

УДК 614.8
УДК 541.182

канд. техн. наук Журов М.М., канд. техн. наук, доц. Бобрышева С.Н.* , канд. техн. наук Осяев В.А., Рыжков М.Б.

Использование дисперсных систем в технологиях предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь», г. Минск

**Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого.», г. Гомель*

В работе рассматриваются дисперсные системы, представляющие собой минеральные ископаемые Республики Беларусь. В ряду объектов чрезвычайных ситуаций важное место занимают дисперсные системы, что обусловлено их широкой распространенностью и ролью в предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Гетерогенные дисперсные системы широко распространены в технологиях чрезвычайных ситуаций. И значение их для ликвидации и предупреждения ЧС будет неуклонно возрастать. Это обусловлено возможностью реализовать не характерные индивидуальным составам и материалам свойства. Именно сочетание высокой поверхностной энергии и межфазных явлений оказывает решающее влияние на эффективность применения дисперсных систем в технологиях предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: дисперсные системы, бентонитовая глина, огнетушащие порошки, адсорбенты, антипирены, чрезвычайные ситуации.

Ph.D. (Tech.) M.M. Zhurov, Ph.D. (Tech.), assoc. prof. S.N. Bobrusheva*, Ph.D. (Tech.) V.A. Osyayev, M.B. Ryzhkov

The using of disperse systems in technologies of emergency prevention and elimination

State Educational Institution «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk

**Sukoi State Technical University of Gomel, Gomel*

The paper considers dispersed systems representing mineral resources of the Republic of Belarus. Among the objects of emergency situations, disperse systems occupy an important place, due to their widespread prevalence and role in the prevention and elimination of emergency situations. Heterogeneous disperse systems are widespread in emergency technologies. And their importance for the elimination and prevention of emergencies will steadily increase. This is due to the ability to realize properties not characteristic of individual compositions and materials. It is the combination of high surface energy and interfacial phenomena that has a decisive influence on the effectiveness of dispersed systems in emergency prevention and response technologies.

Key words: dispersed systems, bentonite clay, fire extinguishing powders, adsorbents, flame retardants, emergency situations.

Введение. Дисперсные материалы, являясь дисперсной фазой гетерогенных систем, широко распространены в технологиях чрезвычайных ситуаций.

чайных ситуаций. И значение их для ликвидации и предупреждения чрезвычайных ситуаций будет неуклонно возрастать. Это обусловлено возможностью реализовать не свойственные индивидуальным составам и материалам свойства. Именно сочетание высокой поверхностной энергии и межфазных явлений оказывает решающее влияние на эффективность их применения для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Дисперсными называются микрогетерогенные системы, состоящие из двух или более фаз, одна из которых образует непрерывную дисперсионную среду, в объеме которой равномерно распределены другие дисперсные фазы в виде мелких кристаллов, твердых аморфных частиц, капелек или пузырьков с размерами в диапазоне от нескольких нанометров до сотни микрон. Линейный размер частиц дисперсной фазы – важная характеристика дисперсной системы. Величину, обратную среднему диаметру частиц данной системы, называют степенью дисперсности или кратко дисперсностью.

Дисперсность оценивается либо средним размером частиц, либо их распределением по размерам. Средний размер частиц равен либо среднему диаметру сферических или волокнистых частиц, либо длине ребра кубических частиц, либо толщине пленок. С уменьшением диаметра частиц дисперсность возрастает.

С повышением дисперсности все большее и большее число атомов

вещества дисперсной фазы находится в поверхностном слое, на границе раздела фаз, по сравнению с их числом внутри объема частиц дисперсной фазы. Соотношение между поверхностью и объемом характеризует удельная поверхность.

Все дисперсные системы резко отличаются по составу, физико-химическим свойствам, области распространения и применения. Важной задачей является выявление закономерностей образования и существования этих систем, а также возможностей влияния и управления этими процессами. Так, в случае дисперсных систем, используемых для ликвидации ЧС, управление их свойствами направлено на обеспечение устойчивости, а если дисперсные системы являются опасными факторами ЧС, то управление заключается в разрушении дисперсной структуры. Таким образом, знание критериев, определяющих свойства и стабильность дисперсных систем, позволяет в одних случаях влиять на них с целью повышения эффективности, в других – бороться с опасными факторами ЧС, а также прогнозировать, предотвращать и уменьшать их опасные последствия.

