

3. Описано структуру спеціалізованого аналізатора якості електроенергії для мереж загального призначення. Наведено його переваги та розглянуто особливості роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – К.: Держстандарт України, 1999. – 32 с.
2. Измерители нестабильности напряжений / Под ред. Б.Л. Рудницкого. – М.: Сов. Радио, 1975. – 224 с.
3. Губарь В.И., Туз Ю.М., Володарский Е.Т. Аналого-цифровые измерительные преобразователи переменного тока. – К.: Техніка, 1979. – 192 с.
4. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. 4-е изд., перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 331 с.
5. Лорек К. Аналізатор для вимірювання параметрів якості електричної енергії // Електроінформ. Енергетика. Електротехніка. Електроніка. – №3. – 2003. – С. 25-26.
6. Анікін В., Колбасін О., Гриб О., Левін В. Метрологічне забезпечення якості електроенергії в мережі // Стандартизація, сертифікація, якість. – №4. – 2003. – С. 49-52.
7. Ванько В.М. Метод оцінки збурень збурень напруги в електричних мережах // Вісник НУ "Львівська політехніка" «Електроенергетичні та електромеханічні системи», 2005, №544. – С. 19 – 25.
8. Столярчук П.Г., Гудим В.І., Ванько В.М. Застосування вейвлет-перетворення для аналізу електромагнітних процесів в системах електропостачання / Вісник Приазовського ДТУ. "Енергетика", Маріуполь, 2005. Вип. 15. . част.2.– С. 92–95.
9. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 304 с.
10. Białasiewicz J.T. Falki i aproksymacje. – Warszawa: Wydawnictwo Nauk.-Techn., 2004. – 253 s.
11. Włodzimierz WAŃKO, Petro STOLARCZUK "Badania wahań powolnych napięcia sieci elektrycznej bazujące się na nowoczesnych metodach matematycznych opracowania sygnałów" // XL International symposium on electrical machines «SME 2004», Hajnówka, Poland, Conference Proceedings, 15-18 June 2004, p. 234-236.

УДК 614.842.615

Ю.В. Цапко, канд. техн. наук, ст. наук. співр. (Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС України)

ДОСЛІДЖЕННЯ АСПЕКТІВ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ПРОСОЧУВАЛЬНИМИ ЗАСОБАМИ

Проведено дослідження процесу термодеструкції вогнезахисної деревини. Методом хроматографії здійснено якісний і кількісний аналіз одержаних продуктів.

В рамках заходів спрямованих на покращення профілактичних рішень щодо горіння целюлозовмісних матеріалів є прийняття нормативного документу ДБН В.1.1-7-2002 [1], де вказано, що у будинках дерев'яні елементи горищних покриттів (крокви, лати) повинні оброблятися засобами вогнезахисту, які забезпечують I групу вогнезахисної ефективності згідно з ГОСТ 16363 [2]. Зниження горючості деревини вирішується завдяки використанню

вогнезахисних покриттів, що наносяться на поверхні конструкцій та матеріалів, з яких вона виготовляється, та просоченням її антипіренами.

Вогнебіозахист деревини капілярним просоченням, забезпечує високу \square абл. \square ромото ефективність і повинен створити умови досягнення необхідної якості захисного покриття і тривалості безпечної експлуатації об'єктів [3]. Сутність вогнезахисту антипіренами тлумачиться в гальмуванні процесів займання целюлози, коли температурний інтервал поширюється, константи швидкості реакцій знижуються, зменшується і ефективна енергія активації [4].

Для комплексного захисту деревини від загоряння і біологічного руйнування запропоновано невелику кількість препаратів, зокрема суміш сульфату амонію, діамонійфосфату і фтористого натрію (вогнезахисна композиція МС), або ортоборату натрію і борної кислоти (вогнезахисна композиція ББ), та суміш карбонату натрію і борної кислоти (вогнезахисна композиція БС). На теперішній час з'явилися ефективні просочувальні композиції (суміші), зокрема композиція з антипірену (фосфати та сульфати амонію) та антисептика полімерного походження (полігексаметилenguанідінфосфат) – ДСА.

