

УДК 614.841

*Кустов М.В., ад'юнкт, УЦЗУ,
Калугін В.Д., д-р хім. наук, проф., УЦЗУ*

ВИКОРИСТАННЯ ЕМУЛЬСІЙ З ЛЕГКОКИПЛЯЧИХ РІДИН У ВОДІ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

У статті зроблено аналіз використання при ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) існуючих гетерогенних сумішей – емульсій. Обґрунтована ефективність використання стабілізованих емульсій з легкокиплячих рідин у воді. Розглянуті напрямки підвищення ефективності використання емульсій для припинення горіння.

Постановка проблеми. Підвищення ефективності застосування води при ліквідації НС з загоряннями та викидами отруйних хімічних речовин за допомогою гетерогенних розчинів – емульсій, при використанні в якості дисперсної фази вуглеводнів та гологенвуглеводнів з температурою кипіння < 80 °С.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для зниження часу, необхідного для припинення горіння та охолодження розжарених поверхонь вогнегасними рідинами (ВР), існує декілька напрямків: зміна фізико-хімічних параметрів ВР за допомогою додавання до води добавок різної природи та концентрації [1]; подавання ВР струменем певної дисперсності [2, 3]; додавання до води речовин – інгібіторів горіння, які хімічно втручаються в процес гасіння і суттєво знижують час припинення горіння. Поєднання всіх зазначених вище напрямків можливе при використанні емульсій при ліквідації НС [4]. Однак на сьогодні встановити механізм впливу компонент емульсії (дисперсійного середовища, дисперсної фази, стабілізатору) на час гасіння та витрати ВР на ліквідацію НС не можливо, оскільки недостатньо вивчена залежність параметрів припинення горіння від складу та фізико-хімічних властивостей емульсій в умовах, максимально наближених до температури горіння вуглеводвмісних матеріалів (деревина, рідкі нафтопродукти та ін.).

Постановка задачі та її розв'язання. Як відомо, з підвищенням дисперсності розпилу водних струменів, внаслідок збільшення площі поверхні випаровування, підвищується охолоджуючий ефект води, тобто підвищується ефективність її вогнегасної

дії. Також дрібнодисперсна вода ефективно використовується для осадження продуктів горіння та отруйних хімічних речовин. Але, разом з тим, виникають труднощі щодо транспортування краплин дрібного розпилу до зони горіння. Дрібні краплини неможливо подати на великі відстані за рахунок опору повітря та велика кількість краплин відноситься від осередку конвективними потоками продуктів горіння. На сьогодні швидко розвивається розробка установок імпульсного розпилювання рідин. Однак конструкція таких пристроїв доволі складна, коштовна, а подавання вогнегасної речовини є переривчастим. Під час гасіння, зокрема легкозаймистих рідин (ЛЗР), за той термін, що потрібний для перезарядження, вогонь встигає знов набрати сили. Розпил рідини, який забезпечують стаціонарні установки, як правило, на відміну від імпульсних, не є настільки дрібним. Враховуючи вище сказане, в роботі пропонується отримання дрібнодисперсного потоку за рахунок нерозчинних у воді хімічних добавок.

Метою цієї статті є дослідження механізму припинення горіння в умовах НС, охолодження розжарених поверхонь та осадження продуктів горіння за рахунок використання гетерогенних розчинів – емульсій, а також виявлення залежностей між часом припинення горіння та складом емульсії.

Механізм дії емульсії полягає в тому, що при попаданні в зону горіння легкокипляча дисперсна фаза вскипає і розриває макрокаплю води. У такому випадку необхідна дисперсність водяного потоку (50-100мкм) досягається безпосередньо в зоні горіння. Це дозволяє подавати вогнегасну рідину із приладів пожежогасіння більш грубою дисперсністю, за рахунок чого можлива подача вогнегасної речовини на більш великі відстані та відсутня необхідність у використанні складного технічного обладнання при отриманні необхідної дисперсності. Також, при використанні емульсій, вирішується питання зменшення швидкості процесу коагуляції під час польоту дрібних крапель у потоці рідини за рахунок зустрічного потоку повітря та великого поверхневого натягу води.

