

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. Ціллю даної роботи є визначення впливу зазначених кремній-

органічних покриттів на внутрішніх поверхнях різного типу каналів, що використовуються в пожежній техніці, наприклад, пожежних стволів.

Проведені дослідження та отримані результати. У дослідженнях, що проводилися спільно Черкаським інститутом пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля та Національним технічним університетом України «КПІ», стосовно зазначеної проблематики використовувалися кремній-органічні покриття, основою яких є полісілоксановий ланцюг, що складається із почергово розташованих атомів кремнію Si та кисню O.

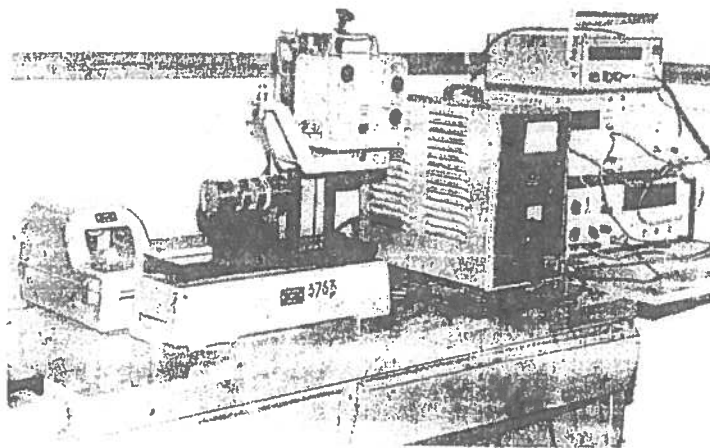


Рис. 1. Профілограф-профілометр моделі 201

Крім силіконових зв'язків кремній-органічні полімери містять кремній-вуглецеві зв'язки. Саме тому, полімери, що утворюють дану плівку, набувають високої термостійкості та твердості, жорсткості, масло- та бензостійкості, хімічної та морозостійкості та мають електроізоляційні властивості [4].

Необхідно також зазначити, що подібні покриття забезпечують достатньо високий кут змочування, що вкрай важливо при вирішенні задач зменшення гідравлічних опорів.

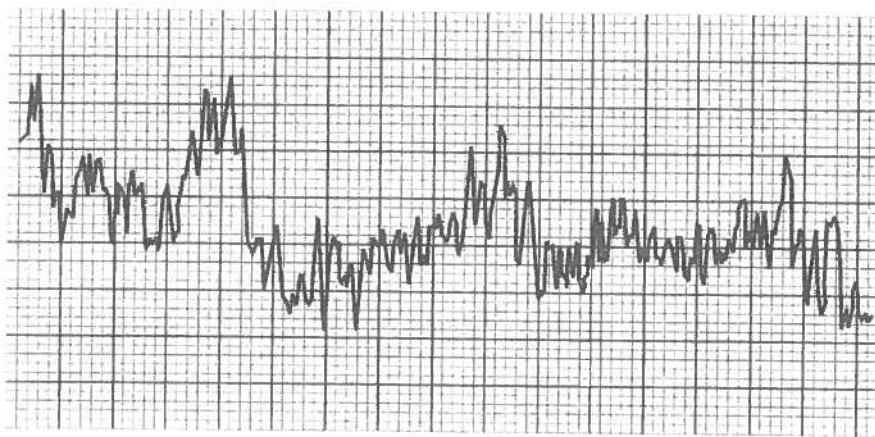
У проведених дослідах ступінь шорсткості поверхні визначався за допомогою профілографа-профілометра моделі 201 (рис.1). На основі дослідів були отримані відповідні профілограми для різних типів кремній-органічних покриттів (рис.2а, б): покриття нанесено на поверхню сталюї труби (рис. 2а) і поверхню органічного скла (рис.2б). Як видно з наведених профілограм, при одному й тому ж типі кремній-органічного покриття профіль отриманої поверхні суттєво залежить від профілю поверхні матеріалу на який покриття наноситься. В досліді кут змочування отриманої поверхні становив  $90^{\circ}3' \dots 102^{\circ}24'$ .

Сталеві труби з покриттями зазначеного типу використовувалися при визначенні гідравлічних опорів потоків в'язкої та аномально в'язкої рідини як при ламінарному, так і при турбулентному режимах потоку. В якості робочих рідин використовувалися вода та водяні розчини карбоксилітилцелюлози. Використовувалися сталеві труби з різними значеннями шорсткості; в залежності від покриття можна було змінювати кут змочуваності  $\alpha$ . Встановлено, що в діапазоні чисел Рейнольдса значеннями до  $10^5$  прийнятні результати дає використання формули Блазіуса [5], відкоригованої деяким коефіцієнтом  $\beta$ , що залежить від числа Рейнольдса і складу кремній-органічного покриття.