Відомо також, що деревина не здатна до полуменевого горіння сама по собі, лише під дією температури горять продукти її розкладу. Введення в деревину антипіренів зменшує кількість утворення горючих летких продуктів, інгібує газофазні реакції полум'я і виключає безполуменеве горіння карбонізованого залишку.

Ефективність антипіренів для целюлозовмісних матеріалів визначається рівнем їх вогнезахисної здатності і обумовлюється [4, 5]:

- розкладом антипіренів під дією температури з поглинанням тепла та виділенням негорючих газів;
- зміною напрямку розкладу деревини в сторону утворення негорючих газів і важкогорючого коксового залишку;
- гальмуванням окислення в газовій і конденсованій фазі;
- утворенням на поверхні деревини теплозахисного шару коксу.

Однак всі аспекти даного механізму досконало не визначені, тому актуальними залишаються дослідження щодо механізму вогнезахисної ефективності деревини антипіренами та антисептиками.

Для оцінки вогнезахисної ефективності просочувальних засобів проведено дослідження термодеструкції деревини, що була оброблена сумішшю фосфату та сульфату амонію, карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислоти, що є найпоширенішими на сьогодні.

З метою визначення області температур, за яких термічна деструкція матеріалів відбувається найбільш інтенсивно, проводилось попереднє термогравіметричне дослідження процесів термічної деструкції в динамічному режимі із застосуванням дериватографа Q-1500 D. Якісний і кількісний склад цих сумішей визначали газохроматографічним методом з використанням газового хроматографа ЛХМ-7А.

Безпосередні дані щодо процесів, що відбуваються у зразках матеріалів під час їх нагрівання в динамічному режимі, одержано в результаті термогравіметричних досліджень. Досліджували зразки тирси соснової деревини, а також обробленої вогнезахисними сумішами фосфату та сульфату амонію, карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислоти в атмосфері повітря нормального складу (вміст кисню – 21 % об.). У всіх дослідах маса зразка становила 190 мг, швидкість нагрівання – 5 градусів на хвилину, зразок порівняння – порошок α -корунду, матеріал тиглів – алунд, чутливість гальванометрів: DTA – 250 мкВ, DTG – 500 мкВ. Результати аналізу досліджуваних матеріалів ілюструються (рис. 1, 2).

У всіх досліджених зразках за температур до 100 $^{\circ}$ C, відбуваються ендотермічні процеси, які супроводжуються втратою їх маси, а саме випаровуванням хімічно незв'язаної води без деструкції матеріалу зразків. Крім того, органічні речовини втрачають

конституційну воду (ендоефект з максимумом при 190 °C на рис. 1а з додатковою втратою маси). Однак характер і послідовність термічних ефектів (криві DTA) для кожного матеріалу особливі, що пов'язане з відмінностями їх хімічного складу.

