

МИХАЙЛОВА НІНА

Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля, м. Северодонецьк

ПРИВАЛА ВАЛЕРІЙ

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0003-3465-6369>e-mail: pva2012hnu@gmail.com

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ РОЗЧИНІВ МІНЕРАЛЬНИХ КИСЛОТ, АМІАКУ ТА ЛУГІВ НА МІЦНІСТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕЦІАЛЬНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Автори публікації пропонують до розгляду результати досліджень стійкості спеціальних текстильних матеріалів для виготовлення захисного одягу від впливу хімічних агресивних речовин в умовах вітчизняних хімічних підприємств. Дослідження проводились за вдосконаленою методикою, яка передбачає використання дослідної установки КІМ-1. За критерій визначення стійкості матеріалів стосовно впливу хімічних реагентів обрано величину зусилля розривального навантаження дослідних проб.

Ключові слова: ізолюючий захисний костюм, хімічна промисловість, методика досліджень, хімічно агресивне середовище.

MIHAILOVA NINA

Eastern National University. Volodymyr Dahl, m. Severodonetsk

PRIVALA VALERII

Khmelnitsky National University

STUDY OF THE INFLUENCE OF SOLUTIONS OF MINERAL ACIDS, AMMONIA AND ALKALIS ON THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF SPECIAL TEXTILE MATERIALS

The issue of protecting workers in chemical industries is extremely relevant, since this industry is associated with high risks to human health and life. Contact with toxic substances and dangerous chemical reactions can lead to serious illness, disability or even death. Ensuring an adequate level of safety in the workplace, including the use of protective equipment and compliance with safety standards, is critical to preserving the health and life of workers. The protection of workers in chemical industries is even more important in the context of environmental safety and sustainable development. The introduction of modern technologies and innovations in production processes can significantly reduce the risks associated with chemical accidents and environmental pollution. In addition, the creation and maintenance of safe working conditions are important elements of the effective management of enterprises in the chemical industry. After all, protecting workers is not only a social responsibility, but also an important factor in improving productivity and competitiveness of production.

The purpose of these studies is to improve the methodology for conducting studies of the effect of solutions of mineral acids and alkalis on samples of special materials that are provided for the manufacture of protective suits for workers in chemical industries. The authors of the publication propose for consideration the results of studies of the stability of special textile materials for the manufacture of protective clothing against the effects of chemical aggressive substances in the conditions of domestic chemical enterprises. The studies were carried out according to an improved methodology, which involves the use of an experimental KIM-1 installation. According to the criterion for determining the stability of materials in relation to the influence of chemical reagents, the value of the breaking load force of experimental samples was chosen.

Key words: insulating protective suit, chemical industry, research methodology, chemically aggressive environment.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Питання захисту працівників хімічних виробництв є надзвичайно актуальним, оскільки ця галузь пов'язана з високими ризиками для здоров'я та життя людей. Контакт із токсичними речовинами та небезпечними хімічними реакціями може призвести до серйозних захворювань, інвалідності або навіть летальних випадків. Забезпечення належного рівня безпеки на робочому місці, включаючи використання захисного обладнання та дотримання стандартів безпеки, є критично важливим для збереження здоров'я та життя працівників. Захист працівників хімічних виробництв набуває ще більшого значення в контексті екологічної безпеки та сталого розвитку. Впровадження сучасних технологій та інновацій у виробничі процеси може суттєво зменшити ризики, пов'язані з хімічними аваріями та забрудненням навколишнього середовища. Крім того, створення та підтримка безпечних умов праці є важливими елементами ефективного управління підприємствами хімічної галузі. Зрештою, захист працівників – це не тільки соціальна відповідальність, але й важливий фактор підвищення продуктивності та конкурентоспроможності виробництва.

Як було зазначено в попередніх публікаціях [1], на вітчизняних підприємствах хімічної промисловості існують певні проблеми щодо забезпечення робітників якісним спеціальним одягом. Особливо гостро це питання постало у напрямку створення захисного одягу для працівників, виконання професійних обов'язків яких відбувається в умовах активного агресивного середовища. Зокрема це стосується слюсарів-апаратників, які здійснюють технічно-регламентні роботи ємностей для зберігання та транспортування речовин, що входять до комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ). Особливості умов праці і наліз якості захисного одягу саме для цієї категорії робітників

детально розглянуто у попередніх публікаціях [2], де висвітлюється питання методології добору матеріалів (або їх пакету) для створення ізолюючих захисних костюмів (ІЗК).

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Світовий ринок захисного одягу різного призначення періодично поповнюється новими зразками виробничого захисного одягу для використання в різноманітних шкідливих умовах праці. Виробники такої продукції пропонують нові конструктивні і технічні рішення [3, 4, 5, 6, 7], проте переважна їх більшість є вузько направленними і спрямовані на створення захисту лише від вологи та переохолодження. При цьому технічна інформація стосовно технологій виготовлення як матеріалів, так і самих виробів є дуже обмеженою, оскільки відноситься до категорії «комерційна таємниця». В той час, як захист робітників хімічних виробництв потребує захисту від цілого комплексу НШВФ різної концентрації. Що ж стосується комплексного захисту, то створення такого одягу вимагає особливих матеріалів і розробки відповідної методології роботи з ними. Крім того, створення нових матеріалів зазначеного функціоналу є тривалим за часом і вимагає значних фінансових витрат.