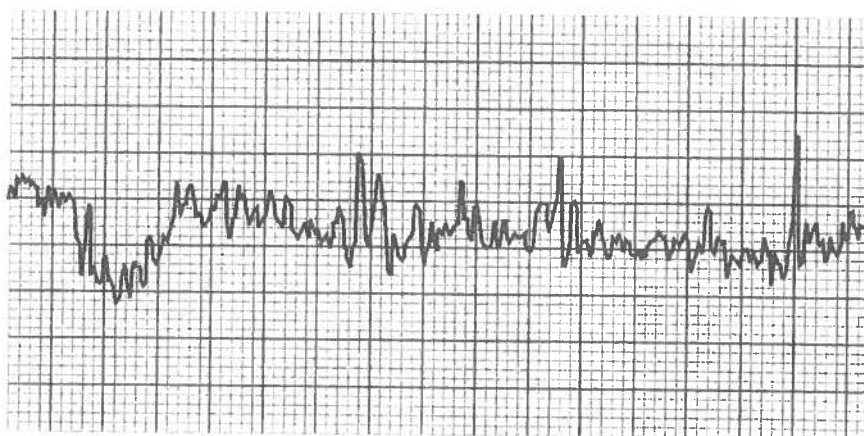
Таким чином,

$$\lambda_{\text{від}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \cdot \beta. \quad (1)$$

Для досліджуваного діапазону чисел Рейнольдса та кута змочуваності  $\alpha$  коефіцієнт  $\beta$  набуває значень, наведених в таблиці 1.



а)



б)

Рис. 2. Профілограма внутрішньої поверхні труби (а) та органічного скла (б) з кремній-органічним покриттям № 130 (якісна картина)

Таблиця 1

Значення коефіцієнта  $\beta$  для досліджуваного діапазону чисел Рейнольдса та кута змочуваності  $\alpha$

Число Re	Кут змочуваності $\alpha$	Коефіцієнт $\beta$	$\lambda_{гид}$
14150	90°3'	0,764	0,2417/ $\sqrt[4]{Re}$
17800	95°11'	0,851	0,2693/ $\sqrt[4]{Re}$
71995	98°6'	0,941	0,2977/ $\sqrt[4]{Re}$
26300	102°24'	1,035	0,3275/ $\sqrt[4]{Re}$
31056	98°6'	0,974	0,3110/ $\sqrt[4]{Re}$

На рис. 3 а,б подано залежності коефіцієнта гідравлічного тертя від числа Рейнольдса в системі координат  $\lg 100\lambda - \lg Re$  (кожна з кривих відповідає певному значенню кута змочуваності  $\alpha$ ). Як видно з цих графіків, підвищення кута змочуваності сприяє зниженню гідравлічного опору  $\lambda$ , що надзвичайно важливо в практичних умовах, оскільки зі

зменшенням сил в'язкого тертя при незмінній потужності збільшуються витрати рідини в пожежній установці. Іншим, окрім кута змочуваності  $\alpha$ , показником ефективності досліджуваних покриттів (в гідравлічному сенсі) є деяка функція  $f(x)$ , що характеризує зміни максимальних розмірів виступів шорсткості по довжині каналу. Використовуючи подану А.Д. Альтшулем [5] формулу для визначення коефіцієнта  $\lambda_{\text{в'яз}}^m$ , функцію  $f(x)$  можна визначити таким чином

$$f(x) = \ddot{A} \left[ \frac{\lambda_{\text{в'яз}}^{1/m}}{\lambda_0} - \frac{B}{\text{Re}} \right], \quad (2)$$

де  $\ddot{A}$  - діаметр каналу, наприклад, пожежного ствола;  $B$  - експериментально визначений параметр, що залежить від властивостей покриття (зокрема кута змочування);  $m$  - константа.

Врахування даної функції  $f(x)$  суттєве в тих випадках, коли ступінь шорсткості кремній-органічного покриття спричиняє вплив на величину  $\lambda_{\text{в'яз}}$ .