Современный ассортимент дисперсных материалов в качестве средств борьбы с пожарами различных классов чрезвычайно разнообразен: это порошки, пены, суспензии, гели, аэрозоли и др. Кроме того, известны дисперсные системы, относящиеся к профилактическим средствам – антипирены, огнепреградители и адсорбенты для аварий-

ных разливов нефти и нефтепродуктов.

Основная часть. В качестве дисперсионного материала, применяемого для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, нами выбрана бентонитовая глина. Породообразующий минерал бентонитовых глин – монтмориллонит обладает ультрадисперсной слоистой структурой, склонной к принудительному диспергированию и подходящей для модифицирования.

Высокая поверхностная энергия вещества способствует прививке функциональных групп, придающих ему необходимые свойства [1]. На рисунке 1 приведено схематическое изображение слоистого строения породообразующего минерала бентонитовой глины – монтмориллонита [2, 3]. Проведенные нами исследования показали возможность ее применения при получении огнетушащих порошков, антипиренов и адсорбционных материалов.

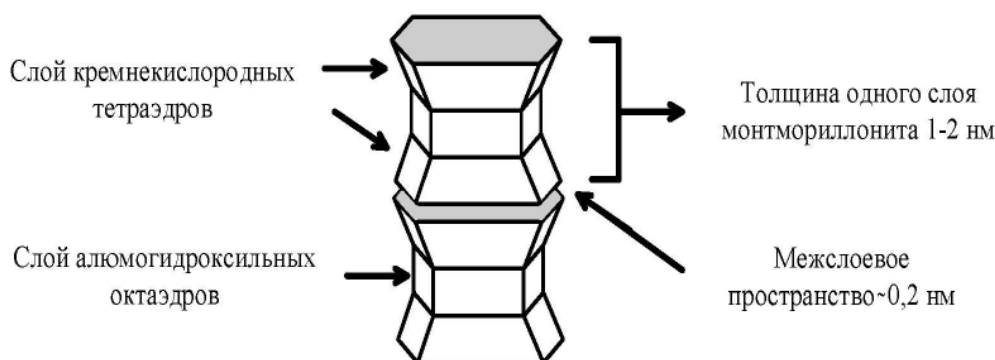


Рисунок 1 – Схематическое изображение слоистого строения породообразующего минерала бентонитовой глины – монтмориллонита

Огнетушащие порошки – высококонцентрированные дисперсные системы, в которых дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсионной средой – воздух или другой газ [4-7]. Характеристикой таких систем является дисперсный состав – распределение частиц по размерам. От размера частиц зависит удельная площадь межфазной поверхности. Увеличение удельной межфазной поверхности приводит к интенсификации процессов, протекающих на поверхности порошка. Огнетушащие порошковые составы (далее – ОПС), как правило, представляют собой высокодисперсные

системы на основе минеральных солей с различными функциональными добавками. Они имеют ряд преимуществ и могут быть использованы при ликвидации горения тлеющих веществ, горючих жидкостей, нефтяных и газовых фонтанов, а также для тушения горения оборудования, находящегося под напряжением, всех видов транспорта, боевой техники и т.д. Большинство их преимуществ, а также огнетушащая эффективность и эксплуатационные свойства связаны с дисперсностью их компонентов. Частицы активной минеральной основы должны иметь размеры, позволяющие ей за время

нахождения в пламени нагреться до температуры испарения, разложения или расплава. Таким образом, повышение содержания мелкой фракции минеральной основы в ОПС способствует более быстрой реализации их активности путем усиления эффекта гомогенного или гетерогенного механизма ингибирования горения или быстрого расплава и образования защитной экранирующей пленки на горячей поверхности. Однако и недостатки огнетушащих порошков также связаны с их дисперсностью. Так, слеживаемость и снижение текучести ОПС являются результатом агрегирования мелких частиц, обусловленным высокой химической активностью. Кроме того, очень мелкий порошок может не попасть в объем пламени вследствие конвективного сопротивления тепловых потоков. Задача оптимизации структуры и свойств может быть решена использованием полидисперсных функционально значимых компонентов ОПС.

