasonable to use and study new environmentally friendly halohydrocarbons. One of them is the IFP. The investigated microemulsions are characterized by approximately equal ratio surfactant + co-surfactant (≈ 21 wt. %) and different ratio between the amounts of oil and water. Determination of the size of the microemulsions microdroplets and the study of their size distribution were performed by dynamic light scattering. It is shown that the structure of these microemulsions is characterized by the presence of oil microdroplets in the aqueous dispersion medium. The size of the aggregates is situated in a fairly narrow range from 0.8 to 10 nm. With increasing of the halohydrocarbons content in microemulsion the position of the intensity maximum of the scattering light is shifting from 2 to 4.5 nm. The strongest increase in the size of the microdroplets is observed when the content of IFP above 4 wt. % and the content of BFE above 6 wt. %.

The usage of obtained microemulsions as extinguishing agents may be appropriate by two reasons: first of all these are combined fire extinguishing agents in which the cooling effect of water is added to the inhibition of halohydrocarbons burning. Secondly, the microdroplets structure of microemulsions can enhance the extinguishing action of water by its breaking up at the evaporation of halohydrocarbons microdroplets close to flame.

Keywords: combined fire extinguishing agent; microemulsion; water; surfactant; halohydrocarbon; method of dynamic light scattering; size of micro-droplets.

REFERENCES

1. Holmberg K., Jönsson B., Kronberg B., Lindman B. *Surfactants and Polymers in Aqueous Solution*. England, John Wiley & Sons, Ltd., 2002. 545 p. (Russ. ed.: Holmberg K., Jonsson B., Kronberg B., Lindman B. *Poverkhnostno-aktivnyye veshchestva i polimery v vodnykh rastvorakh*. Moscow, Binom. Laboratoriya znaniy Publ., 2007. 528 p.).
2. Lange K. R. (ed). *Surfactants: a practical handbook*. Mynich, Hanserpublischer, 1999. 300 p. (Russ. ed.: Lange K. R. *Poverkhnostno-aktivnyye veshchestva: sintez, svoystva, analiz, primeneniye*. Saint Petersburg, Professiya Publ., 2004. 240 p.).
3. Moulik S. P., Paul B. K. Structure, dynamics and transport properties of microemulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*, 1998, vol. 78, no. 2, pp. 99–195. DOI: 10.1016/S0001-8686(98)00063-3.
4. Grampurohit N., Ravikumar P., Mallya R. Microemulsions for topical use — a review. *Indian J. Pharm. Educ. Res.*, 2011, vol. 45, no. 1, pp. 100–107.
5. Gupta S., Moulik S. P. Biocompatible microemulsions and their prospective uses in drug delivery. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2008, vol. 97, no. 1, pp. 22–45. DOI: 10.1002/jps.21177.
6. Lin J.-C., Lee C.-P., Ho K.-C. Zinc oxide synthesis via a microemulsion technique: morphology control with application to dye-sensitized solar cells. *Journal of Materials Chemistry*, 2012, vol. 22, no. 4, pp. 1270–1273. DOI: 10.1039/C1JM15227K.
7. Shtykov S. N. Chemical analysis in nanoreactors: main concepts and applications. *Journal of Analytical Chemistry*, 2002, vol. 57, no. 10, pp. 859–868. DOI: 20.1023/A:1020410605772.
8. Watarai H. Microemulsions in separation sciences. *Journal of Chromatography A*, 1997, vol. 780, no. 1-2, pp. 93–102. DOI: 10.1016/S0021-9673(97)00444-5.
9. Sineva A. V., Ermolat'ev D. S., Pertsov A. V. Structural transformations in a water – n-octane + chloroform – sodium dodecyl sulfate – n-pentanol microemulsion. *Colloid Journal*, 2007, vol. 69, no. 1, pp. 89–94. DOI: 10.1134/S1061933X07010127.
10. Mukherjee K., Mukherjee D. C., Moulik S. P. Thermodynamics of microemulsion formation. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1997, vol. 187, no. 2, pp. 327–333. DOI: 10.1006/jcis.1996.4696.
11. Batov D. V., Mochalova T. A., Petrov A. V. Preparation and combustibility study of microemulsions water – surfactant – co-surfactant – 1,1,2,2-dibromotetrafluoroethane. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2012, vol. 21, no. 4, pp. 55–57 (in Russian).
12. Batov D. V., Kartsev V. N., Shtykov S. N. Preparation, heat capacity, and combustion characteristics of water – surfactant – halogenated hydrocarbon microemulsions suitable for combined fire-extinguishing means. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 2012, vol. 85, no. 12, pp. 1905–1909. DOI: 10.1134/S107042721212018x.
13. Batov D. V., Kartsev V. N., Shtykov S. N. Heat capacity, conductivity, and structural changes of water – sodium dodecylsulfate – triethanolamine – 1-pentanol – 1,1,2,2-tetrafluorodibromoethane microemulsions. *Journal of Structural Chemistry*, 2015, vol. 56, no. 2, pp. 266–271. DOI: 10.1134/S0022476615020092.

