

**РОЗРОБКА МЕТОДУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗАХИСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
СПЕЦІАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ СПОРЯДЖЕННЯ ПОЖЕЖНИКІВ  
(ОДЯГ, ВЗУТТЯ) В РАЗІ ВПЛИВУ НА НИХ ГІДРОКСИДУ НАТРІЮ**

В статті розглянуто метод для оцінки захисних характеристик спеціальних матеріалів в основі якого лежить залежність концентрації лугу від часу експозиції. Експериментально доведено, що для отримання більш достовірних результатів треба використовувати розчин лугу 10-20%-ої концентрації, та встановлено, що при збільшенні часу експозиції найбільш активним є розчин 20%-ої концентрації, що зниження активності відносно 30-40%-ої концентрації лугу пов'язане з утворенням карбонату натрію, що обумовлює кристалізацію реактивів, ускладнюючи їх дифузію та доступ до поверхні волокон і матеріалу в цілому.

Серед багатоелементних сполук важливу групу представляють гідроксиди -речовини, до складу яких входить гідроксид групи ОН. Деякі з них проявляють властивості основ. Розчинні основні гідроксиди називають лугами, важливішими з яких слід вважати гідроксид натрію NaOH, гідроксид калію KOH і гідроксид кальцію Ca (OH)<sub>2</sub> [1].

Луги - це їдкі речовини, водні розчини яких мають рН більше 7. Як в твердій фазі так і у вигляді концентрованих розчинів, луги, маючи значний потенціал, здатні більше руйнувати матеріали до складу яких входять кератин, колаген тощо. При взаємодії з білками і натуральними жирами луги утворюють альбумінати і мило, або розчинні сполуки, що призводить до повного руйнування досліджуваних зразків.

Відомо, що гідроксиди натрію і калію відносяться до сильних реакційно здатних сполук, величина впливу яких залежить від концентрації і температури розчину. Одним із недоліків лужних розчинів є те, що вони активно з'єднуються з CO<sub>2</sub> який знаходиться в повітрі, утворюючи карбонати:



Процес утворення карбонату натрію або калію тим активніший, чим більша концентрація лугу. В зв'язку з цим вважається, що при нормальних умовах, маючи на увазі температуру до 20°C, можна приготувати лужний розчин концентрації не більше 40%, який необхідно зберігати в закритій ємкості при зазначених температурних умовах для запобігання кристалізації, тобто утворення карбонату за реакцією (1). Тому для проведення експерименту нами були приготовлені лужні розчини NaOH-10%; 20%; 30% і 40% концентрації. Зразки текстильних матеріалів, виготовлені на основі 100% вовни (арт. 6405) і 100% лавсану ( арт. 86039), вивчалися як з точки зору їх хімічної стійкості, так і проникності до дії агресивної рідини різних концентрацій.

Мета дослідження - обґрунтування оптимального значення концентрації лужного розчину з позиції його реакційної здатності залежно від експозиції при нормальній температурі. А оскільки вказані залежності можна відслідкувати на зразках, які, як заздалегідь відомо, руйнуються в лужних розчинах, то для фізичної моделі і були вибрані вовняні та лавсанові спеціальні тканини. Час контакту зразків з агресивною рідиною в даному випадку повинен бути необмеженим, але обґрунтованим в тому випадку, коли величина їх хімічної стійкості (розривальне навантаження ) зменшується на 15% від вихідного значення.

Дифузійні процеси, тобто момент проникнення краплинно-рідинної фази, повинен відповідати вимогам [2] і знаходитись на рівні 10800 с.

Загальний аналіз отриманих результатів свідчить про те, що вовняні та поліефірні (лавсанові) волокна руйнуються в розчинах гідроксиду натрію.

