

УДК 614.84

Г.І.Слагін, к.х.н., с.н.с., Р.А. Палагін, М.А. Кришталь, к.психол.н., проф.,
Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля,
Д.А. Кладько, ТОВ «НВП «Укрвермікуліт»

ВОГНЕГАСЯЧИЙ ЗАСІБ НА ОСНОВІ ВОГНЕГАСНИХ СОЛЕЙ, ІММОБІЛІЗОВАНИХ ВНУТРІШНЬОЮ ПОВЕРХНЕЮ ВИСОКОПОРИСТОГО МІНЕРАЛЬНОГО НОСІЯ

Розроблено новий вогнегасячий засіб, який являє собою гранули високопористого мінерального носія (спучений вермікуліт, спучений перліт), просочені розчинами вогнегасних солей і висушені. Засіб є технологічним у виготовленні, стійким до злежування при зберіганні і особливо придатним для гасіння проливів горючих рідин на тверді поверхні або на поверхні водоймищ.

Ключові слова: вогнегасний засіб, мінеральний носій, спучений вермікуліт, спучений перліт, пористість, іммобілізація, вогнегасні солі.

Актуальність проблеми. Останнім часом найбільш ефективними та найбільш перспективними засобами гасіння пожежі визнані інгібуючі засоби. Основна їх перевага – невелика кількість засобу, необхідного для гасіння пожежі. В якості інгібуючих засобів гасіння пожеж застосовують хладони, які являють собою галогеновмісні похідні нижчих вуглеводнів або порошки на основі вогнегасних солей. І ті і інші мають недоліки, вказані нижче. Тому розробка нових ефективних засобів гасіння пожеж, позбавлених згаданих недоліків, – завдання актуальне з практичної точки зору і цікаве в теоретичному плані.

Аналіз останніх досліджень з даного питання. Найбільш типовими інгібуючими засобами гасіння пожежі є хладони. Але хладони токсичні самі по собі, а при пожежі утворюють токсичні продукти горіння та піролізу. В останні роки галогеновмісні похідні вуглеводнів визнаються відповідальними за руйнування озонового шару атмосфери. Заміна їх новими плівкоутворюючими галогеновмісними сполуками повністю проблему не вирішує, так як при пожежі ці сполуки частково розкладаються, виділяючи у повітря речовини, які знов-таки руйнують озоновий шар, а, крім того, залишаючись після пожежі, отруюють поверхневі шари Землі [1,2]. Такі самі недоліки мають комбіновані засоби гасіння пожежі, які складаються з носія, просоченого хладонами [3].

Використання порошкових засобів гасіння пожежі суттєво зменшує шкідливий вплив на навколишнє середовище. Вогнегасні порошкові композиції складаються з солі, яка має вогнегасячі властивості (амоній фосфати, калій карбонат, натрій бікарбонат і ін.) та інших добавок, які знижують злежуваність порошку при зберіганні та здатність поглинати вологу, а також підвищують текучість вогнегасної композиції [4,5]. Ці солі використовуються в рослинництві як мінеральні добрива, отже, залишаючись після гасіння пожежі, вони принаймні не отруюють ґрунт. Недоліком таких вогнегасних композицій є складність визначення та отримання оптимальних розмірів часточок порошкового засобу. З одного боку, чим менші розміри мають ці часточки, тим більша їх сумарна поверхня і тим ефективніші вогнегасні властивості порошкового засобу. Але, з іншого боку, занадто дрібні часточки порошку виносяться із зони горіння конвекційними потоками продуктів згорання, і, таким чином, не забезпечують інгібуючу властивість порошкових засобів, а отже не перешкоджають процесу горіння. Ще одна проблема виникає при застосуванні порошків для гасіння пожеж при проливі горючих рідин, особливо розливі їх на поверхні водоймищ, коли зона горіння знаходиться безпосередньо над поверхнею рідини. Будь-яка вогнегасна сіль має питому густину більшу, ніж питома густина води і, тим паче, питома густина розливої горючої рідини (бензину, нафти, тощо). В цьому випадку великі часточки порошкового засобу, які не виносяться із зони горіння конвекційними потоками продуктів згорання, в

значній мірі проскакують крізь зону горіння і занурюються під поверхню горючих рідин, знову таки не перешкоджаючи процесу горіння. Відомий вогнегасний засіб для гасіння нафти та нафтопродуктів, який складається з пористого носія діаметром 10-50 мм, питома вага якого менша за питому вагу нафти та нафтопродуктів, обробленого сумішшю активного гасячого агента, рідкого скла та інгібуючої добавки на товщину 1-5мм [6]. Недоліком цього засобу є недостатня ефективність пожежогасіння, яка зумовлена тим, що для забезпечення низької злежуваності засобу при зберіганні застосовують спеціальні добавки до активного гасячого агента, що зменшує кількість гасячого агента на поверхні пористого носія. Крім того, засіб має обмежену кількість гасячого агента за рахунок нанесення його товщиною 1-5 мм тільки на зовнішню поверхню пористого носія.

