

3. «Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій», введенное в действие приказом Минохраны труда № 112 от 17.06.1999 г.
4. «Пожарная автоматика»: ДБН В.2.5-13-98
5. «Провести дослідження, розробити методи виявлення процесів самонагрівання рослинної сировини у сховищах силосного типу та розробити пропозиції щодо шляхів їх припинення». Отчет о НИР / УкрНИИПБ МВД Украины. - № ГР 0199003335, Инв. № 12 - К.-1998.

С.Д. Муравйов, к.т.н, с.н.с., О.В. Бабіч

ТРИЄДИНЕ ЗАВДАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЗЕРНОВОЇ ІНДУСТРІЇ

Розглянуті напрямки реалізації Державної програми щодо забезпечення безпеки підприємств зберігання і переробки продукції рослинного походження

Ключові слова: аварія, безпека виробництва, ліквідація, локалізація, система

S.D. Muravyov, Candidate of Science (Engineering), Senior researcher, A.V. Babich

TRIUNE TASK OF PROVIDING SAFETY FOR GRAIN INDUSTRY ENTERPRISES

The article deals with the ways of implementation of the State Program for providing safety conditions at enterprises for storage and processing of vegetation products.

Key words: emergency, safety of production, liquidation, localization, system

УДК 614.842

Д.Г. Білкун, канд. хім. наук, ст. наук. співр., В.О. Боровиков, канд. техн. наук, ст. наук. співр., Т.М. Скоробагатько, В.О. Ченовський (Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС України)

ПРОБЛЕМИ ПОШУКУ ЕФЕКТИВНИХ ЗАСОБІВ ГАСІННЯ БІОБЕНЗИНУ

Проведено дослідження з метою порівняння процесів гасіння бензину автомобільного марки "А-92" і біобензину марок "Біо-100" та "Біо-96" піною середньої кратності, генерованою з робочого розчину піноутворювача загального призначення для гасіння пожеж "ПО-ЗНП", а також піною низької кратності, генерованою з робочого розчину "спиртостійкого" піноутворювача спеціального призначення для гасіння пожеж "S.F.P.M. 6/6". Встановлено більшу складність гасіння біобензину порівняно з гасінням традиційного нафтового пального, а також обґрунтовано перспективні напрями подальших досліджень процесів його горіння та гасіння

Ключові слова: моторне пальне, біобензин, хімічний склад, показники пожежовибухонебезпеки, гасіння, піна

Поступове вичерпання запасів викопних природних енергоносіїв (нафти, газу, вугілля тощо) зумовлює необхідність пошуку альтернативних шляхів енергозабезпечення, а також умов їх найбільш ефективного використання. Одним з них є одержання енергії шляхом спалювання біопалива. Розрізняють тверде (дрова, солома тощо), рідке (наприклад, етанол, метанол, біодизель) та газоподібне біопаливо (біогаз, водень і деякі інші гази). Про необхідність розвитку виробництва різних видів біопалива та використання інших

альтернативних джерел енергії в Україні йдеться у нормативно-правових актах [1-3]. Перспективність розвитку виробництва біопалива зумовлена наявністю у державі великої кількості відходів рослинного та антропогенного походження (у т. ч. побутового сміття), які є потенційними джерелами енергії, а також можливістю одержання достатньо високих врожаїв відповідних сільськогосподарських культур.

Серед багатьох різновидів біопалива є такі, що використовуються для живлення двигунів внутрішнього згоряння. До них належать насамперед деякі зневоднені нижчі жирні спирти (як правило, неочищені від решти технологічних домішок), дизельне біопаливо, а також так званий біобензин. Біобензин являє собою суміш, яка складається з біоетанолу, "легких фракцій" бензину (точніше, легких вуглеводнів різної хімічної природи, які входять до складу моторного пального), метил-трет-бутилового ефіру, а також антикорозійних та мийних (очищувальних) добавок. Частка вуглеводнів з низькими температурами кипіння у біобензині близька до 40 %, а частка метил-трет-бутилового ефіру – до 5 %. Залежно від октанового числа, розрізняють біобензин марок "Біо-96", "Біо-100" тощо, причому підвищення октанового числа досягається насамперед завдяки збільшенню вмісту у пальному біоетанолу (зневодненого етилового спирту, неочищеного від решти технологічних домішок). Його частка у біобензині може сягати 50...60 %.