В якості легкокиплячої складової емульсії, що пропонується для використання при ліквідації НС, виступають як вуглеводні – пентан, так і галогенвуглеводні – брометил. У випадку, якщо в якості дисперсної фази будуть виступати галогенвмісні вуглеводні, до механізму охолодження зони горіння додається ефект інгібування каталітичних центрів полум'я. Це суттєво підвищує ефективність гасіння, скорочуючи витрати вогнегасної речовини.

На сьогодні існує декілька робіт, в яких розглянуто використання брометилової емульсії для припинення горіння [5, 6]. В роботі [5] вогнегасна здатність емульсії визначалась на резервуарі з н-гептаном (діаметр 50 мм, висота 30 мм), результати експерименту представлені на рисунку 1.

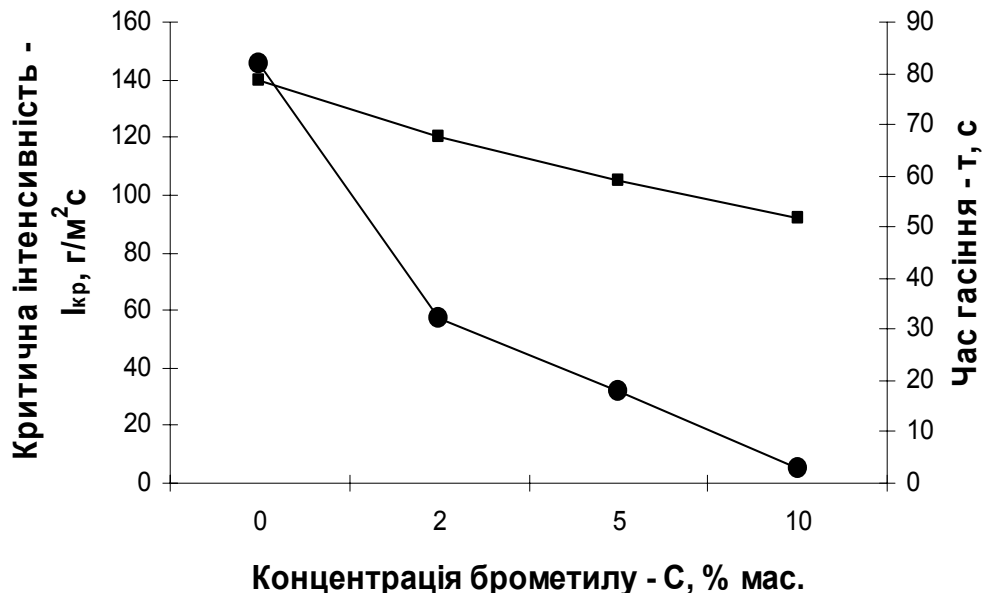


Рис. 1 – Залежність параметрів гасіння н-гептану ($I_{кр}$ та τ) від концентрації бром етилу (C) (час гасіння визначався при $I_{под}=130$ $г/м^2с$).

При додаванні невеликої кількості брометилових емульсій (до 2% мас.) час гасіння суттєво (\approx в 3 рази) знижується за рахунок ефекту інгібування. Однак в роботі [5] не розглядається питання зміни дисперсності потоку. Але дисперсність потоку у даному випадку можливо регулювати за рахунок зміни концентрації та розміру мікроглобул дисперсної фази емульсії. Оптимальна дисперсність потоку вогнегасної рідини залежить від умов гасіння, коли при охолодженні лише зони горіння (гасіння осередків пожеж класу С та деяких твердих горючих матеріалів) оптимальний діаметр крапель складає ≈ 100 мкм, при охолодженні поверхні горючого матеріалу (пожежі класу А та В) середній діаметр крапель повинен знаходитись в межах 150-200 мкм. Слід зазначити при цьому, що емульсії брометилових емульсій у воді нестабільні, тому зберігання та транспортування їх до місця виникнення НС без стабілізаторів неможливо.

