

УДК 614.841

О.І.Дядченко, канд. хім. наук, доцент; А.О. Биченко; І.Г. Маладика, канд.техн. наук,
АПБ ім. Героїв Чорнобиля

ВПЛИВ ЗМІНИ ХІМІЧНОЇ СТРУКТУРИ ВОДИ НА ЇЇ ВОГНЕГАСНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ

Представлені результати експериментальних досліджень електричної активації питної води, яка приводить до утворення католіту та аноліту і їх випробовування у якості вогнегасних речовин. Показано, що по вогнегасній ефективності католіт і аноліт перевищують вогнегасну ефективність питної води. Обґрунтовано механізм припинення процесу горіння.

Ключові слова: вода, вогнегасна ефективність, електрична активація, католіт, аноліт, розчини, інгібування.

Актуальність проблеми і огляд останніх публікацій. Найпоширенішим засобом гасіння пожеж є вода, завдяки великій теплоті випаровування (більше 2200 кДж/кг), великій теплоємності (більше 4 кДж/кг·град), досить високій (більше 1700 °С) температурі розкладу та доступності.

Для підвищення вогнегасної ефективності води наукові дослідження направлені на максимальну реалізацію усіх можливих механізмів припинення горіння, таких як охолодження зони горіння і горючої речовини до критичної температури, флегматизація, тобто зменшення концентрації кисню в зоні горіння, до такого значення, при якому горіння припиняється, ізоляція горючої речовини від кисню повітря, яка приводить до припинення процесу горіння, а також інгібування процесу горіння, тобто нейтралізація вільних радикалів, які утворюються в зоні горіння і відповідають за розвиток процесу горіння.

Вода використовується у вигляді компактних і розпилених струменів. У більшості випадків розпилені і тонкорозпилені струмені є найбільш ефективним засобом гасіння пожеж в порівнянні з компактними струменями. Ефективність розпилених, а особливо тонко розпилених струменів води досягається за рахунок максимального охолодження зони горіння пов'язаного із збільшенням площі поверхні контакту полум'я, що приводить до збільшення кількості води, яка перетворюється в пару, що приводить до різкого збільшення ефекту охолодження і флегматизації [1], до зменшення часу локалізації та припинення процесу горіння. Збільшення в'язкості та зменшення поверхневого натягу [2,3] приводять до підвищення вогнегасної ефективності води. Для збільшення в'язкості води, використовують явище гелеутворення на поверхні горючих матеріалів та комбіноване використання змочувачів та згущувачів [4]. Використання в якості вогнегасних речовин водних розчинів неорганічних кислот приводить до підвищення вогнегасної ефективності води, оскільки поряд із забезпеченням процесів охолодження та флегматизації розчини солей володіють інгібуючими властивостями. Оптимальна концентрація розчину 4-6% [5]. Підвищення ефективності застосування водних і водопінних вогнегасних засобів можна досягти завдяки введенню до їх складу екологічно прийнятних піноутворювачів, неорганічних солей-інгібіторів горіння, інгібіторів корозії, а також добавок, які знижують температуру їх замерзання [6].

Для зміни структури води широко використовується електрохімічна активація. Широке застосування під час водопідготовки при різних методах очистки стічних вод від важких металів, підготовці барвників в текстильній промисловості знаходить електрохімічна технологія зміни властивостей води [7]. Для підвищення вогнегасної ефективності води пропонується використовувати продукти її електрохімічної активації [8].

Постановка наукового завдання та його розв'язування. Запропоновані методи підвищення вогнегасної ефективності води не змінюють хімічну структуру води, а змінюючи хімічний склад води покращують вогнегасну ефективність. У даній статті поставлена задача змінити хімічну структуру води і використати в якості вогнегасної речовини.

При електричній активації води утворюються розчини позитивно заряджених частинок – католіт та негативно заряджених частинок - аноліт. Показником кількості позитивно і негативно заряджених частинок є показник кислотності рН. Так рН католіту складає 11, а аноліту до 3.

