

УДК 622.232

Дослідження дії домішок, що впливають на водостійкість водомістких вибухових речовин найпростішого складу

Резніченко Д. О.^{1,*}, Манжос Ю. В.², Праздникова Т. М.¹

¹ ДонНТУ, Донецьк, Україна

² МакНДІ, Макіївка, Україна

Поступила в редакцію 15.12.08, принята к печати 02.11.09.

Анотация

В даній роботі здійснюється дослідження впливу поліакріламід та натрійкарбоксиметилцелюлози на водостійкість концентрованого розчину окислювача (аміачної селітри), та цього розчину у поєднанні з розчинною пальною домішкою (сахарозою). Вивчена дія поперечних зшивок на отримані суміші. Виявлені оптимальні концентрації досліджуваних згущувачів та зшивок, досліджено їх дію на водостійкість складів, в яких вони використовуються. Всі компоненти перевірено на сумісність, встановлено їх вплив на кристалізацію аміачної селітри з розчину при температурі, нижчій за стандартну.

Ключові слова: поліакріламід, натрійкарбоксиметилцелюлоза, водостійкість, вибухова речовина.

Більшість корисних копалин видобуваються за допомогою енергії вибухового перетворення. Кліматичні та геологічні особливості місцевостей України, Росії та інших європейських країн зумовили той факт, що більшість вибухових робіт проводиться в обводнених умовах. Сучасні тенденції свідчать, що споживачі та виробники ВР все більше відмовляються від тротиломістких вибухових речовин та віддають перевагу найпростішим гранульованим та водомістким складам без бризантних сенсibilізаторів з високим рівнем водостійкості. Тому важливим є вивчення дії домішок, що впливають на водостійкість найпростіших вибухових складів.

Отже, мета данної дослідницької роботи: підібрати компоненти, що впливають на водостійкість, та дослідити їхню дію у складі найпростіших вибухових речовин, перевіривши сумісність зі складовими речовинами ВР.

Проаналізувавши світовий досвід було виявлено, що серед найрозповсюдженіших компонентів, які впливають на водостійкість ВР, використовують наступні речовини: солі карбоксиметилцелюлози, поліакріламід, гуаргам, крохмаль. Гуаргам є закордонною речовиною, що виготовляють з помолу плодів тропічних рослин, тому має високу вартість. Солі карбоксиметилцелюлози, поліакріламід та крохмаль є відчизняними речовинами і мають набагато меншу вартість, ніж гуаргам. Тому для досліджень були обрані поліакріламід (ПАА) та натрій карбоксиметилцелюлоза (Na КМЦ).

Карбоксиметилцелюлоза (КМЦ) є простим ефіром целюлози та гліколевої кислоти. Вона утворюється у вигляді натрової солі (Na КМЦ) при взаємодії лугової целюлози з монохлоруксусною кислотою або її натровою сіллю:



КМЦ вміщує від 0.5 до 1.2 карбоксиметильних груп на одну елементарну ланку макроіалекули целюлози. Від числа таких груп (ступеня заміщення) залежить здатність її солей розчинятися у воді та насиченому розчині аміачної селітри. При розчиненні утворюються

* E-mail: DenRez-ko@yandex.ru

в'язкі гелі, що структуруються (зшиваються) невеликими домішками деяких солей тривалентних металів, отримуючи здатність розбавлятися водою (при відсутності механічного перемішування) [1].

Поліакриламід (ПАА) – загальна назва групи полімерів і сополімерів на основі акриламідів і його похідних. Загальна формула $(-CH_2CHCONH_2-)_n$.

Основним методом синтезу полімерів на основі акриламідів (АА) та інших ненасичених амідів є радикальна полімеризація, яку можна проводити всіма відомими способами: у масі кристалічних і розплавлених мономерів, в розчині, емульсії і суспензії. Кожен із способів має свої особливості, що обумовлюють властивості полімерів і техніко-економічні показники виробництва [2]. За даними З.Г. Позднякова та Б.Д. Росі поліакриламід є гарним згущувачем для отримання гелеподібних висоководостійких розчинонаповнених ВР [1].

Дію обраних речовин було вирішено досліджувати на концентрованому розчині окислювача, у якості якого використали аміачну селітру (АС). Концентрація АС складає 64 %, тобто на 100 г води розчинюється 178 г селітри, що відповідає максимальній розчинності даного окислювача при 20 °С.

До певного об'єму розчину окислювача додавалися наважки досліджуємих речовин, починаючи з 1 г та збільшуючи крок на один грам. Для отриманих сумішей було визначено густину шляхом зважування досліджуваної речовини у ємкості з відомими фіксованими масою та об'ємом. Щільність визначалася як відношення різниці мас між повною (з трикомпонентною сумішшю) та пустою ємкістю до об'єму даної ємкості. Визначення в'язкості здійснювалося за допомогою методу Хеплера, але для розчину, згущеного ПАА, даний метод не підійшов. Тому результати по в'язкості приводитися не будуть. Експериментальні дані по дослідженню дії ПАА та Na КМЦ на розчин окислювача наведені в таблиці 1.