Одним з найбільш шкідливих для здоров'я людини речовин на хімічному виробництві є рідкий або газоподібний аміак, із залишками якого стикаються слюсарі-ремонтники під час очищення, ремонту та інших профілактичних робіт закритих резервуарів. Так як реагент погано кипить, його стан в нормальних умовах найчастіше газоподібне, а вплив на організм людини дається в першій частині роботи. Аміак є сировиною багатьох хімічних виробництв - зокрема, нітратної кислоти і азотних добрив. Останнім часом зріджений аміак і водний розчин аміаку широко застосовують безпосередньо як азотне добриво. Зберігають і транспортують аміак у зрідженому стані в спеціальних цистернах. Як рідина аміак легший за воду, має меншу густину і в повітрі утворює слабкий дим, при цьому він є вогнебезпечним, утворює вибухові суміші з повітрям, отруйний. Особливо небезпечний для очей та може викликати важкі пошкодження дихальних шляхів і легень, спричиняє їх набряк з можливими летальними наслідками для людини. Методологію випробувань спеціальних матеріалів для захисного одягу детально викладено у попередніх публікаціях [8, 9, 10].

Мінеральні кислоти, такі як сірчана, азотна та соляна кислоти, можуть мати серйозний шкідливий вплив на здоров'я людини. Вдихання парів цих кислот може призвести до подразнення дихальних шляхів, кашлю, задишки та навіть хімічних опіків легень. Контакт з шкірою може викликати сильні опіки, виразки та тривале пошкодження тканин. Потрапляння кислот в очі може призвести до серйозних ушкоджень, включаючи втрату зору. Тривалий вплив навіть низьких концентрацій кислот може спричинити хронічні захворювання дихальної системи та шкіри [11].

Луги, такі як гідроксид натрію (каустична сода) та гідроксид кальцію (гашене вапно), можуть мати серйозний шкідливий вплив на здоров'я людини. Вдихання пилу або парів лугів може викликати подразнення дихальних шляхів, кашель, чхання та навіть хімічні опіки легень. Контакт з шкірою може призвести до сильних опіків, виразок та тривалого пошкодження тканин. Потрапляння лугів в очі може спричинити серйозні ушкодження, включаючи втрату зору. Тривалий вплив навіть низьких концентрацій лугів може спричинити хронічні захворювання дихальної системи та шкіри [12].

Метою роботи є: удосконалення методології проведення досліджень впливу розчинів мінеральних кислот та лугів на проби спеціальних матеріалів, які передбачаються для виготовлення захисних костюмів працівників хімічних виробництв.

Викладення основного матеріалу

Одним з етапів процесу проектування захисного одягу є конфекціонування спеціальних матеріалів і вивчення їх хімічної стійкості до впливу корозійних середовищ, таких як кислота широкого спектру величини концентрації. Дослідження передбачається проводити над матеріалами, які вже використовуються на вітчизняних підприємствах хімічної промисловості для слюсарів-монтажників, що займаються підготовкою та очищенням закритих хімічних контейнерів та ємностей. Це є необхідним для практичної оцінки можливостей даних тканих матеріалів різного складу волокон (без полімерного покриття) захищати здоров'я людини. Основні характеристики зазначених матеріалів представлені в таблиці 1.

Обробка зразків тканин кислотами проводилася за стандартною методикою. Після нейтралізації реагенту водою проби висушували в лабораторних умовах і піддавали випробуванням на розривній машині РТ-250М. Тестовим критерієм є значення навантаження на розрив зразка, яке може бути припустимим при $\leq 15\%$ від вихідного (еталонного) значення даного матеріалу. Технологічна обробка проб виконується за допомогою установки КІМ-1, яка є розробкою співробітників лабораторії спеціальних засобів індивідуального захисту ВНІВТБХВ (м. Северодонецьк). Установка складається з ємності, в яку поміщають раму з пробною матеріалу (рис. 1). Зразок матеріалу поміщають в раму так, щоб контакт агресивного середовища був можливим тільки на лицьовій стороні, для чого його складають по довжині зразка лицем всередину. Після обробки протягом певного часу, зразок промивають водою до нейтральної реакції, сушать і перевіряють на зміну характеристик розривання, жорсткість, стійкість до багаторазового згинання тощо. При цьому критерієм оцінки опору є навантаження на розривання, яке є припустимим при умові $\leq 10\%$ від вихідного (еталонного) значення даного матеріалу.