Електрична активація води проводилась на приладі ЕАВ – 3, схема якого представлена на малюнку 1. Прилад складається з корпусу (2), кришки, в яку вмонтований блок живлення та керування (1). Внутрішній об'єм корпусу розділений іонообмінною мембраною (5) на дві камери (4), (6). До кришки під'єднані електроди: графітовий анод (3), металічний катод (7) та датчик контролю (8) за процесом приготування води. При встановленні кришки з електродами на корпус, електроди опиняються по різні боки від мембрани, утворюючи таким чином катодну (6) та анодну камери (4).

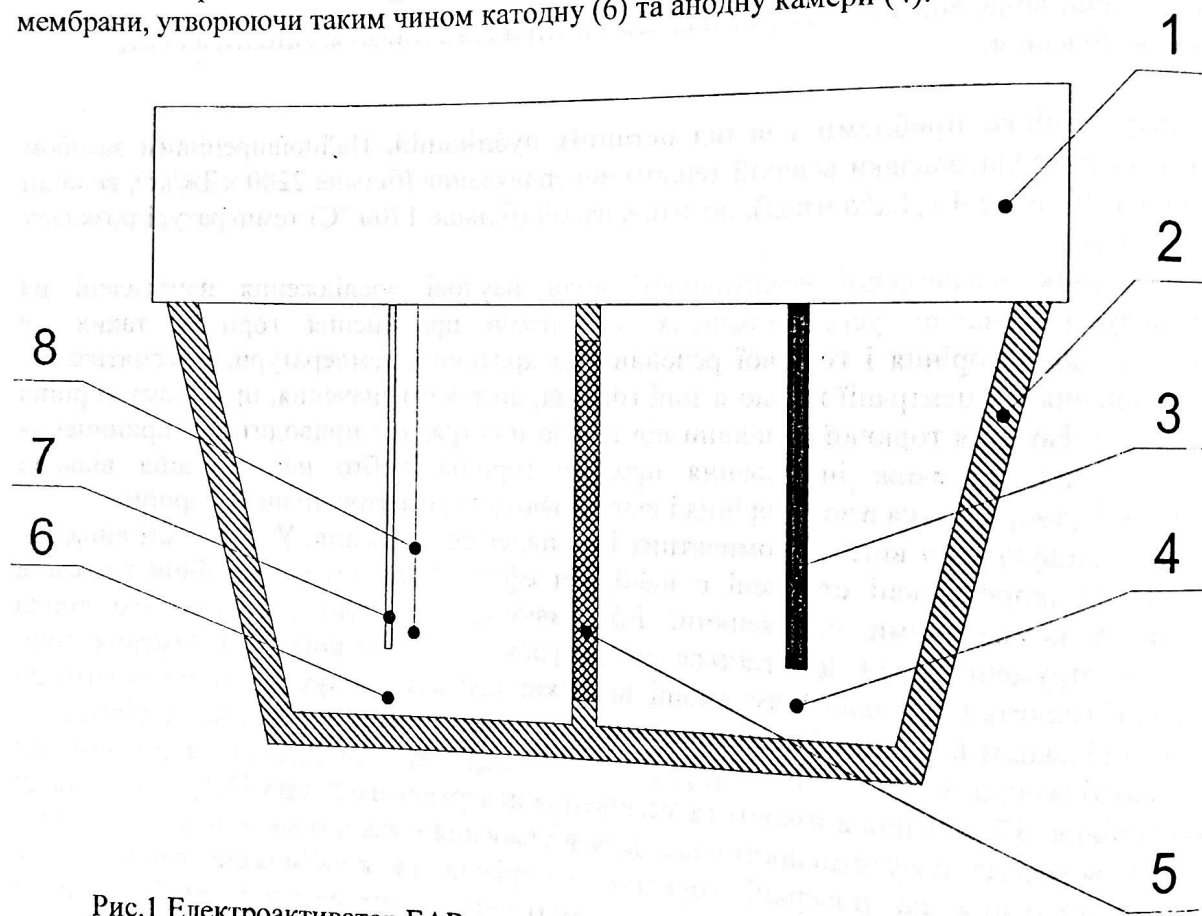


Рис.1 Електроактиватор ЕАВ – 3

Для проведення електричної активації води в камері (4), (6) приладу заливається вода таким чином, щоб рівень її в анодній камері (4) покривав текстильну частину іонообмінної мембрани, а в катодній камері (6) рівень води повинен бути менше, ніж в анодній (до 3 см. різниці). Кришка з електродами (1) встановлюється на корпус і прилад під'єднаний до мережі перемінного струму з напругою 220 В. Процес електроактивації проходить в автоматичному режимі роботи приладу, тобто при досягненні необхідної якості води вмикається звуковий сигнал та знімається напруга з електродів.