Табл.1. Експериментальні дані по дослідженню дії ПАА та Na КМЦ на розчин окислювача

| V розчину окислювача, мл | Маса домішки, г | Концентрація домішки, % | Щільність суміші, г/см ³ | | Результати спостережень за сумішами | |
|--------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------------|----------|---|---|
| | | | з ПАА | з Na КМЦ | з ПАА | з Na КМЦ |
| 50 | 1 | 1.96 | 1.287 | 1.288 | Розчин набув гелеподібної структури. | Суміш доволі рідка |
| 50 | 2 | 3.85 | 1.289 | 1.29 | В'язкість гелю зростає. | Після охолодження до 20 °С стає гелеподібною, в'язкість зростає |
| 50 | 3 | 5.66 | 1.292 | 1.293 | Розчин став ще більш густим, майже не тече. | В'язкість суміші зростає |
| 50 | 4 | 7.4 | 1.296 | 1.297 | Розчин втратив здатність текти | Склад став ще більш густим, але здатен текти |

Проведені експерименти та спостереження за отриманими складами виявили, що ПАА має кращу згущувальну здатність, ніж Na КМЦ; для того, щоб розчин втратив здатність текти необхідно додати 5.6 % поліакриламідів, а карбоксиметилцелюлози – 7.4 %. Зображення цих складів під мікроскопом свідчить про досить різну структуру розчинів (рис. 1).



а)



б)

Рис. 1. Зображення трикомпонентних сумішей під мікроскопом: а – суміш з ПАА; б – суміш з Na КМЦ.

Для кращого дослідження структуруючих властивостей вивчаємих домішок був приготований розчин окислювача з розчинним палим компонентом (сахарозою). Згущення однієї порції розчину здійснювалося шляхом додавання 2.7 % ПАА, другої порції – додаванням 5.4 % Na КМЦ. Попередньо склади сумішей були математично розраховані на нульовий кисневий баланс.

Отримані суміші мають приблизно однакову консистенцію, але склад із поліакріламідом є більш клейким та тягучим. Дані суміші перевірили на водостійкість шляхом поміщення їх певної маси в ємність під шар води об'ємом 150 мл. Через 24 години після злиття води остаточної маси сумішей зважили і отримали, що втрита маси суміші, згущеною Na КМЦ, склала 6.4 %, а суміші, згущеною ПАА – 5.6 %.

Слід відмітити, що чотирьохкомпонентний склад із поліакріламідом після інтенсивного перемішування насичується великою кількістю бульбашок повітря, які знаходяться у шарі розчину протягом кількох годин. Це повітря можна використати як сенсibilізатор у ВР на основі даного складу.

Для підвищення водостійкості сумішей, згущеними досліджуваними речовинами, можна додавати до їх складу так звані поперечні зшивки. Серед домішок, що мають властивості зшивки, найбільш розповиреними є алюмокалієві ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) та хромокалієві ($Cr_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24 H_2O$) квасці, перхлорат калію ($K_2Cr_2O_7$), бура ($Na_2B_4O_7$). Зважаючи на те, що оксиди хрому дуже шкідливі, вибір був зупинений на алюмокалієвих квасцях та бурі.

Дослідження дії зшивок проводилося на отриманих чотирьохкомпонентних сумішах: АС-сахароза- Na КМЦ-вода та АС-сахароза- ПАА-вода. Від цих сумішей відбиралися об'єми по 10 мл та до них додавалися певні маси зшивок. Дані по цьому дослідженню наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 Експериментальні дані по зшиванню чотирьохкомпонентних сумішей

| Назва зшивки | Концентрація зшивки, % | Об'єм чотирьохкомпонентної суміші, мл | Аналіз дії зшивки | |
|----------------------------|------------------------|---------------------------------------|---|---|
| | | | На суміш з Na КМЦ | На суміш з ПАА |
| $Na_2B_4O_7$ | 9 | 10 | Зшивання не відбулося, з'явився запах аміаку. | |
| $Na_2B_4O_7$ | 16.7 | 10 | Зшивання не відбулося, знов виділяється аміак. | |
| $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ | 3.76 | 10 | Зшивання відбулося окремими частинками. | Зшивання почало спостерігатися під час охолодження суміші; склад став тягучим, пластичним. |
| $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ | 9.1 | 10 | Спостерігається незначне зшивання певної частини суміші. | Зшивання відбулося подібним чином протягом 15 хвилин; суміш стала пластичною, більш пружною. |
| $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ | 16.7 | 10 | Маса стала більш густою та зв'язаною. | Зшивання відбулося також добре, суміш отримала пластичні властивості і стала подібна резині. |
| $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ | 23.1 | 10 | Склад загустів, став монолітним, але не-пластичним (крихким). | Зшивання відбулося подібним чином, суміш стала ще більш густою, більш пластичною (щільна резина). |