14. Kopylov S. N., Kol'tsov S. A., Igumnov S. M. Heptafluoroiodopropane as a substitution for halon 114B2 for fire-fighting and explosion prevention. *Pozharnaya bezopasnost (Fire Safety)*, 2005, no. 2, pp. 51–55 (in Russian).
15. Fluorine Notes Journal. Available at: <http://notes.fluorine1.ru/cgi-bin/chladon/detail.cgi?query=ab00057> (Accessed 22 March 2016).
16. Weast R. C. and Grasselli J. G. (eds.). *CRC Handbook of Data on Organic Compounds*. 2nd edition. Boca Raton, FL., CRC Press, Inc., 1989.
17. Patent 7004261 US. Adiga Kayyani C. (Macon, GA, US). *Microemulsion mists as fire suppression agents*. Application number: 10/117669; publication date: 28.02.2006; filing date: 05.04.2002.

For citation: Batov D. V., Mochalova T. A. Concentration dependence of the microaggregates size in the oil in water microemulsion water – sodium dodecylsulfate – 1-pentanol – triethanolamine – 2-iodoheptafluoropropane and water – sodium dodecylsulfate – 1-pentanol – triethanolamine – 1,2-dibromotetrafluoroethane. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 7, pp. 71–76. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.07.71-76.



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет книгу

Д. Г. Пронин, Д. А. Корольченко

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ПОЖАРНЫХ ОТСЕКОВ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ : монография.

— М. : Издательство "ПОЖНАУКА", 2014. — 104 с. : ил.



Изложены современные подходы к нормированию площадей пожарных отсеков и раскрыты требования к ним. Предложен метод научно-технического обоснования размеров пожарных отсеков с учетом вероятностного подхода на основе расчета пожарного риска. Рассмотрены возможности расчета вероятностных показателей, используемых в разработанном методе. Представлены основные достижения в данном направлении отечественной и зарубежной науки; приведены сведения о положительных и отрицательных сторонах действующей системы технического регулирования.

Монография ориентирована на научных и инженерных работников, занимающихся вопросами проектирования противопожарной защиты зданий и сооружений, а также на научных и практических работников пожарной охраны, преподавателей и слушателей учебных заведений строительного и пожарно-технического профиля, специалистов страховых компаний, занимающихся вопросами оценки пожарного риска.

Монография рекомендуется к использованию при выполнении научно-исследовательских и нормативно-технических работ по оптимизации объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений, в том числе тех, на которые отсутствуют нормы проектирования, а также при проведении оценки страхования пожарных рисков.

Разработанный метод расчета может быть положен в основу технических регламентов и сводов правил в области строительства и пожарной безопасности.

121352, г. Москва, а/я 43; тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: info@fire-smi.ru