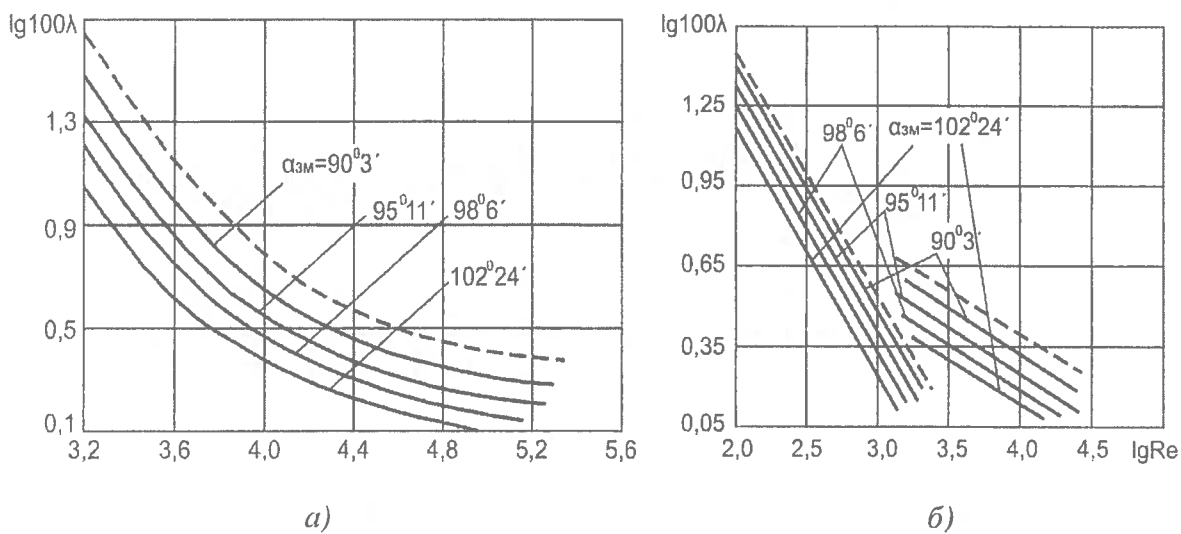


Рис. 2. Графіки залежності коефіцієнта гідравлічного опору від числа Рейнольдса під час руху води (а) і 1%-го розчину карбоксиметилцелюлози (б) в трубах без покриття (пунктиром) і з кремнійорганічним покриттям (пряма лінія)

Значення функції  $f(x)$  були отримані на основі аналізу профілограм і графічних залежностей наведених на рис. 3, 4. В таблиці 2 наведено значення  $f(x)$  при заданих параметрах  $B$ ,  $\alpha$  в діапазоні чисел Рейнольдса при яких проводилися досліди.

Із наведених результатів можна зробити висновок, що за допомогою формули (2) при відомому значенні функції  $f(x)$  можна визначити коефіцієнт  $\lambda_{\text{в'яз}}$  з врахуванням особливостей кремній-органічного покриття.

Скориставшись  $\pi$ -теоремою для загального випадку напірних та безнапірних потоків в'язкої рідини можна визначити основні критерії, які характеризують потоки рідини вздовж різних поверхонь. Такими критеріями є: критерій Рейнольдса  $\text{Re} = \frac{U_{\text{пдл}} \delta}{\nu}$ ; Фруда  $\text{Fr} = \frac{U_{\text{пдл}}^2}{2g\delta}$ ;

Вебера -  $We = \frac{\rho U_{\text{пдл}}^2}{\sigma}$  (можливо критерій  $A_B = \frac{\text{Fr} \cdot \text{Re}^4}{We^3} = \frac{\sigma \rho}{g \mu^2}$ ).

Таблиця 2

Значення функції  $f(x)$ 

Значення $Re$	Значення $B$	Функція $f(x)$
$8354 \leq Re \leq 27608$	$4050,2 \leq B \leq 6914,3$	1,0
$27608 \leq Re \leq 49391$	$6914,3 \leq B \leq 19889,4$	
$49391 \leq Re \leq 105225$	$19889,4 \leq B \leq 31884,1$	
$105225 \leq Re \leq 142363$	$31884,1 \leq B \leq 37342,1$	
При куті змочування $\alpha = 90^{\circ}3'$		
$7467 \leq Re \leq 21728$	$6735,0 \leq B \leq 9554,1$	4,0
$21728 \leq Re \leq 51317$	$9554,1 \leq B \leq 30685,0$	
$51317 \leq Re \leq 100049$	$30685,0 \leq B \leq 49577,6$	
$100049 \leq Re \leq 141874$	$49577,6 \leq B \leq 721153,0$	
При куті змочування $\alpha = 95^{\circ}11'$		
$16864 \leq Re \leq 30333$	$15249,5 \leq B \leq 20677$	5,0
$30333 \leq Re \leq 62955$	$20677 \leq B \leq 56646,7$	
$62955 \leq Re \leq 99048$	$56646,7 \leq B \leq 80704,1$	
$99048 \leq Re \leq 126926$	$80704,1 \leq B \leq 95257,6$	
При куті змочування $\alpha = 98^{\circ}6'$		

Таблиця 3

## Значення коефіцієнтів, які залежать від форми поверхні, отримуваної в результаті нанесення кремній-органічного покриття