В процесі електричної активації води в камерах приладу утворюються її продукти: в катодній (6) – католіт, в анодній (4) – аноліт. Католіт з катодної камери зливається в один посуд, аноліт з анодної камери в інший посуд, де вони охолоджуються до температури 20 °С.

Методика і лабораторна установка для вивчення вогнегасної ефективності води описана в [5].

В якості вогнегасної речовини використовувалась вода різна за своїми властивостями, а саме: дистильована, питна вода та католіт та аноліт питної води, суміші католіту та аноліту питної води у процентному співвідношенні 50%×50%, вивчалась залежність вогнегасної ефективності розчину питної води від вмісту в ньому католіту та аноліту питної води.

Для кожної рідини проводились 10 спроб гасіння в суворо одних умовах. Замірявся час подачі рідини до повного припинення процесу горіння бензину, об'єм витраченої рідини та її температура. Температура вогнегасної рідини у всіх випадках складала 20°C. Для кожної речовини визначався середній час гасіння та середні витрати на гасіння. Деякі з результатів випробувань показані в табл.1 та табл. 2.

Таблиця 1 – Вогнегасні властивості води різного походження

№ п/п	Вогнегасна речовина	Середній час гасіння, сек.	Середні витрати на гасіння, мл	Різниця збільшення вогнегасної здатності у % в порівнянні з дистильованою водою.
1.	Дистильована вода	22,02	177	0
2.	Питна вода	19,88	165	6,7
3.	Католіт питної води	17	145	18,07
4.	Аноліт питної води	16,25	140	20,9
5.	Католіт питної води + аноліт питної води у процентному співвідношенні 50%×50%	18,28	155	12,4

Таблиця 2 – Вплив вмісту католіту та аноліту в питній воді на її вогнегасну ефективність.

Концентрація в питній воді, % (об.)	Середні витрати на гасіння розчину питної води в залежності від вмісту католіту, мл.	Різниця збільшення вогнегасної здатності у % в порівнянні з дистильованою водою.	Середні витрати на гасіння розчину питної води в залежності від вмісту аноліту, мл.	Різниця збільшення вогнегасної здатності у % в порівнянні з дистильованою водою.
0	165	6,7	165	6,7
20	161	9,04	159	10,17
40	156	11,86	154	12,99
60	153	13,56	149	15,82
80	148	16,38	143	19,21
100	145	18,07	140	20,9

На рис. 2 зображена вогнегасна ефективність питної води, католіту та аноліту питної води у порівнянні з дистильованою водою. Як видно з малюнку вогнегасна ефективність католіту питної води, аноліту питної води, суміші католіту та аноліту питної води у процентному співвідношенні 50%×50% більша ніж вогнегасна ефективність дистильованої води. Таке збільшення вогнегасної ефективності відбувається не внаслідок зміни розмірів крапель католіту та аноліту рис. 3, а в результаті дії якихось інших механізмів. На наш погляд збільшення вогнегасної ефективності пов'язано з інгібуванням процесу горіння продуктами електроактивації питної води. Вода активована електричним струмом набуває додаткових властивостей. Підвищення вогнегасної властивості пояснюється мабуть тим, що вода проявляє не тільки охолоджуючі та флегматизуючі властивості, а і ефект інгібування

(зв'язування вільних радикалів відповідальних за розвиток процесу горіння) позитивно і негативно зарядженими частинками, які утворюються при активації електричним струмом.