Проведені експерименти та спостереження за результатами свідчать про те, що бура у концентрованому розчині АС вступає з нею у хімічну реакцію з виділенням аміака. Щодо квасців, то їх взаємодія з акріламідом та карбоксиметилцелюлозою зовсім різна. Суміш, згущена Na КМЦ, повністю піддається зшиванню при концентрації квасців 23.1 %, але суміш є крихкою, при натисканні виділяються рідини. Суміш, згущена ПАА, піддається зшиванню вже

при концентрації квасців 3.76 % і після зшивання набуває пластичних властивостей. Збільшення концентрації зшивки сприяє ущільненню маси та підвищенню пластичності. Мікроструктури зшитих сумішей наведені на рисунку 2.

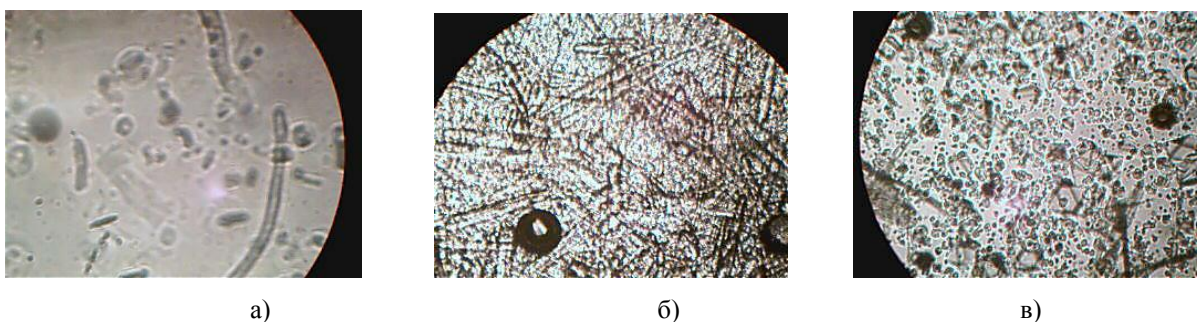


Рисунок 2 – Зображення зшитих сумішей під мікроскопом: а – суміш АС-сахароза- На КМЦ-вода-бура; б – суміш АС-сахароза- На КМЦ-вода-квасці; в – суміш АС-сахароза- ПАА-вода-квасці.

На водостійкість було перевірено склад АС-сахароза- ПАА-вода з концентрацією зшивки 3.76 %. Після перебування під шаром води протягом 24 годин спостерігалось збільшення маси досліджуваної суміші на 3.84 %, тоб-то склад не розчинився, а навпаки поглинув воду.

Спостереження за всіма сумішами протягом чотирьох місяців виявили, що використовувані складові компоненти є хімічно сумісними, окрім зшивки бури. При зниженні температури оточуючого середовища до 17 °С спостерігалася кристалізація АС в усіх складах, кристали селітри відрізняються розмірами та структурою. Вплив кристалізації окислювача на вибухові властивості у складах водомістких вибухових речовин досі не досліджено.

Висновки.

- натрійкарбоксіметилцелюлоза та поліакріламід є гарними згущувачами концентрованого розчину аміачної селітри, але ПАА проявляє кращі властивості структурізатора та надає більшу водостійкість згущеним сумішам;
- найкращими зшивальними властивостями для розчинів АС з розчинною пальною домішкою, згущених ПАА або На КМЦ, володіють алюмокалієві квасці, але поперечне зшивання, що супроводжується наданням пластичності, спостерігається тільки у поєднанні з акріламідом;
- суміш АС-сахароза- ПАА-вода-квасці не розчиняється у воді, а поглинає її;
- аміачна селітра, поліакріламід, натрійкарбоксіметилцелюлоза, сахароза та алюмокалієві квасці є сумісними компонентами, що не вступають один із одним у хімічну взаємодію;
- ПАА, На КМЦ, сахароза та квасці не впливають на зміну температури кристалізації АС, а впливають на структуру кристалів.

Бібліографічний список

1. Поздняков З.Г., Росси Б.Д.. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания. Изд. 2, перераб. и доп. М., «Недра», 1977, 253 с.
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

© Резніченко Д. О., Манжос Ю. В., Праздникова Т. М., 2010.

Аннотация

В данной работе проводится исследование влияния полиакриламида и натрийкарбоксіметилцелюлозы на водостойкость концентрированного раствора окислителя. Определены оптимальные концентрации и их влияние на водостойкость составов.

Ключові слова: полиакриламид, натрийкарбоксіметилцелюлоза, водостойкость.

Abstract

Influence research of polyacrylamide and sodiumcarboksimeylcellulose on water resistance of concentrated oxidizer solution are carried out. Optimum concentration and their influence on water resistance of structures are defined.

Keywords: polyacrylamide, sodiumcarboksimeylcellulose, water resistance