На сьогодні в Україні відсутні загальнодержавні нормативні документи, які встановлюють вимоги до біобензину. Проте, за наявною інформацією, одним з вітчизняних підприємств розроблено технічні умови на цю продукцію ТУ У 24.6-33616799-001:2006. У таблиці 1 наведено інформацію про окремі нормовані показники якості біобензину у порівнянні з традиційним автомобільним бензином. Слід зазначити, що неетилований автомобільний бензин марок "А-76", "А-80", "А-92" та "А-98", який на сьогодні виробляється і використовується в Україні, за хімічним складом суттєво відрізняється від етилованого автомобільного бензину різних марок, який вироблявся і використовувався раніше (10-20 років тому і більше). Зокрема, чинний раніше стандарт на автомобільний бензин [5] навіть не нормував вміст кисневмісних сполук, які у той час не використовували як антидетонатори (таблиця 1).

Очевидно, що такі суттєві зміни хімічного складу бензину повинні призвести до зміни характеру взаємодії вогнегасних речовин з полум'ям під час його гасіння. Вірогідно, нормативна інтенсивність подавання робочих розчинів піноутворювачів під час гасіння бензину з полярними добавками (спиртами, простими і складними ефірами) піною повинна бути вищою, ніж під час гасіння бензину без таких добавок. Цілком очевидно, що успішне гасіння біобензину, який містить понад 50 % полярних рідин, за нормативами, які стосуються гасіння традиційного автомобільного бензину, навряд чи можливе. Це означає, що існуючі нормативні документи, які містять відповідну інформацію, потребують коригування у частині уточнення нормативної інтенсивності і тривалості подавання вогнегасних речовин на гасіння.

Таке припущення підтверджується даними зарубіжних дослідників і нормативних документів. Зокрема, відомо [6-10], що так зване сумішеве пальне (тобто нафтове пальне з полярними добавками-антидетонаторами) погасити піною набагато важче, ніж традиційне нафтове пальне, навіть у разі використання піноутворювачів, придатних для гасіння полярних горючих рідин. Стандарт на стаціонарні системи пожежогасіння горючих рідин піною низької кратності [11] регламентує підвищення нормативної інтенсивності подавання робочих розчинів піноутворювачів на 25 % у разі вмісту нижчих спиртів у пальному (так званих газохолах) понад 10 %. Необхідність підвищення нормативної інтенсивності подавання робочих розчинів піноутворювачів зі збільшенням вмісту полярних добавок у пальному зумовлена здатністю полярних горючих (легкозаймистих) рідин інтенсивно руйнувати піну під час контакту з нею. Також відомо, що гасіння багатьох полярних горючих рідин із застосуванням піноутворювачів, які не містять добавок тиксотропних полісахаридів, практично неможливе або досягається тільки після їх попереднього розведення водою до певної концентрації (якщо горюча рідина має достатню розчинність у воді).

Окремі показники якості бензину автомобільного та біобензину

Найменування показника якості, розмірність	Нормоване значення		
	для бензину автомобільного		для біобензину (відповідно до ТУ У 24.6-33616799-001)
	відповідно до [4]	відповідно до [5]	
Температура початку перегонки, °С, не нижче	30	35	30
10 % пального переганяється за температури, °С, не вище	75	70	65
50 % пального переганяється за температури, °С, не вище	120	115	80
90 % пального переганяється за температури, °С, не вище	190	180	110
кінець кипіння, °С, не вище	215	205	180
Сумарний вміст ароматичних вуглеводнів, %, не більше	42...48 залежно від марки	не нормовано	10...15 залежно від марки
Об'ємна частка біоетанолу, %, не менше	не нормовано	не нормовано	51...53 залежно від марки
Масова частка кисневмісних сполук, %, не більше:			
- метанолу	10	не нормовано	не нормовано
- етанолу	7		
- ізопропанолу	15		
- ізобутанолу	10		
- трет-бутанолу	3		
- простих ефірів	5		
- інших кисневмісних сполук з температурою кипіння не вище ніж 210 °С	10		