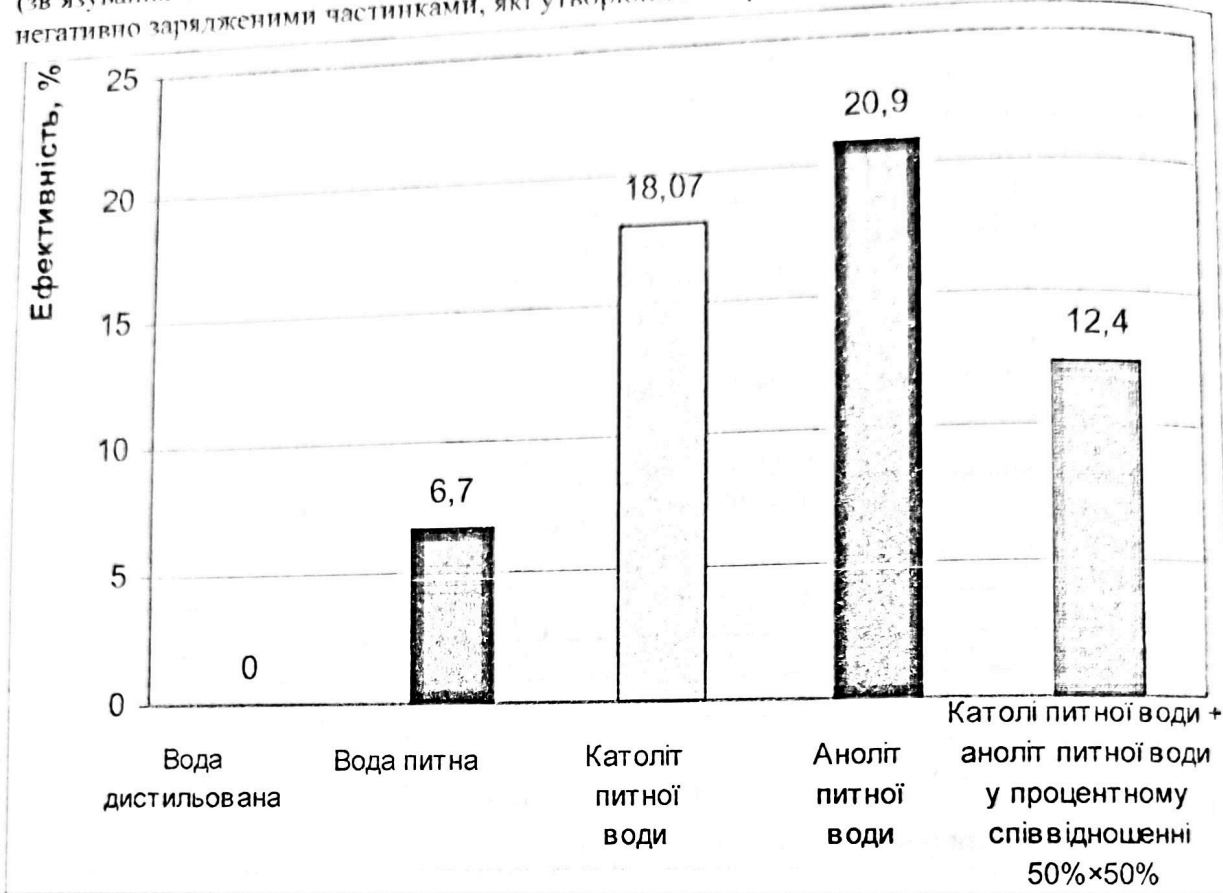


Рис.2 Вогнегасна ефективність питної води, католіту та аноліту питної води та їх суміші у процентному співвідношенні 50%×50% у порівнянні з дистильованою водою.