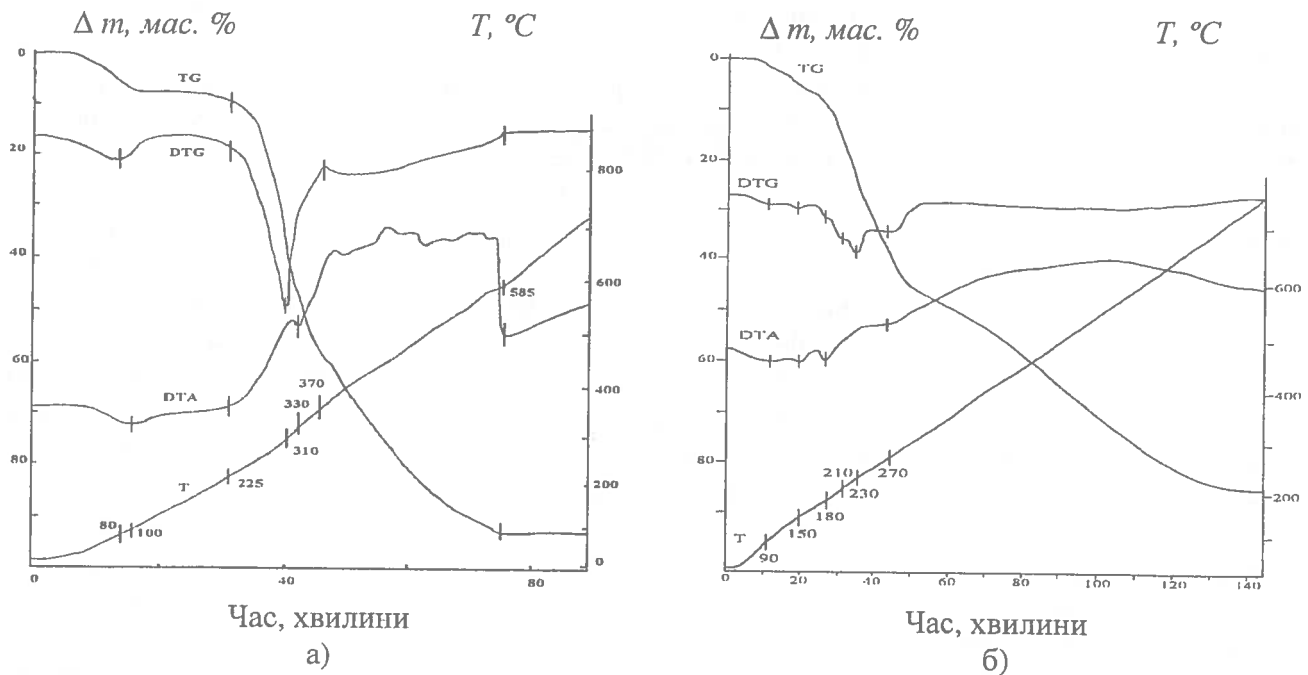


Рис. 1. Криві термогравіметричного аналізу зразків соснової деревини:
 а – не обробленої та обробленої сумішшю на основі фосфатів та сульфатів амонію;
 б – в нормальній повітряній атмосфері.

У зразку незахищеної деревини поряд з ендотермічними процесами піролізу (відщеплення летких продуктів) навіть за порівняно невисоких температур відбуваються екзотермічні окислювальні процеси, про що свідчить характер кривої DTA в області першого піка кривої DTG (рис. 1а), а саме наявність помітного екзо ефекту.