Ступінь їх руйнування залежить як від концентрації лугу, так і від часу експозиції. Але якщо взяти конкретну концентрацію, наприклад, 30% і зразки спеціальних тканин арт. 6405, або арт. 86039, то більш значним фактором є час експозиції. Проведенні експерименти засвідчили також, що для вибраних зразків матеріалів деструктивні процеси проходять неоднаково. Так, суттєве зменшення розривального навантаження для зразків матеріалу арт. 6405 спостерігається уже після другої години контакту з 20%, 30% і 40% концентрації NaOH на 6,7%, 9,6% і 8,2% відповідно (табл.1). Збільшення часу експозиції до п'яти годин показало що найбільш активною виявилась 20% концентрація лугу, що не можна стверджувати стосовно 30% і 40% його концентрації.

Аналогічні висновки можна зробити і в разі проведення аналізу отриманих результатів стосовно зразків матеріалу арт. 86039. Так, після двох годин експозиції з 20%, 30% і 40% розчинами лугу, розривальні характеристики зменшились відносно вихідних значень на 4,8%, 5,4% і 6,3% відповідно (табл.2).

При збільшенні часу контакту до п'яти годин, найбільш активною концентрацією і в цьому випадку виявився 20% розчин лугу.

Зменшення реакційної активності 30% і 40% розчинів лугу пов'язане, як уже було зазначено, з утворенням карбонату натрію ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), що обумовлює кристалізацію реактивів, ускладнюючи їх дифузію та доступ до поверхні волокон і матеріалів в цілому. Тому, на основі проведених досліджень можна зробити висновок, що для отримання коректних результатів відносно зміни фізико-механічних показників (розривальне і роздиральне навантаження, довговічність, тобто хемостійкість), зразки матеріалів необхідно обробляти 20% розчином NaOH. Час експозиції при нормальній температурі повинен знаходитись на рівні від трьох до п'яти годин. Після технологічної обробки, зразок матеріалу промивається до нейтральної реакції, висушується і, згідно з вимогами нормативних документів, підготовлюється для проведення подальших експериментів.

Другою важливою характеристикою захисних властивостей матеріалів є проникність краплинно - або об'ємно - рідинної фази агресивного середовища через товщину зразка. Знаючи, що особливість лужних розчинів по відношенню до  $\text{CO}_2$ , тобто їх кристалізація на відкритому повітрі, що призводить до зміни їх фізичних і хімічних властивостей (поверхневий натяг, крайовий кут змочування, реакційна активність тощо), і безперечно буде впливати на дифузійні процеси. Тому для проведення установчих експериментів були вибрані текстильні матеріали арт. 6405 і арт. 86039 та розчини лугу 10%, 20%, 30% і 40% концентрації.

Отриманні результати досліджень, їх аналіз та узагальнення показують, що незалежно від структурно - морфологічних особливостей текстильних матеріалів (волокнистий склад, вид переплетення, товщина тощо), процес проникання лугу має один характер, а саме збільшення концентрації призводить до збільшення часу проникнення (рис.1). Так краплинно - рідинна фаза 10% NaOH проникає через товщу проби арт. 6405 за 5,3 години, а через пробу матеріалу арт.86039 - за 10,3 години. Якщо концентрацію NaOH збільшити до 20%, тобто в два рази, то момент проникнення для арт. 6405 дорівнює 8,2 години (рис.1), а для арт. 86039 - 12,5 годин (рис.2).

Отже, результати досліджень свідчать про те, що дифузійні процеси в даному випадку залежать від концентрації агресивного середовища. Збільшення концентрації лужного розчину призводить до уповільнення його проникнення з причини, яка уже розглядалась, тобто через утворення  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  з наступною кристалізацією, що характерно для 20%...40% NaOH. В зв'язку з цим, вивчення проникності проб різного асортименту, в тому числі і матеріалів з полімерним покриттям, необхідно проводити тільки для 10% концентрації гідроксиду натрію.