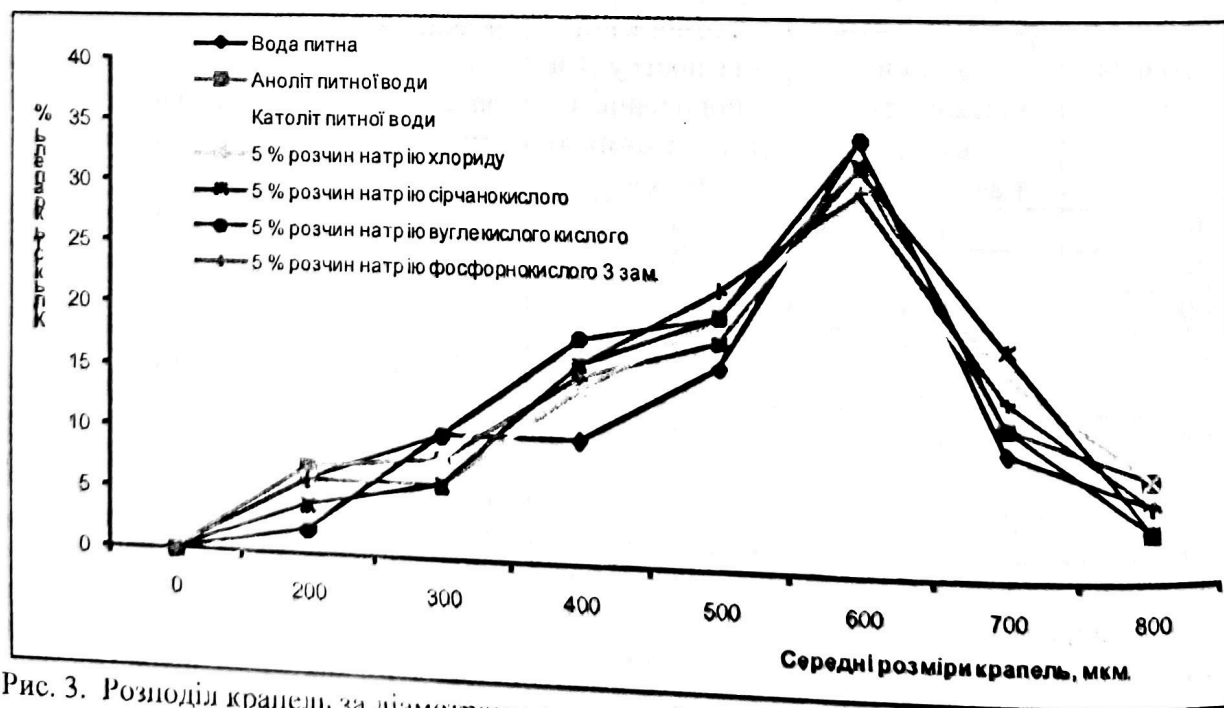


Рис. 3. Розподіл крапель за діаметрами в середині зони горіння.

Вогнегасна ефективність питної води в залежності від вмісту в ній католіту та аноліту питної води рис. 4, збільшиться по мірі збільшення вмісту продуктів електроактивації в

питній воді. Як показують графіки на рис. 4 найбільш ефективною є концентрація у 80 %, яка по ефективності наближується до «чистих» католіту та аноліту.