Таблиця 1

Фізико-механічні, захисні властивості і гігієнічні показники тканин без плівкового покриття для захисного одягу слюсарів-монтажників

Найменування	Артикули спеціальних тканин			
	51351-СШ	6929	49705 «С»	49706 «С»
1	2	3	4	5
Поверхнева щільність, г / м ²	626	600	498	511
Розвивальне навантаження смужки 50х100 мм, Н:				
	по основі	966	637	1960
	по пітканню	453	539	880
Товщина, мм	2,2	2,2	1,6	1,5
Поверхнева щільність ниток на 100 мм, шт. :				
	по основі	243	259	275
	по пітканню	152	190	141
Усадка, % :				
	по основі	3,5	3,5	3,0
	по пітканню	3,2	3,5	3,0
Гігроскопічність, %	6,3	5,4	4,2	3,1
Повітропроникність, дм ³ /м ² · с	92,0	57,5	48,5	115,0
Кислотопроникність 80 % H ₂ SO ₄ , с	0,0	23400	5700	5400
Кислотостійкість до 80 % H ₂ SO ₄ , по основі, %	-14,5	-2,3	-1,6	-3,4
Вид оздоблення	ПФЕ	ГФ	ГФ	ГКЖ-94
Вид переплетення (кількість шарів)	1,5 саржа	2,0 саржа	1,5 саржа	1,5 саржа
Вміст складників, % :	60 Вов 20 ВВіс 20 ВПам	40 Вов 60 ВПП	30 Вов 70 ВПП	30 Вов 70 ВПЕ

Примітки: ПФЕ – парафіно-фталатна емульсія; ГЕ – гідрофобна емульсія; КОР-94 – кремнійорганічна рідина.

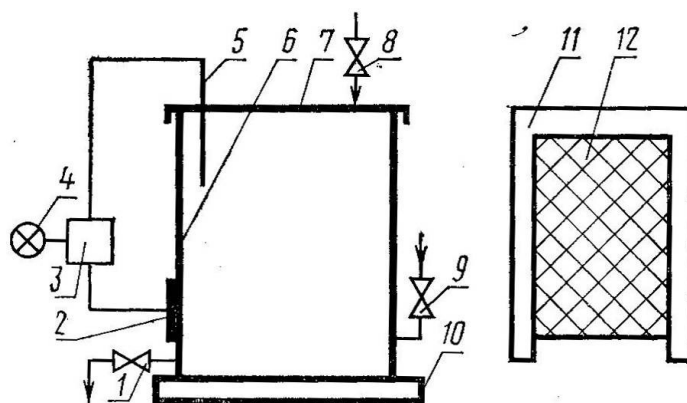


Рис. 1 - Принципова схема установки КИМ-1 : 1 - сливний кран; 2, 5 - контактні електроди; 3 - таймер; 4 - сигнальна лампа; 6 - контейнер; 7 - кришка; 8 - водопровідний кран; 9 - кран для подачі агресивних речовин; 10 - опора; 11 - прямокутна рамка; 12 - проба матеріалу

Обробка текстильних матеріалів арт. 51351-СШ, арт. 49706 «С», арт.6929 та Т-еластоміру (текстильний матеріал з плівковим покриттям, тобто штучна шкіра) проводилась окремо, щоб виключити можливий вплив деградації виробів, що переходять у розчин один на одного та на зразки. У процесі проведення експериментів і аналізу отриманих результатів було встановлено, що зразки матеріалу арт. 49706 «С», який складається з волокон 30% вовни і 70% лавсанового волокна, змінюються, тобто активно знижують свої розривні характеристики зі збільшенням концентрації H₂SO₄. Наприклад, при початковому значенні розривного навантаження матеріалу 50 x 100 мм в 1660 Н його значення дорівнювало 1630 Н при обробці 50% H₂SO₄ і зменшувалося на 80% H₂SO₄ - 1510 Н, тобто на 9 %. Вплив

90% H_2SO_4 призводить до втрати величини розриву на 48,3% і становить 859 Н (рис. 2). Зразки арт. 51351-СШ, виготовлені зі змішаної пряжі (60% вовняного волокна + 20% віскози і + 20% капронового волокна), через одну годину витримки, наприклад з 40% H_2SO_4 , знижують розривне навантаження з 966 Н (базова лінія) до 838 Н (на 13,3%) і при 90% H_2SO_4 , його величина вже дорівнює 508 Н, знизившись на 47,4% (рис. 2, 2). Арт. 6929 є кислотостійким, оскільки його волокнистий склад, що містить 40% вовняного волокна і 60% поліпропіленового волокна при контакті з 90% H_2SO_4 , тільки зменшився на 2,4% (з 637 Н до 622 Н), майже зберігаючи свої значення протягом усього дослідження (рис. 2, 3). Зміни розривних властивостей і зразків ІЗК-еластоміру є незначними (рис. 2, 4): при початковому значенні 500 Н, після дії 90% розчину сірчаної кислоти, вони стали дорівнювати 472 Н, зменшившись на 5,6%.