Анализ литературных источников показывает, что лучшей активной основой универсальных ОПС являются фосфаты и сульфаты аммония. Причем их мелкая фракция 20–40 мкм в количестве до 50 процентов позволяет реализовать ингибирующий и изолирующий эффект. В этом случае функцию доставки порошка в очаг обеспечивает более крупная фракция 100–140 мкм добавок термически устойчивых материалов (диоксида кремния, кремнезема, природных алюмосиликатов). Такие высокодисперсные добавки как аэросил, флагопит, каоли-

но-шамотная пыль, отходы электрометаллургии и др. нерастворимые минералы используются для целей гидрофобизации и предотвращения слеживаемости порошка в качестве опудривателей. При производстве ОПС они вводятся на стадии смешения компонентов. Важную положительную роль играет наличие мелкой фракции компонентов ОПС для адсорбции парообразного горючего материала и продуктов горения. Так, использование добавок шунгита, цеолита или бентонитовых глин с высокоразвитой поверхностью способствует поглощению ингредиентов горючего в газовой и конденсированной фазе, снижая интенсивность, температуру горения и экологический ущерб.

Обеспечение требуемой дифференцированной дисперсности достигается комплексным использованием механических (измельчение, последовательное смешение), химических (модифицирование, гидрофобизация), технологических (опудривание) приемов, а также современного оборудования (планетарной мельницы, классификатора). Таким образом, дисперсность компонентов ОПС – важнейший фактор их эффективности. Изменение дисперсности кардинально меняет физико-химические, технологические и эксплуатационные свойства ОПС. Препимущество имеет такая дисперсность, которая позволяет удовлетворить требованиям универсальности ОПС, максимальной эффективности и возможностям технических средств подачи.

Используемое в исследованиях размольно - смесительное оборудование (планетарная мельница, классификатор) обладает малой мощностью. А широко применяемые шаровые мельницы не позволяют дифференцировать дисперсность выбранных компонентов. Возникла

необходимость поиска более производительного оборудования - существующих производственных аналогов, обеспечивающих необходимые параметры ОПС, оборудование, пригодное для производства огнетушащих порошков, представлено на рисунке 2.



а)



б)

Рисунок 2 – Оборудование для диспергирования и классификации компонентов ОПС: а – мельница активатор С-100; б – классификатор воздушный КПРД-1000

Таким образом, проведенные ранее исследования позволили разработать рецептуру ОПС с использованием отечественных компонентов и размольно-смесительной технологии для их получения. Предварительные лабораторные испытания показали возможность достижения физико-химических и эксплуатационных параметров, соответствующих нормативным требованиям, предъявляемых к ОПС. Вместе с тем, полигонные испытания на огнетушащую способность показали, что для практического применения изготовленного по разработанной рецептуре ОПС требуется дополнительная ее оптимизация с учетом огнетушащей эффективности.

Антипирены – компонент, добавляемый в материалы с целью снижения параметров горючести.

Современные технологии предупреждения ЧС предусматривают создание пожаробезопасных материалов, снижение их воспламеняемости и горючести. Особенно это касается полимерных и композиционных материалов, ассортимент и объемы производства которых неуклонно растут. Обладая высокой горючестью, полимеры повышают общую пожароопасность, а, выделяя при горении большое количество ядовитых газов, губительно действуют на человека и окружающую среду. Снижение горючести полимеров достигается в основном путем введения в их состав добавок антипиренов [8, 9], которые должны отвечать определенным требованиям. Основной проблемой их использования является совместимость антипирена и полимера. Кроме того, антипирены

не должны ухудшать свойства полимера, быть экологически безопасными и экономически обоснованными.

Имеются данные, что введение в полимерную матрицу нанодисперсных неорганических структур (например, оксидов и гидроксидов металлов) способствует повышению ее огнестойкости[8]. Антипирлирующее их действие чаще всего связывают с процессами, протекающими в конденсированной фазе. Ингибирующее действие неорганических соединений связывают с участием последних в катализе гибели активных центров – атомов и радикалов, от-

ветственных за цепное развитие горения полимера.