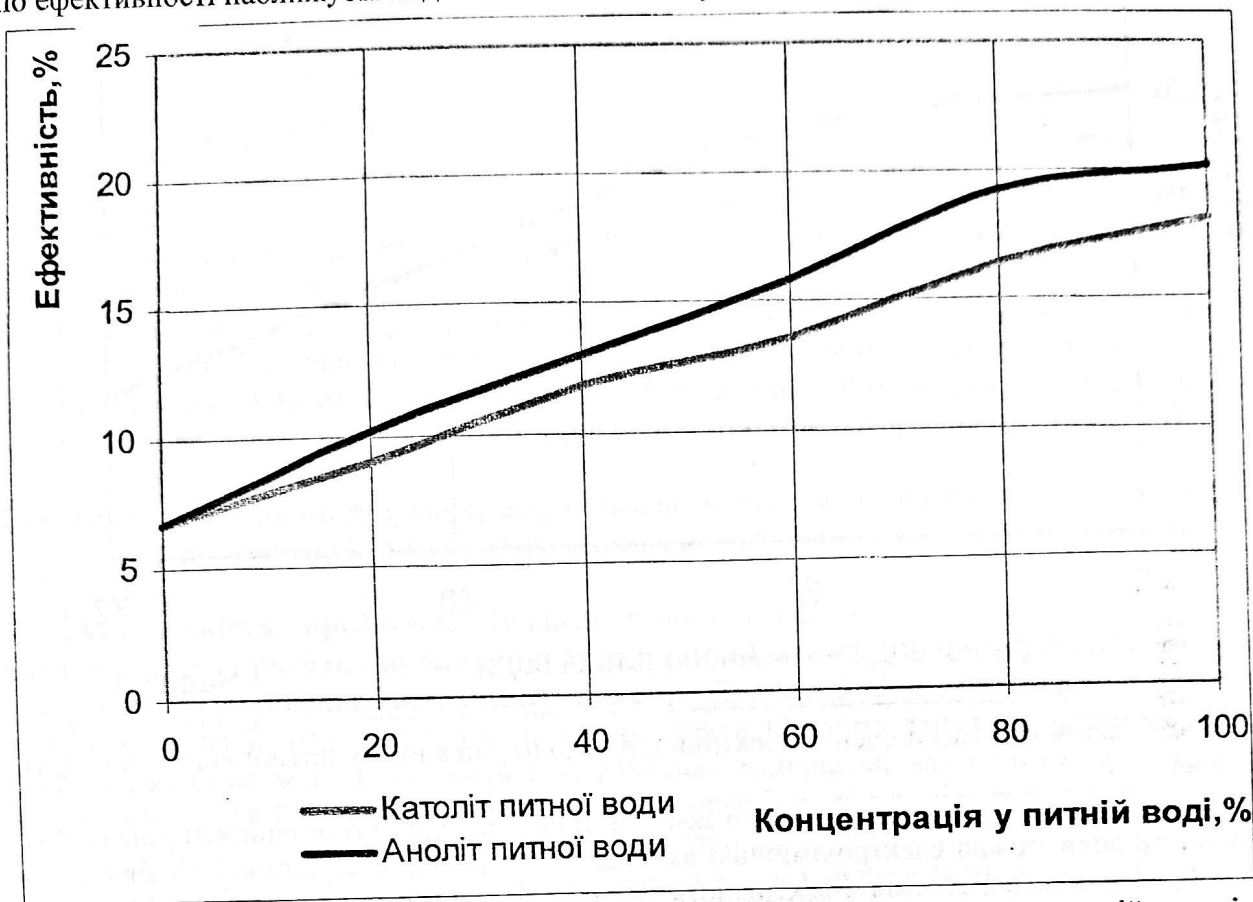


Рис. 4 Вогнегасна ефективність питної води в залежності від вмісту в ній католіту та аноліту питної води

При зберіганні продуктів електроактивації питної води, тобто католіту та аноліту рис. 5 їх вогнегасна ефективність на протязі 24 годин залишається майже на рівні вогнегасної ефективності тільки отриманих католіту та аноліту, а потім поступово зменшується і через 72 години після отримання доходить майже до вогнегасної ефективності питної води. Що стосується залежності вогнегасної ефективності від температури продуктів електроактивації, то при збільшенні температури католіту та аноліту до температури 80°C, спостерігається незначне зменшення вогнегасної ефективності продуктів електроактивації.