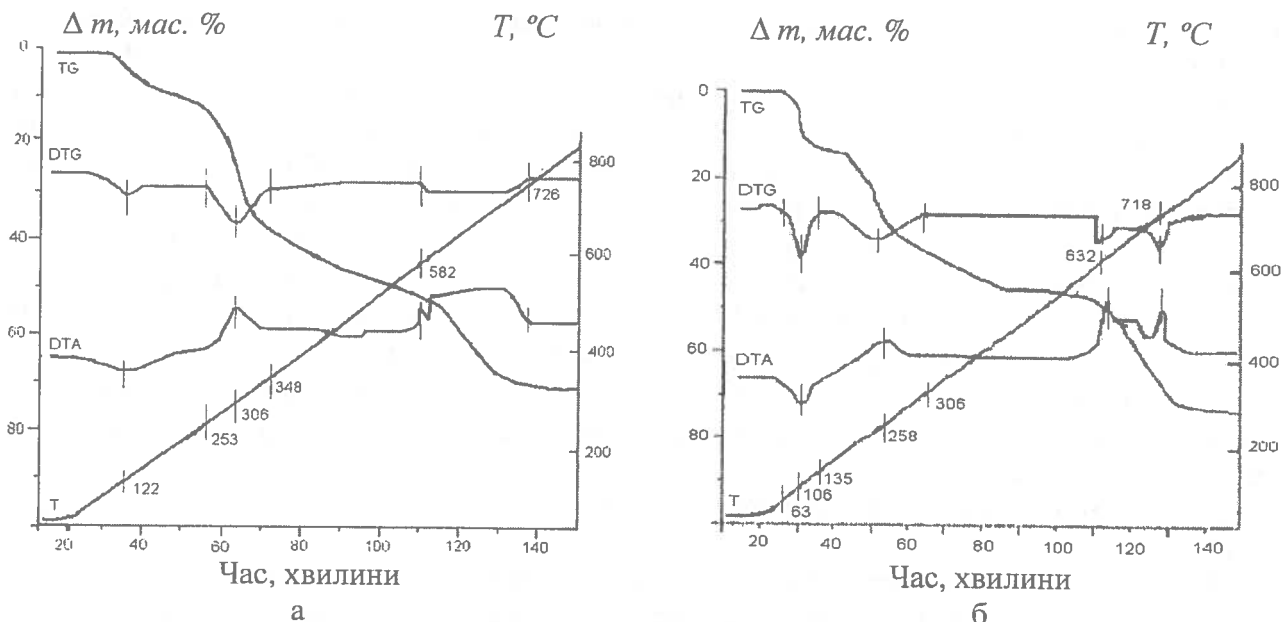


Рис. 2. Криві термогравіметричного аналізу зразків соснової деревини обробленої сумішшю на основі карбонату натрію і борної кислоти – а, сумішшю ортоборату натрію і борної кислоти – б в нормальній повітряній атмосфері.

Відмічається також наявність двох суттєво відмінних стадій деструкції у процесі нагрівання досліджуваного зразку незахищеної деревини, а саме характерною є стадія інтенсивної втрати маси до температур 370-390°C, яка може бути зумовлена утворенням і полуменевим горінням газоподібних продуктів, та повільніша стадія (за більш високих температур – після того, як величина відносної втрати маси вже досягла 60 – 70 %), яка зумовлена здебільшого вигорянням карбонізованого залишку і характеризується більшим екзотермічним ефектом. Таке співвідношення величин термічних ефектів спостерігається, очевидно, внаслідок того, що полуменеве горіння (перша стадія) відбувається переважно за межами тигля і значно менше впливає на покази термопари, ніж гетерогенний процес окислення карбонізованого залишку на межі розділу “тверда речовина – газ” (друга стадія).

Окремого аналізу потребують зміни характеру кривих термогравіметричного аналізу зразків деревини (особливо кривих TG і DTA), що проявляються для деревини обробленої вогнезахисними засобами на основі фосфатів та сульфатів амонію, карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислот (рис. 1б, 2а, 2б). Для них відмічено різну температуру початку термоокиснювальної деструкції деревини: (200-205 °C) – для деревини обробленої вогнезахисними засобами на основі фосфатів та сульфатів амонію та 230-250 °C – для деревини, а також обробленої вогнезахисними сумішами карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислоти і температура, за якої відбувається максимальна швидкість деструкції (210-325 °C); величина цієї швидкості також суттєво не змінюється (максимальні відхилення відповідних кривих DTG близькі за величиною). Натомість процеси деструкції на другій стадії значною мірою залежать від природи вогнезахисної композиції: в міру її вогнезахисної дії сповільнюється втрата маси. Відповідно змінюється і вигляд кривих DTA, а саме зменшується висота і збільшується ширина піків, які характеризують протікання екзотермічних перетворень, внаслідок чого закінчення процесу термоокиснювальної деструкції фіксується за вищих температур.

Така відмінність впливу вогнезахисних засобів на протікання деструкції на різних стадіях обумовлюється різними механізмами, за якими відбувається втрата маси зразків. Якщо на першій стадії йде переважно піроліз із відщепленням летких продуктів, швидкість якого не залежить від подальших хімічних перетворень цих продуктів, то на другій стадії швидкість втрати маси визначається кінетикою взаємодії карбонізованого залишку з окисником.

Одним з методів, який дає можливість дослідити утворення летких продуктів вогнезахисної деревини є газохроматографічний аналіз. Необхідно зазначити, що найвищий вміст летких компонентів визначається у газоподібних продуктах, які утворюються внаслідок піролізу (термічного розкладу без доступу повітря).