В качестве эффективных антипиренов используются слоистые алюмосиликаты, склонные к принудительному диспергированию. Такой нанодисперсный минерал, обладающий высокой поверхностной энергией, вводится в расплав полимера в качестве дисперсной фазы, равномерно распределенной в массе полимера (рисунок 3). Каждая частичка дисперсной фазы является центром обрыва цепной реакции горения. В результате незначительных добавок таких веществ наблюдается смещение температурных пределов воспламенения полимера в сторону более высоких температур.

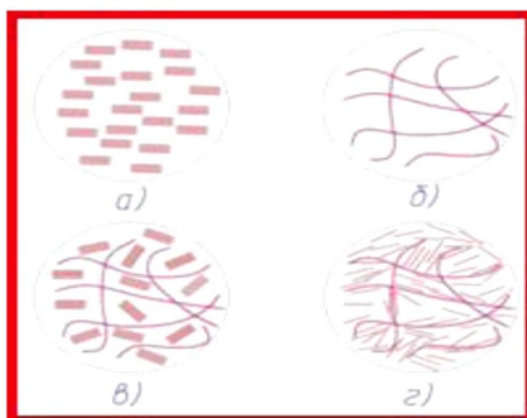


Рисунок 3 – Структура: а – слоистая антипирена (алюмосиликата); б – макромолекул полимера; в, г – полимера с антипиреном

Предлагаемым решением при разработке антипиренов может быть применение модифицированных функционально алюмосиликатов - бентонитовых глин. Так обработка гидрофобными органическими реагентами позволяет повысить сродство вещества антипирена к полимерным материалам, что является необходимым требованием совме-

стимости. Впервые для этих целей были применены соапстоки жирных кислот. Целесообразность использования последних обусловлена их липидной природой, обеспечивающей гидрофобность, а также наличием поверхностно-активных свойств, способствующих диспергированию.

В полимерную матрицу на стадии загрузки полимера в компьютеризированный экструзиограф (рисунок 4) вводились различные навески (от 0,5 до 4,0 масс.%) анти-

пирена разработанного состава. Была получена полимерная лента, механические параметры которой определялись по соответствующим методикам (рисунок 5).



Рисунок 4 –Экструзиограф «Rheocord 90» фирмы «НААКЕ» (ФРГ)



Рисунок 5 – Опытные образцы полимерной ленты с содержанием антипирена 0; 2 и 5% от массы

Целесообразность проведения таких испытаний обусловлена проявлением ухудшения механических характеристик при введении наполнителей. Как показали результаты

испытаний, антипирен при содержании 1,5 % оказывает усиливающее действие и улучшает механические параметры композита, результаты по горючести сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнительные свойства полимерных материалов.

Наименование полимера	Механические характеристики			Классификация материала по горючести
	Модуль упругости, МПа	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение при деформации, %	
Контрольный образец	26,74	18,2	274,48	Горючий средневоспламеняемый
С антипиреном 1,5%	148,28	31,85	103,3	Горючий трудновоспламеняемый

На основании результатов испытаний получено заключение: материалы с добавками антипиренов относятся к группе горючих трудно воспламеняемых, в то время как полимерные материалы без антипирена – к группе горючих средневоспламеняемых. Кроме того, механизм действия антипиренов позволяет уменьшить количество и состав газообразных продуктов горения полимеров, снижая их экологическую опасность.

Получены полимерные материалы, содержащие разработанный антипирен на основе модифицированных бентонитовых глин. Добавки антипирена не только не ухудшают свойств полимера, но и значительно улучшают его механические свойства. Оптимизирован состав композита. Оптимальные добавки (по механическим свойствам) антипирена составляют 1,5 масс. %. Механизм действия антипирена предположительно заключается в эффекте термоизоляции, обусловленном коксообразованием органической составляющей антипиренов, повышением температуры терморазложения за счет минеральной составляющей композита. Добавки антипиренов в полимерную матрицу позволяют перевести композиционный материал в группу трудно воспламеняемых материалов. Использование органоглин в качестве антипиренов для полимеров не требует переналадки технологического процесса.