Як видно з таблиці 1, біобензин має вужчі межі википання, містить більше компонентів з порівняно низькими температурами кипіння, ніж традиційний автомобільний бензин, а також менше ароматичних вуглеводнів. Очевидно, що за показниками температури спалаху, займання і самозаймання він має бути більш безпечним, ніж автомобільний бензин, виготовлений за традиційними технологіями. Крім того, вміст полярних легкозаймистих речовин (насамперед біоетанолу) набагато вищий, ніж у традиційному бензині, і близький до 60 %.

Враховуючи викладене, для обґрунтування способів гасіння пального, яке містить значні кількості полярних добавок (зокрема, біобензину) і нормованих параметрів подавання вогнегасних речовин на його гасіння необхідні відповідні експериментальні дані.

Досліди з гасіння піною середньої кратності проводили з використанням піноутворювача загального призначення "ПО-ЗНП" (Росія). Процеси взаємодії піни середньої кратності з полум'ям під час гасіння досліджували за Методикою №2000/2-ПУ-10 УкрНДІПБ. Вона передбачає визначення тривалості гасіння макетних вогнищ пожежі циліндричної форми за фіксованої витрати водного розчину піноутворювача і повітря, за яких забезпечується одержання піни з кратністю близько 100.

Інтенсивність подавання водного розчину піноутворювача під час гасіння розраховували за формулою (1), критичну інтенсивність його подавання – за формулою (2):

$$I = \frac{q}{S} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{q}{d^2} = 1,27 \cdot \frac{q}{d^2}, \quad (1)$$

де q – витрата водного розчину піноутворювача, $\text{дм}^3/\text{с}$;
 S – площа поверхні макетного вогнища пожежі, дм^2 ;
 d – діаметр макетного вогнища пожежі, дм .

$$I_{\text{кр}} = \frac{I_1 + I_2}{2} = 0,64 \cdot q \cdot \left(\frac{1}{d_1^2} + \frac{1}{d_2^2} \right), \quad (2)$$

де I_1 – інтенсивність подавання водного розчину піноутворювача, за якої гасіння макетного вогнища пожежі настає не більше ніж за 300 с, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;
 I_2 – інтенсивність подавання водного розчину піноутворювача, за якої гасіння макетного вогнища пожежі не настає або настає у проміжок часу понад 300 с, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;
 d_1 – діаметр макетного вогнища, у яке водний розчин піноутворювача подається з інтенсивністю I_1 , дм ;
 d_2 – діаметр макетного вогнища, у яке водний розчин піноутворювача подається з інтенсивністю I_2 , дм .

Досліди з гасіння піною низької кратності проводили з використанням піноутворювача спеціального призначення для гасіння пожеж “S.F.P.M. 6/6” виробництва фірми “Eau et Feu S. A.” (Франція), придатного для гасіння як неполярних, так і полярних горючих рідин. Процеси взаємодії піни низької кратності з полум’ям під час гасіння досліджуваних рідин проводили згідно з Методикою №64 УкрНДПБ. Вона передбачає визначення тривалості гасіння і проміжку часу до повторного займання макетних вогнищ пожежі циліндричної форми (для піноутворювачів спеціального призначення). Результат гасіння вважається позитивним, якщо припинення горіння макетного вогнища пожежі досягнуто під час подавання піни або сталося протягом (300 ± 5) с після завершення її подавання, а проміжок часу до повторного займання перевищує 60 с. Піну подавали “жорстким” способом у центральну частину макетного вогнища пожежі. Інтенсивність подавання робочого розчину піноутворювача під час гасіння розраховували за формулою (1), а критичну інтенсивність – за формулою (2). Згідно з цією методикою, для прийняття рішення про позитивний (негативний) результат гасіння керуються щойно названими критеріями.