Наступним представником небезпечних і шкідливих виробничих факторів в закритих ємностях є соляна кислота, яка займає одну з лідируючих позицій серед сильних кислот за своїм окислювальним і реактивним потенціалом. Тому слід очікувати, що волокна вовни, віскози та поліаміду (капроніну), які використовуються в дослідних текстильних матеріалах, можуть зруйнуватися, а волокна лавсану та поліпропілену будуть хімічно стабільними навіть при високих концентраціях соляної кислоти. Експерименти, проведені відносно НСІ розчинів концентрацій від 5% до 35% (інтервал - 5%), показали, що найбільш активна деградація зразків матеріалу арт.51351-СШ, що містить вовну, віскозу і волокна капроні. Так, розчин 10% НСІ за одну годину контакту змінив зусилля розривання на 22,6% (від 966 Н до 748 Н) і 35% НСІ - 52,4% (рис. 3, 2). Якщо проаналізувати результати на предмет матеріалу арт. 49706 «С», волокна лавсану по основі і пітканню змішаної пряжі запобігли руйнівним процесам на 79% (1312 Н) від початкового значення (1660 Н), оскільки погіршили показники на 21% (рис. 3, 1).

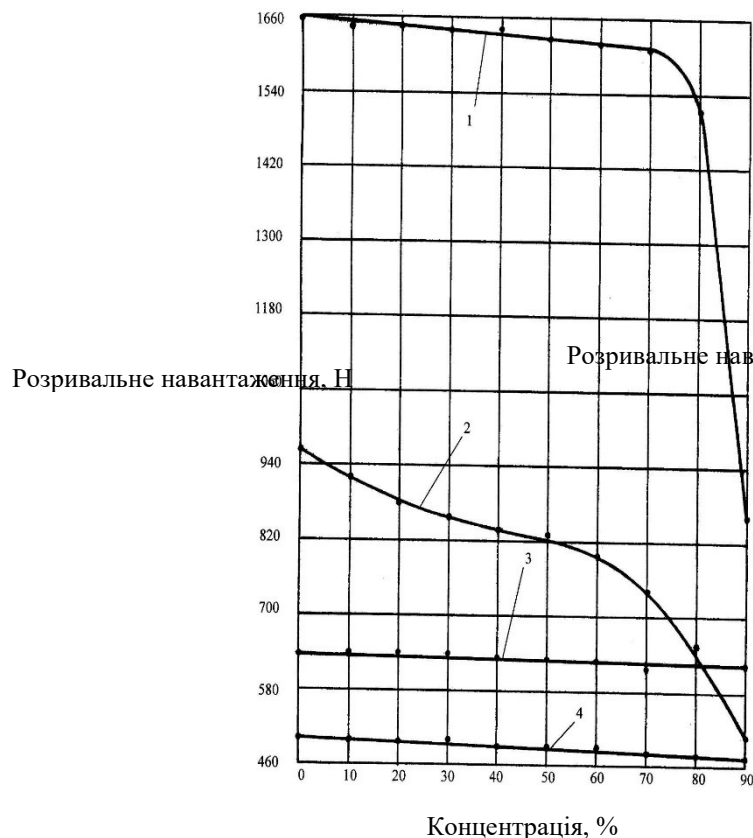


Рис. 2 - Залежність зміни характеристик руйнування від впливу розчинів H_2SO_4 на наступні зразки: 1 - арт. 49706 «С»; 2 - арт. 51351-СШ; 3 - арт. 6929; 4 - Т-еластомір

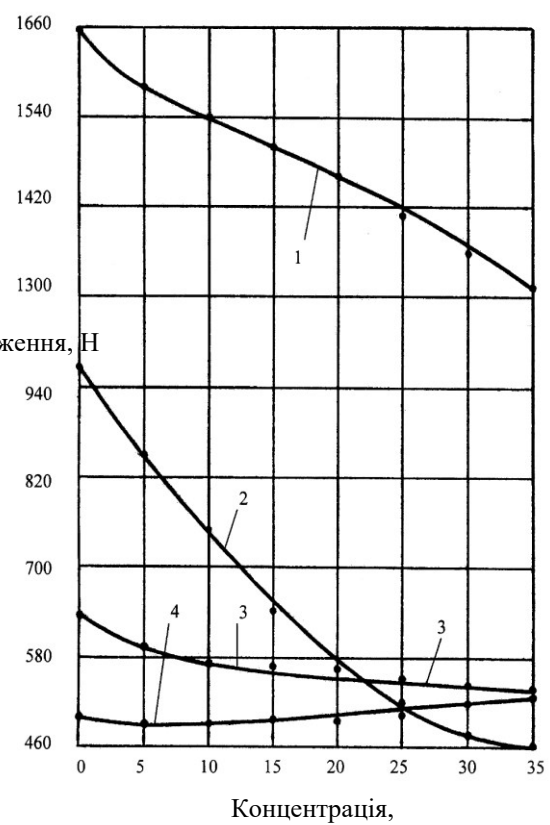


Рис. 3 - Залежність зміни характеристик руйнування від впливу розчинів НСІ на наступні зразки: 1 - арт. 49706 «С»; 2 - арт. 51351-СШ; 3 - арт. 6929; 4 - Т-еластомір

Аналогічні результати були отримані при дослідженні хімічної стійкості зразків матеріалу арт. 6929, що містить 40% вовняного волокна і 60% поліпропіленового волокна. Після дії 10% розчину НСІ протягом однієї години призводить до зниження їх характеристик розривання на 10,4% (571 Н). Зі збільшенням концентрації НСІ до 30% і 35%, зразки цього спеціального матеріалу зменшуються на 14,6% (544 Н) і 15,5% (538 Н) відповідно (рис. 3, 3).