Адсорбенты – высокодисперсные природные или искусственные материалы с большой удельной поверхностью, на которой происходит

адсорбция веществ из соприкасающейся с ней газов или жидкостей. Человек ежедневно сознательно и бессознательно загрязняет окружающую среду. Особую группу химических загрязнителей составляют нефтепродукты. Для Республики Беларусь вопрос ликвидации аварийных разливов нефти также актуален в связи с наличием разветвленной сети коммуникаций по транспортировке нефти и нефтепродуктов. Решением проблемы является создание эффективных экологически безопасных и экономически выгодных адсорбентов нефти и нефтепродуктов [10]. Эффективность таких материалов является функцией адсорбционной активности, которая, в свою очередь, определяется характером пористости, величиной удельной поверхности и особенностями кристаллической структуры адсорбента. Для повышения эффективности природных адсорбентов используется возможность их модификации с помощью различных методов обработки (термическая, кислотная, солевая и др.). Суть этого процесса состоит в «расшатывании» микроструктуры адсорбента, увеличении его пористости и удельной поверхности. Это способствует резкому увеличению адсорбционной емкости и расширению диапазона использования материала. Основным требованием, предъявляемым к нефтесорбентам, является избирательность смачивания их поверхности нефтью и нефтепродуктами. Такие свойства высокодисперсных изначально гидрофильных минералов достигаются в результате гидрофобизации. В ка-

честве гидрофобизатора (модификатора) предложено использовать отработанную отбеленную глину, которая в свой состав включает соли жирных кислот и гидрофобизированные примеси, содержащиеся в жирах и маслах.

Выбор гидрофобизатора обусловлен наличием в молекулах жирных кислот функциональной группы, способной взаимодействовать со структурными единицами породообразующего минерала глины. Технологические приемы гидрофобизации включают модификацию и из-

мельчение глины без применения растворителя. Разработанный механохимический метод модифицирования и изготовления адсорбента по предлагаемой технологической схеме является энергоэкономичным, малозатратным, простым, экологически безопасным и позволяет исключить применение, как правило, пожароопасного органического растворителя. Схема технологического процесса изготовления и модифицирования адсорбента представлена на рисунке 6.

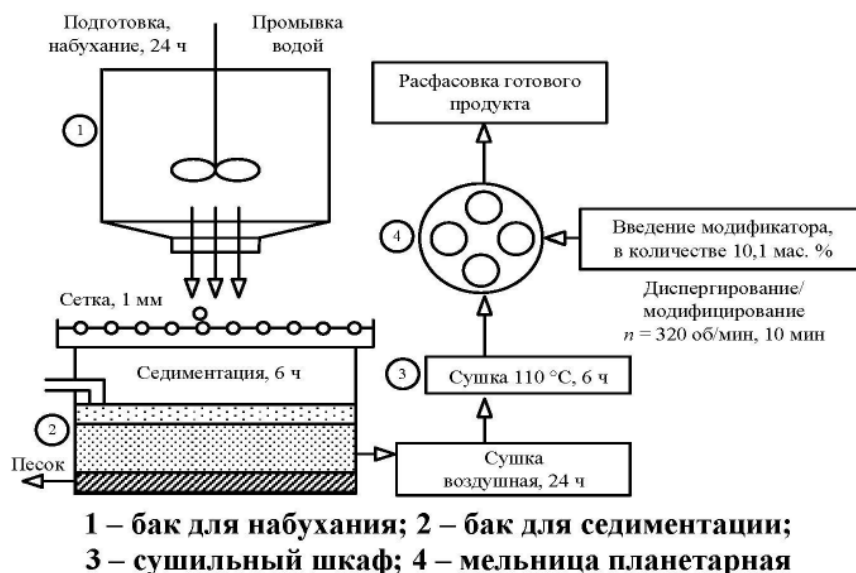


Рисунок 6 – Технологическая схема изготовления опытной партии адсорбента

Новым в предлагаемой технологии изготовления адсорбента на основе бентонитовой глины является:

- предварительная сушка при температуре 110 °C в течение 6 ч до постоянной массы, предотвращающая слеживаемость глины при модифицировании;
- использование механодеструкции вместо «мокрого» способа модифицирования;

- совмещение стадий модифицирования и механодеструкции;
- применение в качестве модификатора отработанной отбеленной глины.

Установлено, что модификатор обеспечивает наличие гидрофобных свойств адсорбенту и позволяет удерживаться ему на поверхности воды в насыщенном углеводородами состоянии более 72 часов (рисунок 7а), в то время как немодифицированная бентонитовая гли-

на образует конгломерат, который

сразу тонет в воде (рисунок 7б).