З урахуванням результатів термогравіметричних досліджень процес термодеструкції зразків рослинної сировини проводили в умовах, за яких утворення газоподібних продуктів відбувається з найбільшою швидкістю. Інтенсивне газовиділення починалось за температури 200-215 °C, за участі екзотермічних процесів температура зразка швидко зростала до 310-350 °C. Основна кількість (понад 90 %) продуктів піролізу надходила в газозбірник в діапазоні 210-420 °C, у якому, за даними термогравіметричного аналізу, деструкція відбувається за механізмом відщеплення летких продуктів.

Для одержання газоподібних продуктів термічної деструкції використано спеціальне обладнання [6].

За методикою [6] були проведені дослідження та зібрані леткі продукти піролізу.

Результати газохроматографічного аналізу одержаних горючих газових сумішей наведено в табл. 1.

Як видно з таблиці, після піролізу необробленої та обробленої деревини вогнезахисними засобами на основі фосфатів та сульфатів амонію, карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислоти, суміші продуктів деструкції суттєво

від зніються за вмістом азоту, діоксиду вуглецю та кількістю горючих газів. Так для деревини, обробленої сумішшю фосфатів та сульфатів амонію кількість азоту збільшилась більше, ніж у 8 разів, для деревини, обробленої сумішшю карбонату натрію і борної кислоти виявлено збільшення діоксиду вуглецю в 1,5 рази, а для деревини, обробленої сумішшю ортоборату натрію і борної кислоти – більше 10 % горючих газів та незначне підвищення кількості діоксиду вуглецю.

Таблиця 1

Якісний і кількісний склад газоподібних продуктів термічної деструкції деревини

Компонент	Вміст компонентів у летких продуктах деструкції, % об.			
	Соснової деревини	соснової деревини, обробленої сумішшю фосфатів та сульфатів амонію	соснової деревини, обробленої сумішшю карбонату натрію і борної кислоти	соснової деревини, обробленої сумішшю ортоборату натрію і борної кислоти
CO	39,08	15,8	16,35	24,37
CO ₂	51,93	не виявлено	82,58	67,36
CH ₄	6,05	0,54	0,46	6,74
C ₂ H ₆ + C ₂ H ₄	0,45	не виявлено	0,05	4,87
C ₃ H ₈	0,19	не виявлено	не виявлено	не виявлено
C ₃ H ₆	0,32	не виявлено	не виявлено	не виявлено
H ₂	0,73	0,44	0,56	3,83
O ₂	0,26	не виявлено	не виявлено	не виявлено
N ₂	0,99	83,22	не виявлено	не виявлено

З метою встановлення відповідності вогнезахисних властивостей деревини обробленої сумішами на основі фосфатів та сульфатів амонію, карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислоти вимогам ГОСТ 30219 [7], проведено експериментальні дослідження для визначення вогнезахисної ефективності просочувальних засобів згідно з ГОСТ 16363 [8], та індексу поширення полум'я згідно з ГОСТ 12.1.044 [9].

Результати досліджень з визначення втрати маси зразків необробленої деревини та вогнезахисної сумішами на основі фосфатів та сульфатів амонію карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислоти наведено на рис. 3.

Дерешина оброблена:

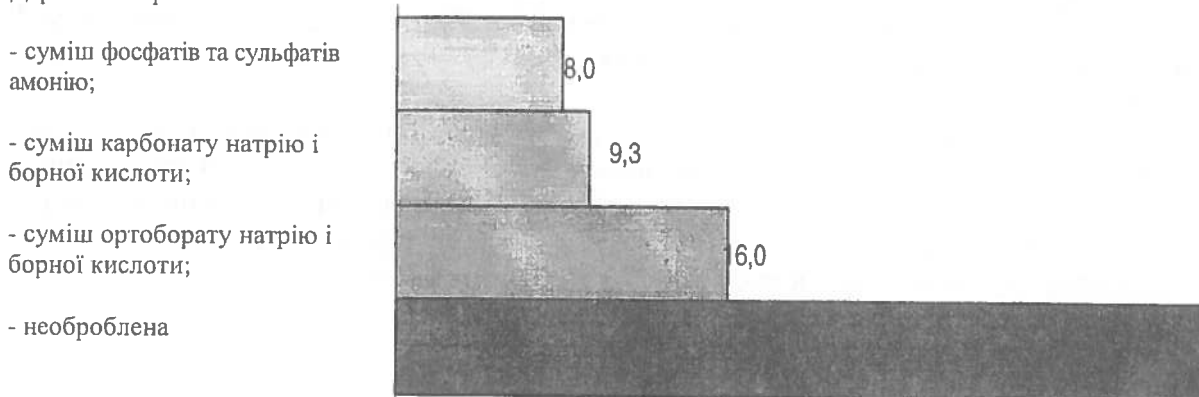


Рис. 3. Втрата маси зразків (Δm, %) необробленої деревини та вогнезахисної сумішами на основі фосфатів та сульфатів амонію карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислоти.

Результати досліджень з визначення індексу поширення полум'я по поверхні зразків необробленої деревини та вогнезахисної сумішами на основі фосфатів та сульфатів амонію карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислоти наведено на рис. 4.

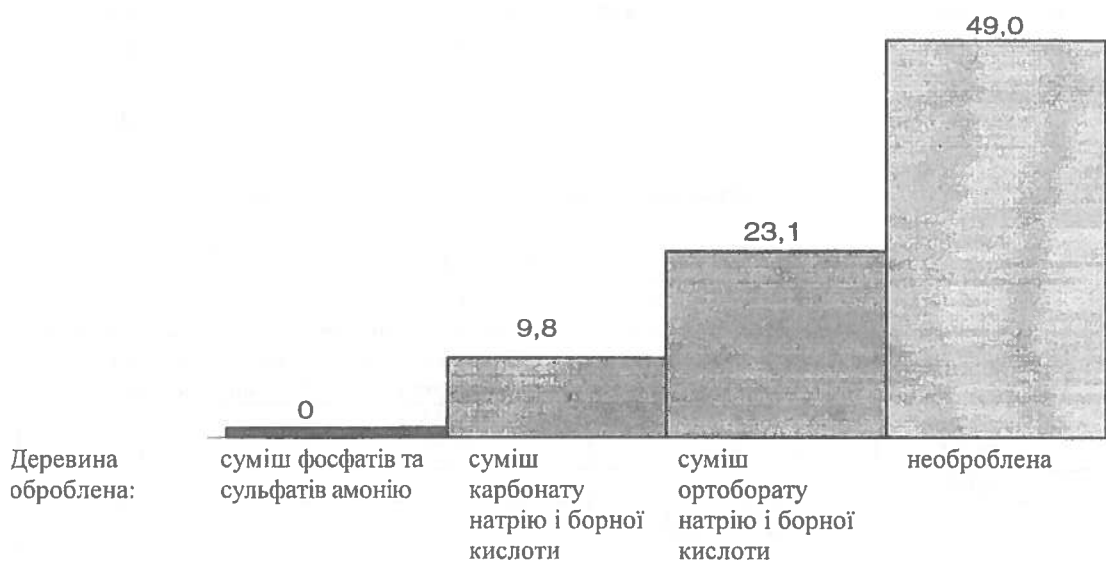


Рис. 4. Індекс поширення полум'я по поверхні зразків необробленої деревини та вогнезахисної сумішами на основі фосфатів та сульфатів амонію карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислоти.

Результати досліджень (рис. 3, 4) з визначення ефективності вогнезахисту деревини показали незначну втрату маси для вогнезахисної деревини (фосфатами та сульфатами амонію – 8 %, карбонатом натрію і борною кислотою – 9,3 % та ортоборатом натрію і борною кислотою – 16,0) та індекс поширення полум'я рівний 0 (фосфатів та сульфатів амонію), 9,8 (карбонату натрію і борної кислоти) та 23,1 (ортоборату натрію і борної кислоти), порівняно з деревиною без вогнезахисту.

Згідно з [8] за значенням втрати маси зразків після вогневих випробувань, індексу поширення полум'я по поверхні зразків деревини згідно з [92], деревина оброблена просочувальною сумішшю фосфатів та сульфатів амонію і карбонатом натрію і борною кислотою (за умови поглинання маси сухих солей $46,9 \text{ кг/м}^3$ та $75,8 \text{ кг/м}^3$ відповідно) забезпечує I групу вогнезахисної ефективності, а ортоборатом натрію і борною кислотою II групу (за умови поглинання маси сухих солей $87,6 \text{ кг/м}^3$).