Зразки матеріалу з плівковим покриттям (Т-еластомір), після обробки розчинами соляної кислоти різної концентрації, не є значними, але збільшує розривальне навантаження (рис. 3, 4). Так, ефект від 15% розчинів НСІ сприяє збільшенню контрольованого показника на 7,2% (536 Н) і, наприклад, 35% НСІ - на 13,2%, що відповідає 566 Н, з його початковим значенням 500 Н (рис. 3, 4). Незначне збільшення міцності, як показали подальші експерименти, є результатом впливу соляної кислоти на покриття

поліпропіленом етилену, що призводить до зменшення пластичної деформації. Зміна цього компонента від повної деформації при відсутності руйнівних процесів, одночасно призводить до збільшення жорсткості і характеристик руйнування досліджуваного матеріалу.

Аналіз результатів, отриманих при впливі азотної кислоти на досліджувані зразки, показав, що її розчини активно руйнують вовняні, віскозні, поліамідні і лавсанові волокна. Крім того, зростає ступінь деградації з підвищенням концентрації HNO_3 . Отже, зразки матеріалу арт. 49706 «С» при одноденній обробці 40% HNO_3 зменшив швидкість розриву з 1660 Н до 1489 Н, тобто на 10,3%, і з 70% HNO_3 на 60%, тобто з початкового значення 1660 Н до 670 Н (рис. 4, 1). Інший вид матеріалу (арт. 51351-СШ), що містить в своєму складі шовкові, віскозні і капронові волокна при контакті з 10% HNO_3 втратив міцність на 27,5% (від 966 Н до 700 Н), при цьому вплив, наприклад, 40% розчину знижує його до 340 Н або 64,8% (рис. 4, 2). Зразки матеріалу арт. 6929 активно знижують свої розривні характеристики до повного руйнування вовняного волокна в його складі (або 40%) і цей процес спостерігається до 30% HNO_3 . Після розщеплення вовняного волокна хімічне навантаження перебирають поліпропіленові волокна, а в кінці експерименту розчин 70% HNO_3 призводить до зниження розривних властивостей з 637 Н до 490 Н, тобто на 23% (рис. 4, 3).

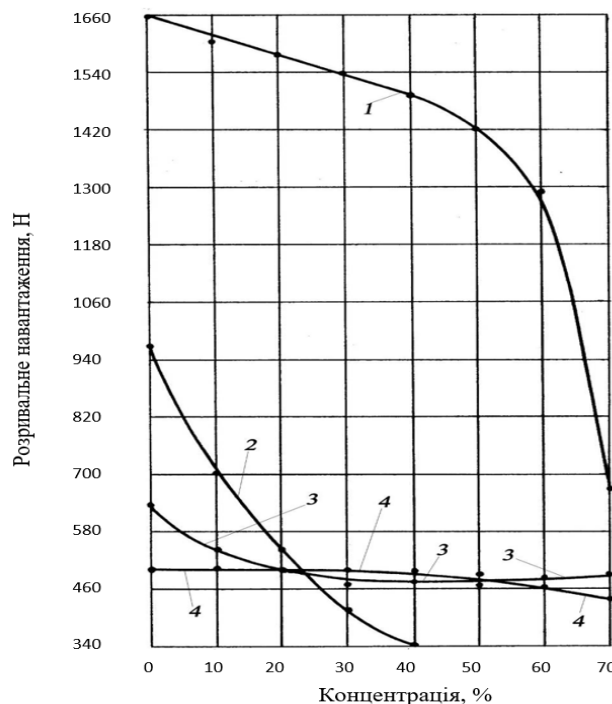


Рис. 4 - Залежність зміни характеристик руйнування від впливу розчинів HNO_3 на наступні зразки:
1 - арт. 49706 «С»; 2 - арт. 51351-СШ; 3 - арт. 6929; 4 - ІЗК-еластомір

Що стосується проб Т-еластоміру, то починаючи з 10% концентрації HNO_3 і до 40% її розчину, міцність матеріалу незначно зростає, а трохи знижується в діапазоні концентрації 50% - 70%. Таким чином, вплив 60% HNO_3 розчинів призводить до падіння розривних навантажень від 500 Н до 460 Н, а 70% кислота знищує зразок на 12,2%, від 500 Н до 439 Н (рис. 4, 4).