Таблиця 1. Зміна розривальних характеристик зразків (50мм x 100мм) спеціального матеріалу арт.6405 залежно від концентрації NaOH і часу експозиції

Концентрація гідроксиду натрію, %								
Час обробки зразків NaOH різних концентрацій, С	10		20		30		40	
	Розривальний показник, Н	Втрата міцності зразка, %	Розривальний показник, Н	Втрата міцності проби, %	Розривальний показник, Н	Втрата міцності зразка, %	Розривальний показник, Н	Втрата міцності зразка, %
0	435,0	0,0	435,0	0,0	435,0	0,0	435,0	0,0
3600	429,8	-1,2	422,8	-2,8	420,6	-3,3	415,4	-4,5
7200	425,0	-2,3	405,9	-6,7	393,2	-9,6	399,3	-8,2
10800	419,8	-3,5	389,8	-10,4	387,2	-11,0	388,5	-10,7
14400	412,8	-5,1	373,2	-14,2	376,3	-13,5	383,7	-11,8
18000	405,4	-6,8	359,7	-17,3	367,6	-15,5	378,0	-13,1

Про це свідчать також і результати експериментів стосовно зміни величини крайового кута змочування розчинами гідроксиду натрію залежно від часу експозиції. Відомо [3] що рідина, яка нанесена на поверхню, розчиняється на ній до утворення мономолекулярного шару. Якщо молекули рідини взаємодіють з молекулами твердого тіла сильніше ніж між собою, з точки зору термодинаміки, слід говорити про повне змочування. В разі, коли молекули рідини взаємодіють між собою сильніше ніж з молекулами твердого тіла, то крапля рідини буде мати сферичну форму і це буде характеризувати незмочування поверхні, або неповне змочування. А взагалі, критерієм оцінки вказаного термодинамічного процесу є крайовий кут змочування, величина якого залежить від поверхневого натягу [4,5].

Таблиця 2. Зміна розривальних характеристик зразків (50мм 100мм) спеціального матеріалу арт. 86039 залежно від концентрації NaOH і часу експозиції

Концентрація гідроксиду натрію, %								
Час обробки проб NaOH різних концентрацій, С	10		20		30		40	
	Розривальний показник, Н	Втрата міцності зразка, %	Розривальний показник, Н	Втрата міцності зразка, %	Розривальний показник, Н	Втрата міцності зразка, %	Розривальний показник, Н	Втрата міцності зразка, %
0	720,0	0,0	720,0	0,0	720,0	0,0	720,0	0,0
3600	714,2	-0,8	705,6	-2,0	694,1	-3,6	692,6	-3,8
7200	709,2	-1,5	685,4	-4,8	681,1	-5,4	674,6	-6,3
10800	707,0	-1,8	666,7	-7,4	663,1	-7,9	666,0	-7,5
14400	704,2	-2,2	649,4	-9,8	654,5	-9,1	661,0	-8,2
18000	697,7	-3,1	628,6	-12,7	642,2	-10,8	635,8	-11,7

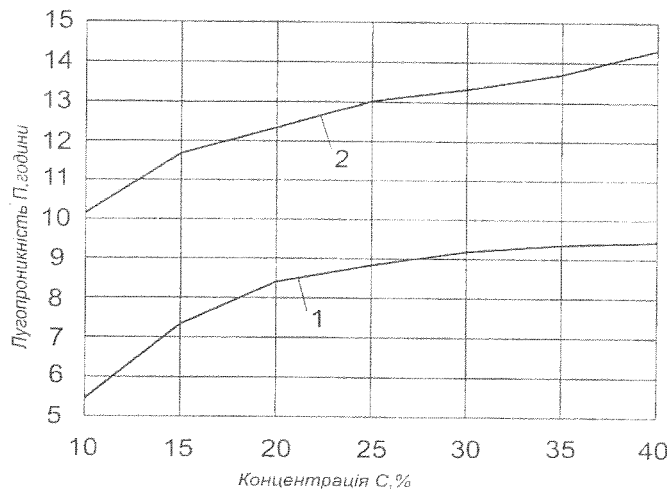


Рис. 1. Залежність проникнення краплинно - рідинної фази NaOH від концентрації і виду текстильного матеріалу: 1 – арт. 6405; 2- арт. 86039

Периметр змочування краплею рідини поверхні тіла обмежений взаємодією трьох середовищ: рідиною, повітрям і твердим тілом. Це середовище розмежується поверхнями за принципом:

- а) рідина - повітря з поверхневим натягом  $\delta_{рт}$ ;
- б) повітря - тверде тіло з поверхневим натягом  $\delta_{пт}$ ;
- в) рідина - тверде тіло з поверхневим натягом  $\delta_{рп}$ ;

Діючі сили поверхневого натягу направлені перпендикулярно до окремих елементів краплі рідини і дотична до поверхні розділу (рис.2) і урівноважують одна одну. Дана система діючих сил після досягнення рівноваги може бути описана відношенням Юнга - Дюпре:

$$\delta_{пт} = \delta_{рт} + \delta_{рп} \cos \Theta, \quad (2)$$

$$\delta_{пт} = \delta_{рт} + \delta_{рп} \cos \Theta, \quad (3)$$

Тоді рішення відносно  $\cos \Theta$  приводить до виразу :

$$\cos \theta = \frac{\delta_{рт} - \delta_{рп}}{\delta_{рп}}, \quad (4)$$

Таким чином, при повному змочуванні рідиною твердої поверхні кути  $\Theta < 90^\circ$ , тобто  $\cos \Theta > 0$ . Якщо ж змочування не відбулося, то  $\Theta > 90^\circ$ , а  $\cos \Theta < 0$ , а при неповному змочуванні - кут  $\Theta = 90^\circ$  і  $\cos \Theta = 0$ .

На підставі розглянутих теоретичних основ очевидно, що  $\cos \theta$  характеризує здатність рідини змочувати поверхню тіла, а значення крайового кута  $\theta$  є не що інше, як критерій оцінки змочування.

В роботі [6] досліджена залежність між ступенем змочування поверхні текстильних матеріалів розчинами мінеральних кислот і їх проникненням через товщину зразків. Аналіз результатів свідчить про те, що збільшення концентрації сірчаної кислоти призводить до зменшення величини крайового кута змочування, а це, як стверджує автор роботи, повинно привести до прискорення процесу її проникнення через товщину зразка, що підтверджується експериментально.

Нами також були проведені аналогічні дослідження тільки стосовно дистильованої води, 10%, 20%, 30% і 40% гідроксиду натрію. Дистильована вода взята для порівняння. Протягом трьох годин, з інтервалом тридцять хвилин, проводились заміри величини

крайового кута змочування вказаних рідин, краплі яких наносили на ПВХ плівку. Аналіз отриманих результатів показав, що величина крайового кута краплі дистильованої води практично не змінилась. Стосовно розчинів NaOH, то слід зазначити, що кут  $\theta$  10% лугу зменшується від  $110^\circ$  до  $92^\circ$  за три години експозиції, тобто на 16,4%, а 20% розчин – на 12%, від  $124^\circ$  до  $109^\circ$  (рис. 2).

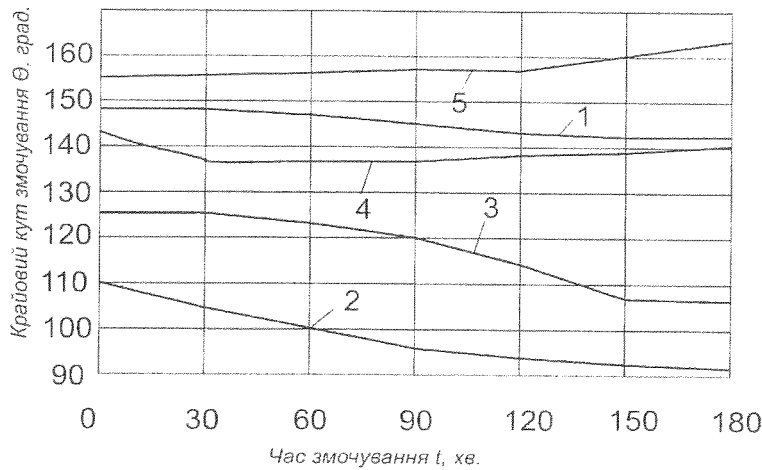


Рис.2 Зміна величини крайового кута змочування від часу змочування дистильованою водою і розчинами NaOH: 1 – дистильована вода; 2 – 10%; 3 – 20%; 4 – 30%; 5 – 40%.