Під час порівняння вогнегасної ефективності піни низької та середньої кратності використовували бензин автомобільний марки “А-92”, згідно з ДСТУ 4063 [4], виробництва ВАТ “Лукойл – Одеський НПЗ” (Україна) і біобензин двох марок (“Біо-96” та “Біо-100”) виробництва фірми “Ecoenergie V. L. S. R. L.” (Молдова). Під час дослідів порівнювали тривалість гасіння і проміжок часу до повторного займання макетних вогнищ пожежі у разі використання двох видів пального.

Результати досліджень з гасіння легкозаймистих рідин піною середньої та низької кратності наведено у таблицях 2 і 3 відповідно.

Як видно з одержаних результатів, піна середньої та низької кратності, генерована з робочих розчинів піноутворювачів загального та спеціального призначення, ефективно гасить неетилований автомобільний бензин. Під час проведення дослідів з його використанням невідомих особливостей гасіння горючих рідин виявлено не було. Інший характер мають процеси гасіння біобензину. Так, накопичення піни на поверхні біобензину обох марок, а також їх суміші відбувається тільки після завершення певного проміжку часу, у той час як на початкових стадіях гасіння відбувається швидке руйнування усього об’єму поданої піни. Можливою причиною цього явища є інтенсивна взаємодія компонентів пального з піною та подальше збіднення пального на полярні компоненти, тобто, насамперед, зниження вмісту етилового спирту у біобензині у процесі його горіння. Таке явище можливе,

якщо швидкість вигорання етанолу, який міститься у суміші, суттєво перевищує швидкість вигорання його неполярних складових.

Вірогідно, початок процесу накопичення (утворення щільного шару) піни низької кратності на палаючій поверхні через більший, ніж у разі подавання піни середньої кратності, проміжок часу, пояснюється більшою швидкістю руху піни низької кратності під час її стикання з паливом, а також її більшою густиною і, відповідно, зануренням у полярну легкозаймисту рідину на більшу глибину. З цієї причини більш інтенсивне руйнування піни може відбуватися навіть за меншого вмісту полярних компонентів у рідині незважаючи на те, що використаний піноутворювач є “спиртостійким”.

Швидко руйнування піни, генерованої з робочого розчину піноутворювача, придатного для гасіння як неполярних, так і полярних горючих (легкозаймистих) рідин на поверхні палаючого біобензину свідчить про те, що піну на його гасіння слід подавати “м’яким” способом. Очевидно, зниження швидкості стикання піни з полярною рідиною призведе до значного уповільнення процесів її руйнування і, як наслідок, суттєвого підвищення вогнегасної ефективності [8-15].

Таким чином, результати проведених досліджень підтверджують припущення про ускладненість гасіння піною біобензину порівняно з випадком гасіння нею автомобільного бензину традиційних марок. Швидко руйнування піни і суттєве підвищення критичної інтенсивності подавання робочих розчинів відбувається навіть у разі застосування “спиртостійкого” піноутворювача. Вочевидь, подавання піни “м’яким” способом дасть змогу підвищити ефективність гасіння пального, як і у випадку гасіння полярних горючих рідин [9-15]. Разом з тим, перевірка правильності зробленого припущення про вірогідну причину уповільнення процесів руйнування піни у процесі гасіння біобензину потребує проведення додаткових експериментальних досліджень, у тому числі визначення залежності вмісту етилового спирту у сумішевому пальному від тривалості його вільного горіння.