У роботі [6] пропонується додавання стабілізатору – піноутворювача ПО-ЗА та неонулу. При попаданні такого розчину в зону горіння утворюється піна середньої кратності. Результати експериментів зі складом, що пропонується, надані на рис. 2, 3.

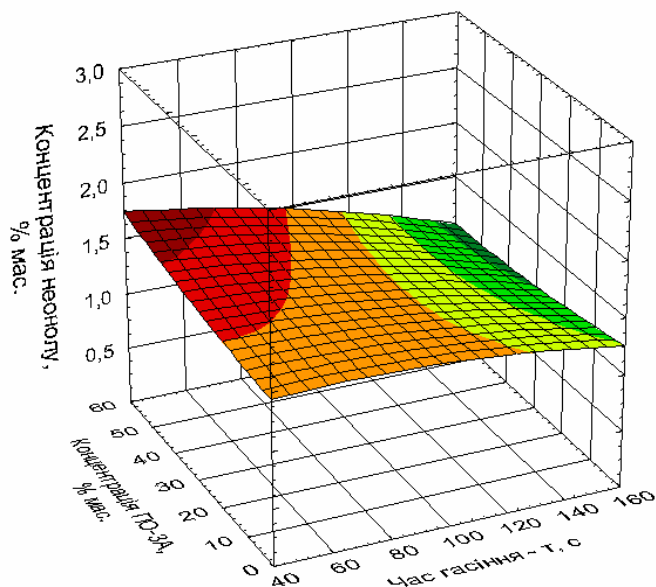


Рис. 2 – Залежність часу гасіння брометиловою емульсією від концентрації компонентів при постійній концентрації брометилу – 17,2 % мас. Клас осередку пожежі – 13 В

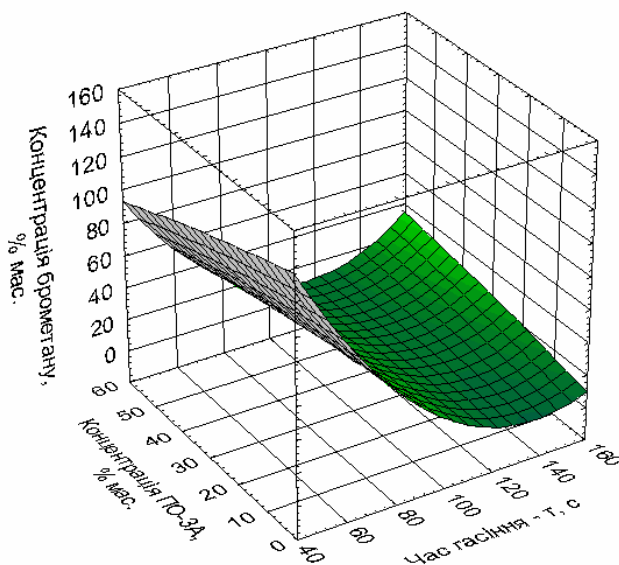


Рис. 3 – Залежність часу гасіння брометиловою емульсією від концентрації компонентів при постійній концентрації неонулу – 1,3 % мас. Клас осередку пожежі – 13 В

Використання емульсій з легкокиплячих рідин у воді при ліквідації надзвичайних ситуацій

З аналізу рис. 2, 3 можна зробити висновок, що на ефективність гасіння емульсією суттєво впливає лише концентрація галогенвуглеводню, тоді як зміна концентрації піноутворювача на час гасіння практично ніякого впливу не має. Недоліком цього складу є використання великих концентрацій добавок, що досить важливо при використанні брометилу, так як він має токсичний вплив на людину. Внаслідок цього в якості легкокиплячих рідин пропонується використання фторвмісних вуглеводнів (на прикладі перфтогексану), так як вони не мають озоноруйнуючої дії та практично нетоксичні для людини.