а



б

Рисунок 7 – Исследование плавучести модифицированной (а) и исходной(б) бентонитовой глины

При адсорбции углеводородов с поверхности воды на границе раздела вода – гидрофобный адсорбент вследствие несмачивания водой возникают дополнительные силы Ван-дер-Ваальса. Наличие такого эффекта обеспечивает плавучесть адсорбента в ненасыщенном состоянии [11]. Проведенные исследования показали эффективность применения разработанного адсорбента на основе бентонитовой глины даже при ликвидации тонких слоев более легких фракций нефтепродуктов – бензина АИ-95.

Основной характеристикой эффективности адсорбента для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов является адсорбционная емкость. Адсорбционная емкость позволяет определить достаточное количество порошка адсорбента, необходимого для ликвидации аварийного разлива нефтепродуктов. Известно, что адсорбционная емкость зависит от температуры и толщины слоя углеводородов. Полученные зависимости адсорбционной емкости адсорбента от температуры и толщины слоя углеводородов представлены на рисунках 8–10.

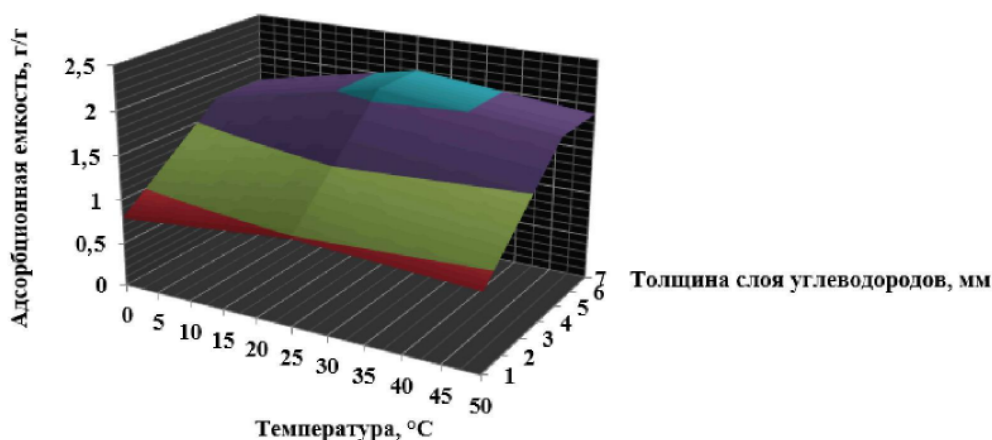


Рисунок 8 – Зависимость адсорбционной емкости адсорбента по нефти (месторождений Беларуси) от температуры и толщины слоя

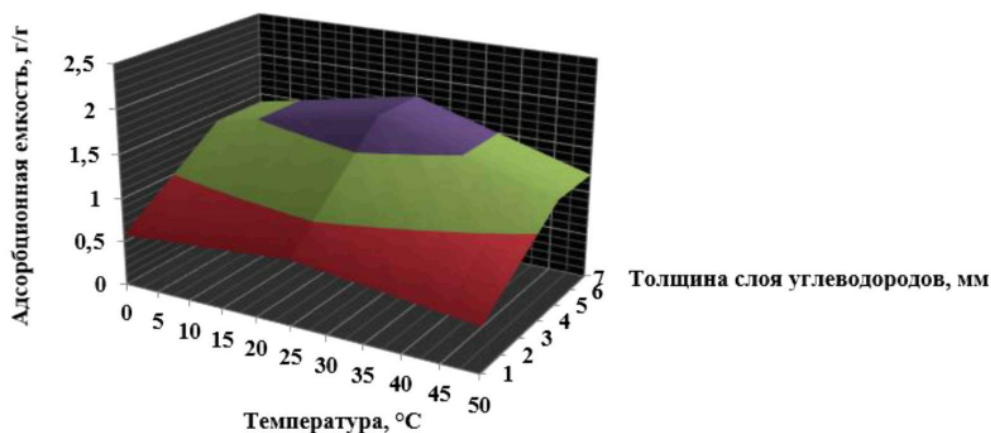


Рисунок 9 – Зависимость адсорбционной емкости адсорбента по дизельному топливу (летнему) от температуры и толщины слоя