Обґрунтування можливості та умов застосування піноутворювачів загального та спеціального призначення (у тому числі тих, які призначено для гасіння насамперед неполярних горючих рідин) для гасіння біобензину та інших видів сумішевого пального, можливості та умов застосування з цією метою інших видів вогнегасних речовин, а також нормативних параметрів їх подавання на гасіння таких горючих рідин також потребує проведення всебічних досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Закон України “Про альтернативні види рідкого та газового палива”, затверджений Постановою Верховної Ради України від 14 січня 2000 р. №1391-XIV.
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 28 грудня 2005 р. №576-р “Про схвалення Концепції Програми розвитку виробництва дизельного біопалива на період до 2010 року”.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 22 грудня 2006 р. №1774 “Про затвердження Програми розвитку виробництва дизельного біопалива”.
4. Бензини автомобільні. Технічні умови: ДСТУ 4063-2001.
5. Бензины автомобильные. Технические условия: ГОСТ 2084-77.
6. Применение пены для тушения пожаров органических жидкостей: Справочное пособие. – М.: МВД РФ, ГУГПС МВД РФ, ВНИИПО МВД РФ, 1995. – 99 с.
7. Безродный И.Ф. Тушение пожаров в резервуарных парках за рубежом / И. Ф.Безродный, А.Н. Корневский, А.Н. Корневская // Обзорная информ. – М.: ГИЦ МВД СССР, 1990. – 23 с.
8. Корольченко А.Я. Тушение смесевых топлив фторсодержащими пенообразователями / А.Я. Корольченко, С.А. Шароварников // Транспорт и хранение нефтепродуктов. – М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1996. – Вып. 8-9. – С. 14-17.

9. Шароварников С.А. Тушение смесового топлива пеной с полимерным компонентом / С.А. Шароварников // Транспорт и хранение нефтепродуктов. – М.: ЦНИИТЭНефтехим, 1999. – Вып. 7. – С. 14-16.
10. Шароварников А.Ф. Противопожарные пены / А.Ф. Шароварников // Состав, свойства, применение. – М.: Знак, 2000. – 464 с.
11. NFPA 11 (1994 edition) Standard for low expansion foam fire extinguishing systems.
12. Рекомендации по тушению полярных жидкостей в резервуарах. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007. – 58 с.
13. Боровиков В.О. Шляхи підвищення ефективності гасіння пожеж на об'єктах з наявністю полярних горючих рідин та забезпечення їх протипожежного захисту / В.О. Боровиков // Науковий вісник УкрНДШБ: Науковий журнал. – К.: УкрНДШБ МНС України, 2007, №2(16). – С. 155-161.
14. Боровиков В. О. Дослідження процесів взаємодії вогнегасних речовин з полум'я під час гасіння етилового спирту / В.О. Боровиков, В.О. Чеповський, О.М. Слущька // Науковий вісник УкрНДШБ: Науковий журнал. – К.: УкрНДШБ МНС України, 2008, №2(18). – С. 82-90.
15. Основні положення “Рекомендацій щодо гасіння пожеж у спиртосховищах, що містять етиловий спирт” / Боровиков В.О., Нікітін В.А., Антонов А.В., Чеповський В.О., Слущька О.М. // Проблеми екології: Загальнодержавний науково-технічний журнал. – Донецьк: ВНЗ ДонНТУ, 2008, №1-2. – С. 80-85.

Д.Г. Билкун, канд. хім. наук, ст. науч. сотр., В.А. Боровиков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Т.Н. Скоробагатько, В.О. Чеповский

ПРОБЛЕМЫ ПОИСКА ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ТУШЕНИЯ БИОБЕНЗИНА

Проведены исследования с целью сравнения процессов тушения бензина автомобильного марки “А-92” и биобензина марок “Био-100” и “Био-96” пеной средней кратности, генерируемой из рабочего раствора пенообразователя общего назначения для тушения пожаров “ПО-3НП”, а также пеной низкой кратности, генерируемой их рабочего раствора пенообразователя специального назначения для тушения пожаров “S.F.P.M. 6/6”. Установлена большая сложность тушения биобензина по сравнению с тушением традиционного нефтяного топлива, а также обоснованы перспективные направления дальнейших исследований процессов его горения и тушения.