Враховуючи зазначене вище, можна зробити висновок, що перспективним є розробка стабілізованих вогнегасних емульсій з легкокиплячих рідин у воді, які покращують дисперсність потоку.

Емульсія з рідких вуглеводнів та галогенвуглеводнів у воді нестабільна, тобто її «час життя» дуже малий. Найбільш ефективними стабілізаторами є високомолекулярні сполуки. Внаслідок більшої кількості гідрофільних та гідрофобних груп кожна молекула адсорбується на поверхні крапель легкокиплячих рідин в багатьох точках та міцно утримується. Оптимальна концентрація дисперсної фази для використання емульсій у пожежній справі складає до 20% мас. Такі емульсії є ненасиченими, тому їх в'язкість (η) та поверхневий натяг (σ) будуть взагалі визначатися фізико-хімічними властивостями неперервної фази – води на межі поділу тверде/рідина [7]. Однак практично всі стабілізуючі речовини розчинні у воді, тому слід враховувати вплив природи та концентрації стабілізуючих речовин на фізико-хімічні властивості емульсії. При використанні в якості стабілізуючої речовини поліоксу або метилцелюлози, які є високомолекулярними сполуками, паралельно із стабілізацією емульсії буде підвищуватися її в'язкість.

На вогнегасну властивість емульсій, так само як і на вогнегасну властивість істинних розчинів, впливає не тільки в'язкість, а і поверхневий натяг. Для зменшення поверхневого натягу пропонується додавання до емульсій катіоноактивних фторвуглеводневих поверхнево-активних речовин (КФПАР). Добавки КФПАР, окрім зниження поверхневого натягу, беруть участь у стабілізації емульсії. За рахунок цього паралельно з координацією фізико-хімічних властивостей емульсії можливе зменшення концентрації полімерних добавок. Це є актуальним, так як використання добавок з концентрацією вище критичної концентрації міцелутворення (ККМ) суттєво погіршує ефективність вогнегасних рідин.

Висновки. У статті показані напрямки підвищення ефективності емульсій на основі води при ліквідації НС за рахунок зміни концентрації компонентів суміші. Визначена необхідність додавання стабілізуючих речовин з метою підвищення стійкості емульсій. Для стабілізації емульсії запропоновано використання комбінованих добавок з полімерної речовини та катіоноактивних фторвмісних поверхнево-активних речовин (КФПАР), що дозволяє уникнути досягнення емульсією критичної концентрації міцелутворення (ККМ). В якості дисперсної фази запропоновано використання фторвуглеводнів, так як вони нерозчинні у воді та не мають токсичної дії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вогнегасні речовини. Посібник / А.В. Антонов, В.О. Боровиков, В.П. Орел, В.М. Жартовский, В.В. Ковалишин // Київ: Пожінформтехніка, 2004. – 176с.
2. Абрамов Ю.А., Росоха В.Е., Шаповалов Е.А. Моделирование процессов в пожарных стволах. – Харьков: Фолио, 2001 – 195с.
3. Тарахно О.В., Кустов М.В. Визначення необхідної дисперсності краплинного потоку води залежно від умов горіння горючих рідин // Проблемы пожарной безопасности. - Харьков: АГЗУ, 2006. - Выпуск 19. – С. 149 - 153.
4. Тарахно О.В., Кустов М.В. Застосування хімічної модифікації води для отримання водяного потоку певної дисперсності // Проблемы пожарной безопасности. - Харьков: УГЗУ, 2006. - Выпуск 20. – С. 210 - 213.
5. Огнетушащая способность эмульсии воды с низкокипящей водонерастворимой добавкой / Панин Е.Н., Ройко В.М., Козлов В.А.// Пожаротушение: Сб. науч. тр. М.: ВНИИПО, 1983. - С. 112-117.
6. А.с. № 1373406 «Огнетушащая композиция и способ её приготовления», 15.02.88. Бюл. №6.
7. Клейтон В. Эмульсии. Теория и техническое применение. – М.: Изд-во иностр. лит., 1950. – 412 с.