Таким чином, проведені дослідження за допомогою термогравіметрії та газової хроматографії засвідчують, що механізм вогнезахисної ефективності різний для традиційних сольових антипіренів. Наявність сумішей сольових антипіренів на деревині змінює процес термодеструкції, зменшує кількість горючих газів, які флегматизуються великою кількістю азоту та діоксиду вуглецю, що відповідно підтверджується результатами визначення вогнезахисної ефективності антипіренів.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Держбуд України, 2003.
2. ГОСТ 16363-98 Межгосударственный стандарт. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. – Киев: Изд-во стандартов, 2000.
3. Борисов П., Жартовский В., Харченко И. Направления совершенствования огнезащитной пропитки древесины // Бюллетень пожежної безпеки. Науково-технічні проблеми та рішення. Вип. 3. - Київ: "Пожежінформтехніка", 2000. - С. 21-23.

4. Тычино Н.А. Особенности практического применения огне- и биозащитных средств для пропитки древесины // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Вып. 6. – М.: ВНИИПО, 2002. - С. 38-43.

5. Леонович А.А. Химический подход к проблеме снижения пожароопасности древесных материалов // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Вып. 3. – М.: ВНИИПО, 1996. - С. 10-14.

6. Откідач Д.М., Цапко Ю.В., Соколенко К.І. Флегматизування горючих газових середовищ. – К.: Пожінформтехніка, 2005. - 196 с.

7. ГОСТ 30219-95. Межгосударственный стандарт. Древесина огнезащитная. Общие технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение. – К., 1997.-(Госстандарт Украины).

8. ГОСТ 16363-98 Межгосударственный стандарт. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. – К.: Изд-во стандартов, 2000.

9. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: ГОСТ 12.1.044–1989 - [Дата введения 1991–01–01]. - М.: Издательство стандартов, 1990. - 143 с.

УДК 614.812; 614.84

*М.Г. Шкарабура, к.т.н., доц., С.В. Стась, к.т.н., доц., О.М. Яхно, д.т.н., проф.
(Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля)*

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КРЕМНІЙ-ОРГАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ В ПОЖЕЖНІЙ ТЕХНІЦІ

В роботі досліджуються питання доцільності використання спеціальних покриттів робочих поверхонь пожежного обладнання для зменшення впливу гідравлічного опору при формуванні пожежних струменів.

Аналіз проблеми та публікацій. Як відомо [1, 2], різного роду покриття захисного типу (антикорозійні, термічні, ті, що захищають від хімічно-активних речовин та ін.) досить широко використовуються в пожежній техніці.

Перевагою таких покриттів є можливість забезпечення довговічності та надійності використовуваного обладнання. В більшості випадків використовуються напилені покриття, будова яких пов'язана з «наявністю границь між частинками, прошарками». В експериментах описаних в роботі [1], в якості покриттів використовувалися такі матеріали: Zn – ГОСТ 3640-94 марки Ц2; Al - ГОСТ 4784-97 марки А; ніхром марки НЖХц 16-15-1,5; латунь ГОСТ 15527-70 марки Л62, що показали позитивні результати. Разом з тим, достатньо ефективним на нашу думку при подібних умовах експлуатації та подібним методом нанесені можуть використовуватися кремній-органічні покриття. Їх хімічний склад досить повно описаний в роботі [3]. Вони достатньо добре зарекомендували себе в хімічних технологіях, оскільки є простими при нанесенні на внутрішні та зовнішні поверхні. Однак, в залежності від якості поверхні на яку наноситься дане покриття можлива поява різного типу нерівностей, або, навпаки, поверхні стають більш гладкими.

Зазначені нерівності не впливають на захисні властивості отриманих поверхонь, проте вони можуть спричиняти суттєвий вплив на гідравлічне тертя потоків, що обтікають поверхні з даним покриттям. Цілло даної роботи є визначення впливу зазначених кремній-