Ключевые слова: моторное топливо, биобензин, химический состав, показатели пожаровзрывоопасности, тушение, пена;

D. Bilkun, Candidate of Science (Chemistry), Senior researcher, V. Borovykov, Candidate of Science (Engineering), Senior researcher, T. Skorobat'ko, V. Chepovs'kiy

PROBLEMS OF SEARCHING EFFECTIVE FACILITIES FOR BIO PETROL EXTINGUISHING

The article deals with the researches of comparison of the processes of “A-92” automobile petrol, “Bio-100” bio petrol and “Bio-96” extinguishing with medium and low expansion foam. Medium expansion foam was generated out of foaming solution of “PO-3NP” general designation foam concentrate, and low expansion foam was obtained out of foaming solution of “S.F.P.M. 6/6” special designation foam concentrate. Higher difficulty of bio petrol extinguishing compared to the traditional petroleum fuel has been revealed, and perspective directions of researching its burning and extinguishing processes have been substantiated.

Key work: motor fuel, bio petrol, chemical composition, fire hazard indices, extinguishing, foam.

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння і критичної інтенсивності подавання 3 % водного розчину піноутворювача зазального призначення "ПО-3НП" у разі гасіння легкозаймистих рідин піною середньої кратності

Пальне	Діаметр макетного вогнища пожежі, мм	Інтенсивність подавання водного розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Тривалість гасіння, с		Критична інтенсивність подавання водного розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$
			фактичні значення	середнє значення	
бензин "А-92"	$250,4 \pm 0,6$	0,041	59,0; 56,2	57,6	$0,040 \pm 0,001$
	$259,0 \pm 0,4$	0,038	не погашено; не погашено	не погашено	
	$179,3 \pm 0,4$	0,079	87,4; 89,2*	88,3	
біобензин "Біо-100"	$200,2 \pm 0,6$	0,064	114,6; 112,8*	113,7	$0,053 \pm 0,002$
	$217,9 \pm 0,6$	0,054	143,4; 126,0*	134,7	
	$238,3 \pm 0,4$	0,049	не погашено; не погашено	не погашено	
біобензин "Біо-96"	$217,9 \pm 0,6$	0,054	104,6; 128,8*	116,7	$0,053 \pm 0,002$
	$238,3 \pm 0,4$	0,049	не погашено; не погашено	не погашено	

*Примітка. Протягом перших 50...70 с подавання піни спостерігалася практичне повне її руйнування на поверхні пального безпосередньо під час їх контакту. Після завершення вказаного проміжку часу розпочиналося формування шару піни з подальшим припиненням горіння макетного вогнища пожежі.

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння і критичної інтенсивності подавання 6 % водного розчину піноутворювача спеціального призначення "S.F.P.M. 6/6" у разі гасіння легкозаймистих рідин піною низької кратності

Пальне	Діаметр макетного вогнища пожежі, мм	Інтенсивність подавання водного розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Тривалість гасіння, с		Проміжок часу до повного займання, с		Критична інтенсивність подавання робочого розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$
			фактичні значення	середнє значення	фактичні значення	середнє значення	
бензин "А-92"	624 ± 5	0,041	106,6; 103,2	104,9	308,2; 344,6	326,4	менше 0,029
	739 ± 5	0,029	118,4; 126,0	122,2	279,4; 236,2	257,8	
	624 ± 5	0,041	412,0; 376,4*	394,2	529,6; 844,2	686,9	
суміш біобензину "Біо-96" і "Біо-100" (1:1)							більше 0,041

*Примітка. Протягом перших 100...120 с подавання піни спостерігалася практичне повне її руйнування на поверхні пального безпосередньо під час їх контакту. Після завершення вказаного проміжку часу розпочиналося формування шару піни з поступовим зниженням інтенсивності і подальшим припиненням горіння макетного вогнища пожежі.