Дослідження, проведені з розчинами різної концентрації фосфорна кислота (H_3PO_4) показала, що їх вплив на такі фізико-механічні характеристики зразків текстильних матеріалів, як розривні навантаження, є значним і залежить в першу чергу від процентного вмісту хімічного реагенту і часу контакту. Однак його реактивність до волокон віскози та капрону менш активна, ніж інші мінеральні кислоти, як показали проведені експерименти. Зразки арт. 49706 «С» тільки після годинного контакту з 85% H_3PO_4 знижують розривні характеристики в порівнянні з базовим (1660 Н) до 1390 Н (на 16,3%). Решта H_3PO_4 розчинів концентрацій, наприклад, 50%, 60%, 70% і 80% зменшили ці характеристики на 12,6% (1450 Н); 13,5% (1444 Н); 14,5% (1420 Н) і 15,7% (1399 Н) відповідно (рис. 5, 1). Таким чином, на ступінь опору впливає не тільки концентрація H_3PO_4 при постійному значенні експозиції (3600 с), але і характер волокнистого складу досліджуваного зразка. Оскільки матеріал арт. 49706 «С» складається з 70% волокон ПЕТФ, так як найбільш стійкий до гідролізу розчинами H_3PO_4 , а його зразки хімічно стійкі.

Щодо зразків матеріалу арт. 51351-СШ, слід зазначити, що деструктивні процеси при обробці агресивними середніми розчинами різні концентрації більш активні, ніж інші матеріали. Основною причиною цього є фіброзний склад досліджуваної проби. Раніше зазначалося, що спеціальна тканинна арт. 51351-СШ виготовлена з вовни, віскози та поліамідних волокон, які не можна класифікувати як хімічно стійкі до агресивних середовищ. Тому після однієї години контакту зі зразками 10% H_3PO_4 характеристики розриву знизилися з 966 Н до 910 Н (рис. 5, 2). При збільшенні концентрації кислоти до

50% міцність матеріалу знизилася на 18,7% (787 Н), а ефект 85% H_3PO_4 призводить до розбивки зразків на 38,7% (рис. 5, 2).

Так сама картина спостерігається і у випадку зразків художнього матеріалу арт. 6929.

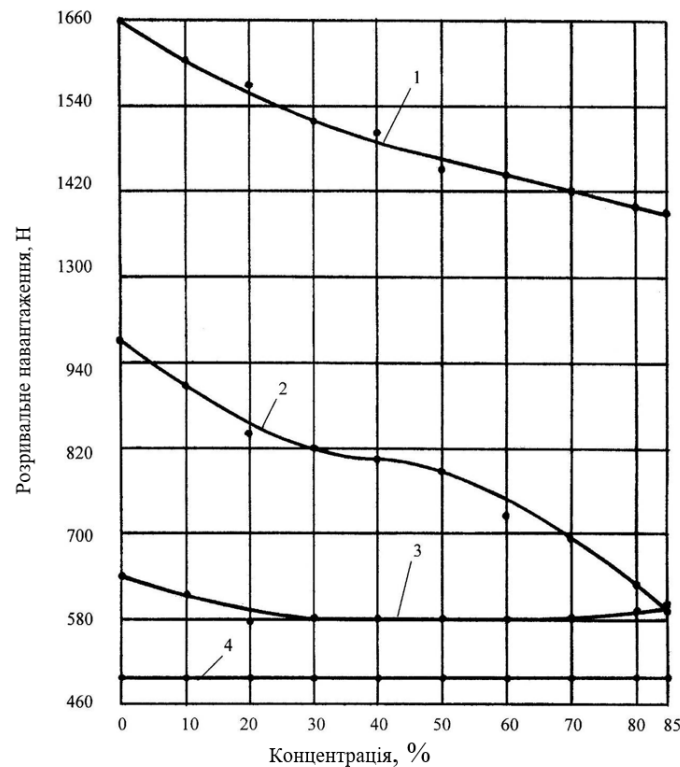


Рис. 5 - Залежність зміни характеристик руйнування від впливу H_3PO_4 розчинів на наступні зразки:
1 - арт. 49706 «С»; 2 - арт. 51351-СШ; 3 - арт. 6929; 4 - ІЗК-еластомір

Таким чином, після впливу на шерсть - поліпропіленовий зразок 10% H_3PO_4 розчину, його розривне навантаження зменшилося з 637 Н до 619 Н (2,8%), а при концентраціях 20% - 70% H_3PO_4 зміна міцності до 580 Н від вихідної не змінюється і до кінця експерименту вона становила 592 Н, тобто лише 7,1% зменшена за рахунок поліпропіленових волокон (рис. 5, 3), які хімічно стійкі.