Постановка проблеми та її розв'язання. В даній роботі наведено результати вирішення завдання зі створення нового вогнегасячого засобу. Цей засіб, при збереженні переваг порошкових засобів гасіння, повинен бути значною мірою звільнений від їх недоліків. Завдання вирішується шляхом просочення достатньо грубих (1-5 мм) частинок високопористого мінерального носія (наприклад, спучених перліту або вермікуліту) розчинами вогнегасних солей. Наступне обмивання зовнішньої поверхні носія і висушування частинок дозволяє отримати матеріал, в якого активний гасячий агент лишається адсорбованим лише в порах носія. Такий підхід вирішує відразу декілька проблем.

По-перше, суха і звільнена від водорозчинних солей поверхня носія запобігає злежуваності матеріалу, оскільки перліт та вермікуліт у воді нерозчинні і вологу, на відміну від водорозчинних порошкових засобів, не притягують. Отже, відпадає необхідність застосування спеціальних добавок, що перешкоджають злежуваності і підвищують текучість.

По-друге, висушування звичайного порошку у потоці нагрітого повітря викликає певні труднощі, оскільки при наступному відділенні дуже дрібних частинок від повітря вони значною мірою «проскакують» крізь будь-які фільтри і циклони. Засіб, що розробляється, такого недоліку позбавлений, так як частинки мають достатньо великі розміри і практично на 100% можуть затримуватися і сітчастим і тканинним фільтром або циклоном.

По-третє, насипна питома густина спученого перліту та спученого вермікуліту не перевищує 0,1-0,12 г/см³. З урахуванням сорбції до 50% вогнегасячої солі насипна питома густина збільшується, але все одно не перевищує 0,6-0,7 г/см³. Це нижче питомої густини горючих рідин і, тим більше, питомої густини води. Отже, при нанесенні на поверхню пролітої рідини вогнегасячий засіб весь час буде залишатися саме на поверхні, тобто в зоні горіння, віддаючи у цю зону вогнегасячі компоненти шляхом гарячої десорбції.

Врешті-решт, збирання після ліквідації пожежі і висипання у придатному місці достатньо грубих частинок засобу не викликає труднощів. Оточуючому середовищу така процедура принаймні не зашкодить, оскільки спучений перліт та спучений вермікуліт широко використовуються для структурування ґрунтів, а вогнегасячі солі (той же амоній фосфат і ін.) фактично є мінеральними добривами.

Експериментальна частина. Попередньо проведені дослідження [7] показали, що в першому наближенні найбільш придатними для просочування є частинки спученого вермікуліту виробництва ТОВ «Науково-виробниче підприємство «Укрвермікуліт», фракцій з розмірами частинок 0,5-5 мм. З вогнегасних солей для детальних випробувань на основі цих досліджень було обрано діамоній фосфат (амонійгідроген фосфат, амоній фосфорнокислий двозаміщений), який широко застосовується в якості мінерального добрива і здатний утворювати у воді достатньо концентровані розчини.

Обробку спученого вермікуліту проводили шляхом занурення його часток у розчин вогнегасної солі. Над розчином послідовно декілька разів створювали за допомогою вакуумного насоса розрідження і впускали повітря. Просочені розчином вогнегасної солі частинки вермікуліту виймали, обмивали ззовні знесолоною водою і висушували.

В лабораторних умовах частинки спученого вермікуліту поміщали у сітчасту тару (капронові, нейлонові або інші мішечки). Ці мішечки занурювали у хімічний стакан з

концентрованим розчином вогнегасної солі і, для попередження спливання, накривали перегорнутою воронкою Бюхнера. Стакан ставили до вакуумного ексикатору. Далі відкачували вакуумним насосом повітря з ексикатору до остаточного тиску у 10-15 мм рт. ст. При цьому з внутрішнього об'єму пор вермікуліту відсмоктується повітря, яке проходить крізь шар розчину і видаляється. Витримавши вермікуліт в розчині під вакуумом 20-30 хвилин, ексикатор від вакууму відключали і впускали повітря. Під дією зовнішнього тиску в пори надходить сольовий розчин і солі осідають на внутрішній поверхні часточок вермікуліту. Операцію повторювали декілька разів. Тару з вермікулітом виймали з ємності та обмивали знесоленою водою, після чого висушували протягом 2-3 годин у сушильній шафі при температурі 90-95 °С і, далі, не охолоджуючи, у вакуумному ексикаторі при залишковому тиску у 1-2 мм рт. ст.

Випробування отриманих зразків проводилися на модельній установці, яка являла собою металеву ємність з діаметром 250 мм і висотою бортиків 40 мм. В ємність наливався шар води товщиною 10 мм, а поверх останнього – шар бензину А-80 такою ж товщиною (625 мл води і 625 мл бензину). Застосовувалися дві методики.