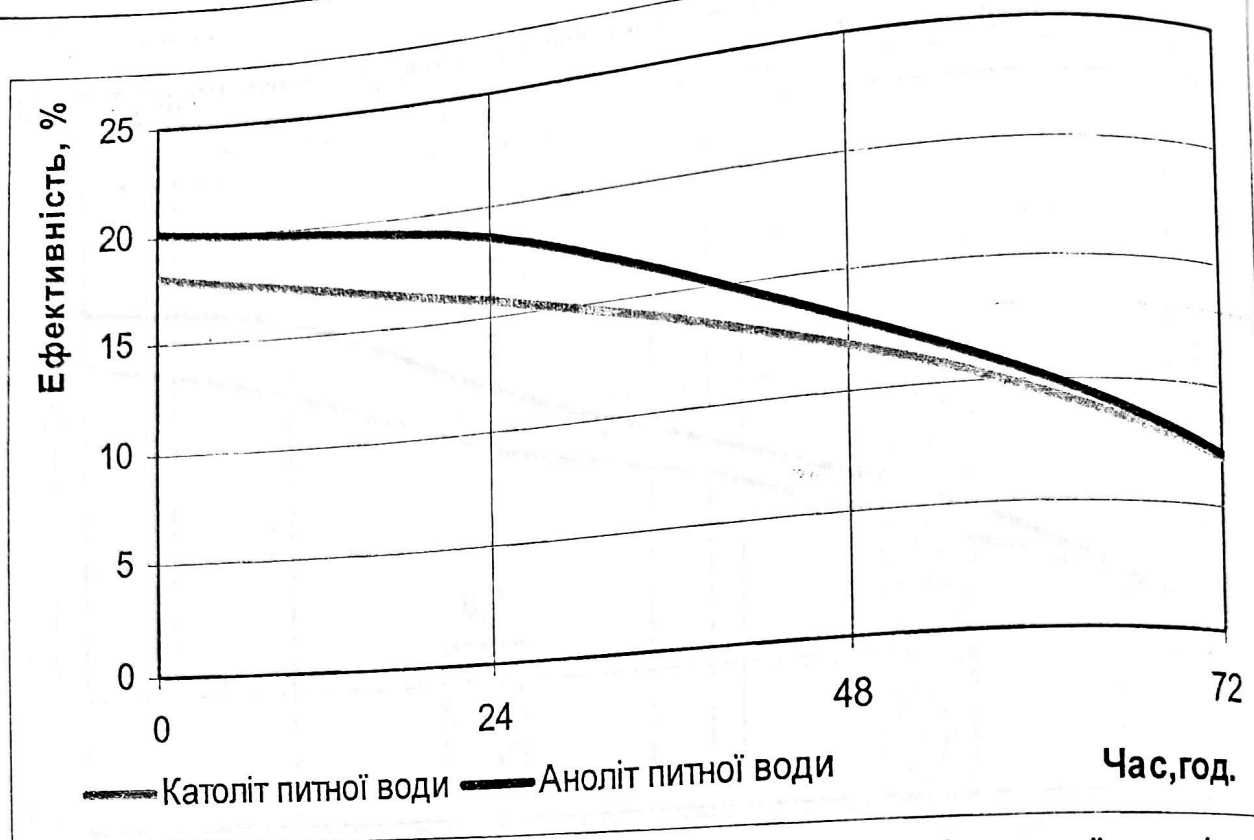


Рис. 5 Залежність вогнегасної ефективності католіту та аноліту питної води від часу їх зберігання.

Висновки. Таким чином проведені дослідження показали, що підвищити вогнегасну ефективність води можна електрохімічною активацією. Вогнегасна ефективність католіту і аноліту більша ніж вогнегасна ефективність води і не змінюється на протязі 24 годин. Присутність католіту і аноліту в питній воді підвищує її вогнегасну ефективність. Запропонований механізм припинення горіння електроактивованою водою наряду із охолодженням та флегматизацією включає в себе дезактивацію вільних радикалів зарядженими частинками води (інгібування).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Sardqvist S. and Holmstedt, G. Water For Manual Fire Suppression, Journal of fire protection engineering, Vol. 11, November 2001, p. 210-212.
2. Сумм Б.Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б.Сумм, Ю. Горюнов. - М.: Химия, 1976. - 232с.
3. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивания / Андрей Дмитриевич Зимон. - М.: Химия, 1974. - 476с.
4. Тарахно О.В. Підвищення вогнегасної ефективності води хімічною модифікацією / О.В. Тарахно, О.А. Петухова, М.В. Беляев // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. - Львів: СПОЛОМ. - 2001. - № 1. - С. 165-166.
5. Дядченко О.І., Биченко А.О., Залежність вогнегасної ефективності води від її хімічного складу / Олександр Дядченко, Артем Биченко // . - Пожежна безпека: теорія і практика: Збірник наукових праць АПБ. - 2008. - № 1. - С. 36-39.
6. Козяр Н.М. Шляхи підвищення ефективності застосування водних та водопінних речовин / Н.М. Козяр // Науковий вісник УкрНДПБ. - 2009. - № 2 (20). - С. 13-18.
7. Рогов В.М. Электрохимическая технология изменение свойств воды / В. Рогов, В.Филипчук. - Л.: Львовский университет, 1989. - С. 301.
8. Пат. 4786 Україна, МПК (2003) А 62С31/60. Спосіб припинення процесу горіння / Биченко О.А., Дядченко О.І., Тищенко О.М., Шкарабура М.Г.; заявник і патентотримач Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України. - № 200311329; завл. 29.11.03; опубл. 12.11.05, Бюл. № 2.