Розчини гідроксиду натрію 30% і 40% концентрації в умовах даного експерименту, не змінювали значення крайового кута змочування, або величина його збільшувалась в порівнянні з вихідним (табл.3)

Так, крайовий кут  $\theta$  для 30% NaOH дорівнював  $141^\circ$  і через 180 хвилин це значення залишилось. Що стосується 40% лугу, то слід зазначити, що до 60 хвилин значення крайового кута змочування було постійним ( $\theta = 156^\circ$ ), а в інтервалі часу 60... 180 хвилин, його величина збільшилась від  $156^\circ$  до  $162^\circ$ , тобто на 4% порівняно з вихідним значенням.

Таблиця 3

Найменування реагентів, їх концентрація	Час змочування, хвилини						
	0	30	60	90	120	150	180
	Крайовий кут змочування, градуси						
Вода дист.	148	148	148	146	144	143	143
10% NaOH	110	106	101	98	96	92	92
20% NaOH	124	124	122	120	114	109	109
30% NaOH	141	141	141	140	139	139	141
40% NaOH	156	156	156	157	157	159	162

Крім цього, було визначено, що краплі вказаних розчинів в середині експерименту зменшилась в об'ємі, змінили колір завдяки появі кристаликів  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , а в кінці досліду перетворились в тверді кульки.

Таким чином, отриманні результати стверджують раніше означене припущення про те, що хімічну стійкість спеціальних матеріалів різного асортименту доцільно контролювати 20% розчином луку, а процес проникності через товщину вказаним агресивним реагентом 10%-ї концентрації, що достатньо, при науковому обґрунтуванні їх вибору для виготовлення захисного спорядження пожежника.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Глинка Н.Л. *Общая химия*. – Л.: Химия, 1986. – 702 с.
2. *Додаток А проект ДСТУ „ Одяг пожежника захисний. Загальні технічні вимоги та методи випробування”*.
3. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. *Физико-химические основы смачивания и растекания*. – М.: Химия, 1976. – 231 с.
4. Воюцкий С.С. *Физико-химические основы пропитывания и импрегнирования волокнистых систем водными дисперсиями полимеров*. – Л.: Химия, 1969. 336 с.
5. Айвазов Б.В. *Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбций*. – М.: Высшая школа, 1973. – 205 с.
6. Мычко А.А. *Исследование проницаемости спецтканей на основе лавсановых волокон и их хемостойкости к некоторым агрессивным жидкостям. Дис...канд. техн. наук: 05.19.01. –К.; 1979. -206 с.*

УДК 699.887.3

*А.С.Беліков, д.т.н., проф., В.Ф.Запрудін, к.т.н., доц. (Придніпровська державна академія будівництва та архітектури),  
В.В.Кошеленко (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України),  
О.В.Рабич (Придніпровська державна академія будівництва та архітектури)*

#### ДЖЕРЕЛА ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УМОВИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ В ПОБУТІ І НА ВИРОБНИЦТВІ

У статті представлено результати дослідження щодо наслідків негативного впливу джерел іонізуючого випромінювання на здоров'я та життєдіяльність людини.

*Проблема.* Розвиток суспільства нерозривно пов'язаний з використанням людиною природних запасів Землі для забезпечення життєвих потреб. При цьому будь-який вид виробництва обумовлює не тільки додаткову користь для суспільства, але й веде до погіршення екологічної обстановки – забруднюється навколишнє середовище, порушується природний зв'язок між людиною і природою, вичерпуються природні ресурси й ін. Ці втрати неможливо компенсувати жодним збільшенням матеріальних благ, які створюються виробництвом.

*Актуальність.* Основні екологічні наслідки різних видів антропогенної діяльності людини викликають медико-біологічні ефекти впливу на організм людини, зміни параметрів навколишнього середовища, що призводить до погіршення комфортності умов перебування людини в побуті і на виробництві; кількісні і якісні зміни природних ресурсів, що використовуються або будуть використовуватись суспільством. Тому дослідження в цій області є актуальними.