Досліди також показали, що матеріали зразків, вироблені на основі Т-еластоміру, можна практично віднести до хімічно стійких H_3PO_4 розчинів різної концентрації (рис. 5, 4). При вивченні умов роботи обладнання та обслуговуючого персоналу з підготовки та очищення закритих ємностей було зазначено, що одним з шкідливих хімічно активних речовин може бути розчин лугу різної концентрації, попередньо підготовлений і транспортований як готовий продукт або сировина. Слід також зазначити, що висококонцентровані лужні продукти є масштабними кристалами, які більше підходять для доставки в невеликих герметично закритих контейнерах. Однак завдяки розвитку технічних потужностей з виготовлення ємностей різного призначення лужні розчини транспортуються всіма доступними способами в закритих контейнерах і у великих кількостях. Тому засоби індивідуального захисту, що призначені для роботи на цих об'єктах, повинні бути надійними, відповідати вимогам безпеки і здоров'я працівників, а їх розробка науково обґрунтована, адже луги незалежно від агрегатного стану (кристали, розчини) відносяться до небезпечних речовин.

Для проведення досліджень ми підготували водні розчини гідроксиду натрію (NaOH) до концентрації до 40% з інтервалом 10%. Зразок обробляли відповідно до умов, описаних у нормативному документі, з тією різницею, що контактна ванна з концентрованими розчинами (20% - 40%) була герметично закрита, щоб уникнути їх кристалізації. Аналіз результатів показав, що шерстьовмісні текстильні матеріали активно деградує, починаючи з 10% концентрації розчинів NaOH . Вовна і частково поліамідні (капронові) волокна були хімічно нестійкими. У зв'язку з цим зразки матеріалу арт. 49706 «С» після часового контакту з 20% NaOH зменшили розривні характеристики на 37,3% (рис. 6, 1), матеріалу зразків арт. 51351-СШ - 37,8% (рис. 3, 8, 2), а матеріалу зразків арт. 6929 - 37,2% (рис. 6, 3). Що стосується зразків матеріалу Т-еластоміру, то вони залишалися незмінними протягом усього експерименту (рис. 6, 4).

Подальші дослідження з цими волокнистими матеріалами показали, що швидкість їх деградації посилюється збільшенням концентрацій розчинів NaOH .

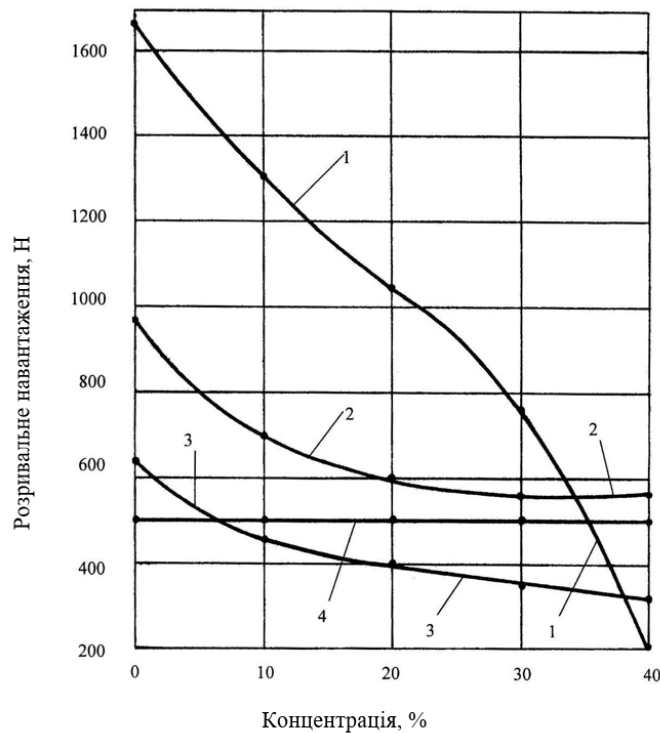


Рис. 6 - Залежність зміни характеристик руйнування від впливу розчинів NaOH на наступні зразки:
1 - арт. 49706 «С»; 2 - арт. 51351-СШ; 3 - арт. 6929; 4 – Т-еластомір

Так, зразки матеріалу арт. 49706 «С» після обробки 40% розчином NaOH мав розривне навантаження 200 Н, втративши при цьому 88% міцності від початкового значення (1660 Н) зразків матеріалу арт. 51351-СШ в тих же умовах знизили свої показники з 966 Н до 560 Н (на 42%), а зразки вовняної поліпропіленової тканини арт. 6929 також обвалилися на 65,5%, зберігши контрольований показник 220 Н (рис. 6).

Висновки

Дослідження продемонстрували, що текстильні матеріали арт. 49706 «С», арт. 51351-СШ і арт. 6929, які використовуються в поточний час при виготовленні спеціальних костюмів для роботи в закритих ємностях, розщеплюються в основному в концентрованих розчинах сірки, солі, азоту, о-фосфорних кислот і лугів (NaOH). Отже їх використання для проєктованого ізолюючого захисного костюму є недоцільним. В той час, як проби штучної шкіри з Т-еластоміру продемонстрували значну стійкість до впливу всього комплексу НШВФ при різних їх концентраціях.