За першою з таких методик певна кількість засобу наносилася на поверхню шару бензину і за 1-2 хвилини пальне підпалювалося факелом. Визначався час існування полум'я і товщина шару пального, що залишилася.

За другою – шар пального спочатку підпалювався, після чого на поверхню за допомогою ковшика з довгою ручкою наносилася певна кількість засобу і визначалися час припинення горіння і залишок пального.

Для експериментальної перевірки було виготовлено 7 зразків запропонованого вогнегасного засобу з діамоній фосфатом, нанесеним на внутрішню поверхню вермікуліту різних фракцій (таблиця 1).

Таблиця 1 – Склад запропонованого засобу

№ зразка	Фракція вермікуліту	Вогнегасна сіль	Вміст спученого вермікуліту, мас. %	Вміст вогнегасної солі, мас. %
1	8 (4-5 мм)	Амоній фосфорнокислий двозаміщений	30,9	69,1
2	3 (2-3 мм)	-!/-	31,8	68,2
3	4 (3-4 мм)	-!/-	42,9	57,1
4	4 (3-4 мм)	-!/-	48,4	51,6
5	4 (3-4 мм)	-!/-	58,5	41,5
6	2 (1-2 мм)	-!/-	81,7	18,3
7	1 (0,5-1 мм)	-!/-	82,4	17,6

Результати проведених експериментів наведені в таблицях 2, 3. З таблиць видно, що співвідношення компонентів засобу впливають на експлуатаційні характеристики засобу, зокрема на мінімальну кількість засобу, необхідного для припинення горіння.

Оптимальний вміст адсорбованої солі (зразки 2,3,4,5) складає 18,3-68,2%, що вказує на те, що такий склад вогнегасного засобу має ефективну вогнегасну здатність та забезпечує низьку злежуваність при зберіганні.

Таблиця 2 – Випробування за методикою 1

№ зразка	Кількість засобу, кг/м ²	Шар палива до спалювання, мм	Час припинення горіння, хв	Шар палива після гасіння, мм
1	0,8	10	0,1	8
1	0,6	10	0,1	8
2	0,6	10	0,1	8
3	0,8	10	0,1	8
3	0,6	10	0,1	8
3	0,4	10	0,5	6
3	0,2	10	2,0	0
4	0,6	10	0,1	8
5	0,6	10	0,1	8
6	0,6	10	0,2	7
7	0,8	10	0,5	6
8	0,6	10	2,0	0

Таблиця 3 – Випробування за методикою 2

№ зразка	Кількість засобу, кг/м ²	Шар палива до спалювання, мм	Час припинення горіння, хв	Шар палива після гасіння, мм
1	0,8	10	0,3	5
1	0,6	10	0,3	5
2	0,6	10	0,3	5
3	0,8	10	0,3	5
3	0,6	10	0,3	5
3	0,4	10	0,7	3
3	0,2	10	2,0	0
4	0,6	10	0,3	5
5	0,6	10	0,3	5
6	0,6	10	0,7	3
7	0,8	10	1,0	1
8	0,6	10	2,0	0

Більша концентрація адсорбованої солі призводить до появи злежуваності засобу, внаслідок поступового «випотівання» солі на зовнішню поверхню вермікуліту.

Виробництво засобу з меншою концентрацією вогнегасної солі є недоцільним з огляду на зниження вогнегасної здатності.

Таким чином, розроблений вогнегасний засіб – спучений мінеральний носій, просочений вогнегасними солями – відзначається низькою злежуваністю при зберіганні без застосування спеціальних добавок, зменшенням кількості засобу, який при застосуванні

виноситься із зони горіння конвекційними потоками та здатністю засобу утримуватись на поверхні рідини при гасінні пожеж рідких матеріалів, що збільшує час інгібуючої дії засобу в зоні горіння і, до певної міри, зменшує поверхню випаровування рідини.

Виготовлення запропонованого засобу не вимагає дефіцитної сировини, що дозволяє впровадити його виробництво з низькою собівартістю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Nicolson P.C., Artman D.D. A technique for the evaluation of AFFF sealing characteristics // «Fire Technology», 1977, 13, №1, 13-20.
2. Klunik C.H. Has. AFFF agent come of age // Hydrocarbon Process, 1977, V56, N 9, p. 293-300 134/3-1).
3. А.с. 232761 СССР, Огнетушительное средство, публ. 07.05.1969.
4. Патент № 2216371 Российская Федерация, А62D1/00. Огнетушащий порошок и способ его получения.
5. Патент № 2170601 Российская Федерация, А62D1/00 Способ приготовления средства для тушения пожара и сорбирования нефтепродуктов.
6. Патент № 2263525 Российская Федерация, А62D1/00. Огнетушащее средство для тушения нефти и нефтепродуктов.
7. Єлагін Г.І., Палагін Р.А., Кришталь М.А., Кладько Д.А. Дослідження адсорбції вогнегасних солей внутрішньою поверхнею спученого вермікуліту. Матеріали V науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». Черкаси 2013 р., С. 195-196.