Труба	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
з оргскла	34,395	-0,437	0,0017	0
нова стальна	269,161	-9,750	0,123	0
з покриттям при куті $\alpha$ рівному:				
$90^{\circ}3'$	62,140	-2,126	0,026	0
$95^{\circ}11'$	90,404	-3,369	0,046	0
$98^{\circ}6'$	105,465	-3,430	0,038	0,0150
$102^{\circ}24'$	149,854	-4,900	0,058	0,0023

*Висновки.* Для напірних потоків в каналах з кремній-органічним покриттям, зручним для оцінювання впливу кремній-органічного покриття на гідравлічні втрати енергії є така залежність між критеріями:

$$Eu = a_0 + a_1 \lg Re + a_2 \lg Re^2 + a_3 \lg Re^3, \quad (3)$$

де  $a_0, a_1, a_2, a_3$  - відповідні коефіцієнти, які залежать від форми поверхні, отримуваної в результаті нанесення кремній-органічного покриття. Проведені дослід з трубами діаметром 50 мм при русі води зі швидкостями, які відповідають числам Рейнольдса  $2,5 \cdot 10^3 \leq Re \leq 1,8 \cdot 10^4$  дозволили визначити ці коефіцієнти (таблиця 3).

Проведені дослід дозволяють дати оцінку впливу кремній-органічних поверхонь на потік в'язкої рідини в елементах гідравлічних систем, які використовуються в пожежному обладнанні: окрім захисних властивостей від впливу високих температур, дані покриття сприяють зниженню гідравлічного опору.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Анисович А.Г., Елесеєв С.Ю., Маханько В.И. Антикоррозионные защитные покрытия по стали Ст.3 // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республик Беларусь. – Минск: Издательский центр Белорусского государственного университета, №2, 2005. – С. 41-48.
2. Маханько В.И., Елесеєв С.Ю., Кулаковский Б.Л. Антикоррозионная защита емкостей пожарной автоцистерны // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республик Беларусь. – Минск: Издательский центр Белорусского государственного университета, №1, 2005. – С. 19-24.
3. Пащенко А.А. и др. Жаростойкие покрытия с повышенной биостойкостью // Высокотемпературная защита материалов. – Л.: Наука, 1981, 288-289 с.
4. Мамедов Н.М., Яхно О.М. Влияние кремний-органических покрытий трубы на сопротивление гидросистеме // Гидропривод и гидроавтоматика. Респ. межвед. научно-технический сборник, Вып. 22, 1986. – С. 19-25.
5. Альтишуль А.Д., Калишун В.И. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. – М.: Стройиздат, 1964. – 170 с.

УДК 614.842

О.М. Щербина, к.фарм.н., доц., Б.М. Михалічко, д.х.н., доц., Р.Ю. Безека (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

### АНАЛІТИЧНЕ ВИЯВЛЕННЯ ПЛЮМБУМУ Й БАРІУ В ДОВКІЛЛІ У ПІСЛЯПОЖЕЖНИЙ ПЕРІОД

Наведено опис методики аналітичного виявлення Плюмбуму та Барію у забруднених важкими металами зразках, взятих із об'єктів довкілля у постпожежний період. Розглядаються умови розділення іонів  $Pb^{2+}$  та  $Ba^{2+}$  у разі їхньої сумісної присутності у зразку

Серед різноманітних хімічних речовин, які є забруднювачами об'єктів довкілля (повітря робочої зони промислових підприємств, атмосферного повітря, водойм, ґрунтів, харчових продуктів тощо) і вкрай негативно впливають на загальну екологічну ситуацію та на саму людину, дуже небезпечними токсикантами вважаються важкі метали та їхні сполуки.

Відомо, що із 110 хімічних елементів, переважна більшість – це метали, які широко використовуються на різних виробництвах та в техніці. Впровадження в народному господарстві новітніх технологій із застосуванням важких металів має перспективи зростання темпів і масштабів виробництва. Втім, це має й негативні наслідки, оскільки існують значні ризики виникнення техногенних катастроф, які можуть супроводжуватися викидами в довкілля сполук важких металів. Висока ж токсичність сполук важких металів, їхня здатність нагромаджуватися в організмі людини, шкідливий вплив порівняно невеликих концентрацій на загальний екологічний стан довкілля, робить ці хімічні забруднювачі дуже небезпечними.

Більшість важких металів, до яких належать такі речовини як залізо, марганець, хром, барій, свинець, цинк, мідь, олово, нікель, срібло, вісмут, ртуть, характеризується високою біологічною активністю, а тому проблема профілактики їхнього шкідливого впливу на здоров'я людини стає першорядним завданням і вимагає знань як самих характеристик