Література

1. Михайлова Н. В., Привала В. О. Дослідження матеріалів, які використовують для виготовлення захисного одягу робітників-апаратників та слюсарів хімічної промисловості // Вісник ХНУ. – 2018. – № 1. – С. 124–129.
2. Михайлова Н. В., Привала В. О. Аналіз умов праці робітників, які виконують очищення закритих ємностей від хімічно агресивних речовин // Вісник ХНУ. – 2017. – № 2. – С. 96–103.
3. Ukrprofzashchita [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrprofzahyst.com.ua/ru/odezhda-khimzaschity>.
4. Types of overalls for protection against chemically aggressive environments [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pcgroup.ru/blog/vidy-specodezhdy-dlya-zaschity-ot-himicheskii-agressivnyh-sred>.
5. Galieva E. R., Nurullina G. N., Abzaltdinova M. A. Analysis of insulating chemical suits as the main factor in the development of a universal technology for the manufacture of special protective clothing // Bulletin of the Technological University. – Kazan, 2016. – No. 8. – Pp. 73–74.
6. Overalls and footwear with protection against chemicals [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://forma-odezhda.ru/encyclopedia/specodezhda-i-obuv-s-zacshitoj-ot-himicheskiih-vechestv>.
7. Protective suits "Lakeland" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.raboservice.ru/images/doc/lakeland_1.pdf.
8. Костюми захисні в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://prom.ua/Kostyummy-izoliruyuschie.html>.

9. Обґрунтування вибору показників для вивчення і оцінки захисних властивостей спеціальних матеріалів ізолюючого костюма працівників хімічної промисловості // Вісник ХНУ. – 2018. – № 5. – С. 50–54.
10. Михайлова Н. В., Привала В. О. Методика визначення хімічної стійкості та проникності проб спеціальних матеріалів для захисного одягу до впливу аміаку // Вісник ХНУ. – 2024. – № 2. – С. 400–403.
11. Вплив хімічних сполук (кислоти, гідроксиди, солі, метали) на довкілля і здоров'я людини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/vpliv-himichnih-spoluk-kisloti-gidroksidi-soli-metali-na-dovkilliya-i-zdorov-ya-lyudini-352987.html>.
12. Застосування лугів та їх негативний вплив на організм людини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://svitppt.com.ua/biologiya/zastosuvannya-lugiv-ta-ih-negativniy-vpliv-na-organizm-lyudini.html?form=MG0AV3>.

References

1. Mykhailova N. V., Pryvala V. O. Doslidzhennia materialiv, yaki vykorystovuiut dlia vyhotovlennia zakhysnoho odiahu robitnykiv-aparatnykiv ta shliasariv khimichnoi promyslovosti // Herald KhNU. – 2018. – № 1. – S. 124–129.
2. Mykhailova N. V., Pryvala V. O. Analiz umov pratsi robitnykiv, yaki vykonuiut ochyshchennia zakrytykh yemnostei vid khimichno ahresyvnykh rehovyn // Herald KhNU. – 2017. – № 2. – S. 96–103.
3. Ukrprofzashchita [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://ukrprofzahyst.com.ua/ru/odezhda-khimzaschity>.
4. Types of overalls for protection against chemically aggressive environments [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://pcgroup.ru/blog/vidy-specodezhdy-dlya-zaschity-ot-himicheskii-agressivnykh-sred>.
5. Galieva E. R., Nurullina G. N., Abzaltdinova M. A. Analysis of insulating chemical suits as the main factor in the development of a universal technology for the manufacture of special protective clothing // Bulletin of the Technological University. – Kazan, 2016. – No. 8. – Pp. 73–74.
6. Overalls and footwear with protection against chemicals [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://forma-odezhda.ru/encyclopedia/specodezhda-i-obuv-s-zacshitoj-ot-himicheskii-vecshestv>.
7. Protective suits "Lakeland" [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://www.raboservice.ru/images/doc/lakeland_1.pdf.
8. Kostiumy zakhysni v Ukraini [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://prom.ua/Kostyumi-izoliruyuschie.html>.
9. Obgruntuvannia vyboru pokaznykiv dlia vyvchennia i otsinky zakhysnykh vlastyvostei spetsialnykh materialiv izoliuiuchoho kostiuma pratsivnykiv khimichnoi promyslovosti // Herald KhNU. – 2018. – № 5. – S. 50–54.
10. Mykhailova N. V., Pryvala V. O. Metodyka vyznachennia khimichnoi stiikosti ta pronyknosti prob spetsialnykh materialiv dlia zakhysnoho odiahu do vplyvu amiaku // Herald KhNU. – 2024. – № 2. – S. 400–403.
11. Vplyv khimichnykh spolk (kysloty, hidroksydy, soli, metaly) na dovkillia i zdorovia liudyny [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://naurok.com.ua/vpliv-himichnih-spoluk-kisloti-gidroksidi-soli-metali-na-dovkilliya-i-zdorov-ya-lyudini-352987.html>.
12. Zastosuvannia luhiv ta yikh nehatyvnyi vplyv na orhanizm liudyny [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://svitppt.com.ua/biologiya/zastosuvannya-lugiv-ta-ih-negativniy-vpliv-na-organizm-lyudini.html?form=MG0AV3>.