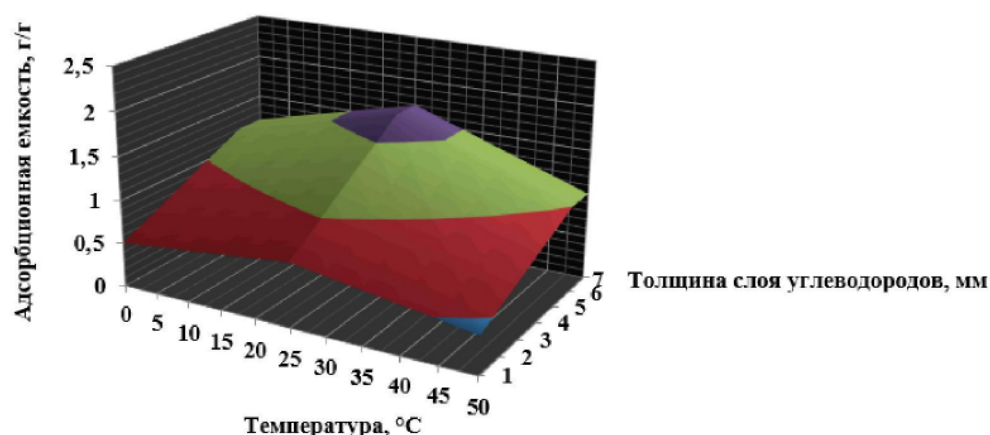


Рисунок 10 – Зависимость адсорбционной емкости адсорбента по бензину АИ-95 от температуры и толщины слоя

По результатам исследований установлено влияние температуры и толщины слоя углеводородов на адсорбционную емкость разработанного композиционного адсорбента на основе бентонитовой глины: максимальное нефтенасыщение адсорбента нефтью (месторождений Беларуси) происходит при температуре 25 °С, толщине ее слоя ≥ 5 мм и составляет 2,1 г/г, дизельным топливом (летним) – при температуре 25 °С, толщине слоя ≥ 5 мм и составляет 1,78 г/г, бензином АИ-95 – при температуре 25 °С, толщине слоя ≥ 6 мм и составляет 1,7 г/г.

Заключение. Результаты исследований показали, что модифицирование бентонитовой глины позволяет использования ее в качестве добавки в огнетушащий порошок, антипирена и адсорбента. Это возможно благодаря придании ей не характерных свойств: гидрофобности, большей дисперсности и адсорбционной емкости. По итогам работы нами сделан вывод о том, что с учетом развития современных технологий значение дисперсных систем для ликвидации и предупреждения чрезвычайных будет неуклонно возрастать. Важно то, что применение дисперс-

ных систем с заданными свойствами позволит не только повысить эффективность предупреждения и ликвидации широкого спектра чрезвычайных ситуаций, но и сохранить жизнь и здоровье людей.

Литература

1. Бентониты -М.: Наука, - 1980.-280 с.
2. Montmorillonite Structure [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://nsp.md/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B8%D0%B9-Coral-Calcium>. – Дата доступа: 22.09.2016.
3. Montmorillonite Structure [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: http://resizeandsave.online/openphoto.php?img=http://www.intechopen.com/source/html/38892/media/image1_w.jpg. – Дата доступа: 22.09.2016.
4. Бобрышева, С. Н. Технологические особенности обеспечения гидрофобности огнетушащих порошков / С. Н. Бобрышева, В. Б. Боднарук, М. В. Марченко // Чрезвычайн. ситуации: образование и наука. – 2008. – № 1 (3). – С. 10–19.
5. Дисперсная основа огнетушащих порошков / Бобрышева С. Н [и др.] // Чрезвычайн. ситуации: образование и наука. – 2008. – № 2 (3). – С. 24–33.
6. Ермакович, С. В. Гидрофобизация и физико-химические свойства огнетушащих порошков. / С. В. Ермакович, С. Н Бобрышева // Чрезвычайн. ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2009. – № 1 (25). – С. 12–23.
7. Огнетушащие порошки (краткий обзор) / Бобрышева С. Н. [и др.] // Чрезвычайн. ситуации: образование и наука. – 2010. – № 1 (5) – С. 26–34.
8. Бобрышева, С. Н. Экологически безопасные добавки органогилин для снижения горючести пластмасс / С. Н. Бобрышева, Н. А. Демченко, Н. А. Подобед / Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2009. – С. 137–140.
9. Основные классы антипиренов [Электронный ресурс] / Полимерные композиционные материалы – Режим доступа: <http://p-km.ru/polimernye-kompozity-s-ponizhennoj-goryuchestyu/osnovnye-klassy-antipirenov.html>.
10. Бобрышева, С. Н. Природные минералы в качестве адсорбентов нефти и нефтепродуктов / С. Н. Бобрышева, В. Б. Боднарук, М. М. Журов // Чрезвычайн. ситуации: образование и наука. – 2010. – № 2 (5). – С. 26–34.
11. Бобрышева, С. Н. Ликвидация разливов нефти, нефтепродуктов и ее водных эмульсий с применением бентонитовых глин в качестве адсорбента / С. Н. Бобрышева, М. М. Журов // Пожар. безопасность: теория и практика. – 2013. – № 15. – С. 32–36.

References

1. Bentonity -М.: Nauka, - 1980.-280 с.
2. Montmorillonite Structure [Electronniy resurs]. – 2016. – Rejim dostu-

pa:

<http://nsp.md/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B8%D0%B9-Coral-Calcium>. – Data dostupa: 22.09.2016.

3. Montmorillonite Structure [Elektronniy resurs]. – 2016. – Rejim dostupa:

http://resizeandsave.online/openphoto.php?img=http://www.intechopen.com/source/html/38892/media/image1_w.jpg. – Data dostupa: 22.09.2016.

4. Bobrysheva S. N. Tehnologicheskie osobennosti obespecheniya gidrofobnosti ognetushaschih poroshkov / S. N. Bobrysheva, V. B. Bondaruk, M. V. Marchenco // Chrezvychaynye Situatsyi: obrazovanie i nauka. – 2008. – № 1 (3). – С. 10–19.

5. Dispersnaya osnova ognetushaschih poroshkov / Bobrysheva S. N [i dr.] // Chrezvychaynye Situatsyi: obrazovanie i nauka. – 2008. – № 2 (3). – С. 24–33.

6. Ermacovich, S. V. Gidrofobizatsiya i fiziko-himicheskiye svoystva ognetushaschih poroshkov. / S. V. Ermacovich, S. N Bobrysheva // Chrezvychaynye Situatsyu: preduprezhdenie i likvidatsiya. – 2009. – № 1 (25). – С. 12–23.

7. Ognetushaschiye poroshki (kratkiy obzor) / Bobrysheva S. N. [i dr.] //

Chrezvychaynye Situatsyi: obrazovanie i nauka. – 2010. – № 1 (5) – С. 26–34.

8. Bobrysheva, S. N. Ekologicheski bezopasnyie dobavki organoglin dlya snijeniya goryuchesty plasmass / S. N. Bobrysheva, N. A. Demchenko, N. A. Podobed / Chrezvychaynye Situatsyu: preduprezhdenie i likvidatsiya: materialy mejdunarod. nauch.-prakt. konfer. – Minsk, 2009. – С. 137–140.

9. Osnovnye klassy antipirenov [Elektronnyy resurs] / Polimernye kompozitnye materialy – Rejim dostupa: <http://p-km.ru/polimernye-kompozity-s-ponizhennoj-goryuchestyu/osnovnye-klassy-antipirenov.html>.

10. Bobrysheva S. N. Prirodnye materialy v kachestve adsorbentov nefty i nefteproductov / S. N. Bobrysheva, V. B. Bodnaruk, M. M. Jurov // Chrezvychaynye Situatsyi: obrazovanie i nauka. – 2010. – № 2 (5). – С. 26–34.

11. Bobrysheva S. N. Likvidatsiya razlivov nefty, nefteproductov I eyo vodnyh emulisiy s primeneniem bentonitovyh glin v kachestve adsorbenta / S. N. Bobrysheva, M. M. Jurov // Pozhar. bezopasnosty: teoriya i praktika. – 2013. – № 15. – С. 32–36.

