

## ТЕХНОЛОГІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

DOI 10.31891/2307-5732-2019-271-2-72-75  
УДК 687.17:620.193

Н. В. МИХАЙЛОВА

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, м. Северодонецьк  
В. О. ПРИВАЛА  
Хмельницький національний університет

## ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ІЗОЛЮЮЧОГО КОСТЮМА ПРАЦІВНИКІВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

*В статті проаналізовано різні підходи до методики вивчення і оцінки захисних властивостей спеціальних матеріалів, які використовують під час виготовлення захисного одягу працівників вітчизняної хімічної промисловості. Запропоновано функціонально-логічну схему вибору і оцінки захисних властивостей спеціальних матеріалів для виготовлення ізолюючого костюму. Використання даної розробки дозволяє спростити і оптимізувати процес проектування спецодягу для працівників різних підвидів хімічної промисловості.*

**Ключові слова:** хімічна промисловість, закриті ємності, умови праці, шкідливі умови, агресивне середовище, безпека життя, ізолюючий костюм, проектування одягу.

N. V. MIHAILOVA

Volodymyr Dahl Eastern National University, Severodonetsk  
V. O. PRIVALA  
Khmelnyskyi National University

### FEATURES OF ASSESSING PROTECTIVE PROPERTIES OF MATERIALS FOR THE ISOLATING CLOTH OF CHEMICAL INDUSTRY EMPLOYEES

*Creating effective personal protective equipment depends largely on the quality of the materials used. It is at this stage in the design of protective suits that difficulties arise for researchers. This is due to the divergence of theoretical approaches in the selection of protective materials and practical results of studies of their properties. This is especially important when choosing materials to be used in an aggressive environment and when exposed to a complex of factors (dynamic bending, low temperatures, chemical active medium, etc.). To streamline the methodology for selecting the necessary materials for protective suits, the authors of the flock proposed a functional-logic diagram of the choice and evaluation of the protective properties of special materials. The use of this scheme is optimized process design for special equipment for practical purposes.*

**Key words:** chemical industry, closed capacities, working conditions, harmful conditions, aggressive environments, safety of life, insulating suit, designing of clothes.

#### Вступ

На підприємствах хімічної галузі проблема забезпечення робітників спеціальним одягом, який надійно захищав би від впливу агресивних речовин різного походження, що вважаються небезпечними та шкідливими виробничими факторами (НШВФ), може бути причиною не тільки травм і хімічних опіків, але й призвести до летальних наслідків. Тому існує необхідність у створенні ізолюючого костюму (ІК), який буде бар'єром, перешкоджаючим проникненню мінеральних кислот, лугів, окиснювачів, розчинів солей, аміаку тощо різних концентрацій за необхідного рівня забезпечення і збереження таких основних захисних показників, як хімічна стійкість, непроникність і герметичність виробу в цілому.

#### Постановка задачі

З метою обґрунтування вибору показників процесу вивчення і оцінки захисних властивостей спеціальних матеріалів ізолюючих костюмів зазвичай вибирають НШВФ, які найбільш часто зустрічаються і впливають на апаратника, а також робочого-слюсаря в процесі підготовки і власне очищення закритих ємностей. Аналіз умов праці зазначених професій свідчить про те, що до основних агресивних чинників, які постійно впливають на засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), слід віднести сірчану, соляну, азотну, фосфорну кислоти, луги та аміак різних концентрацій. З урахуванням відомих хімічних властивостей перерахованих реагентів є цілком логічним те, що ІК повинен бути виготовлений з кислото- і лугозахисного матеріалу з полімерним покриттям, наприклад з полівінілхлоридним (ПВХ) покриттям, що підтвердили результати експериментів. Однак, якщо врахувати, що в переліку НШВФ присутній рідкий аміак, то матеріал з ПВХ покриттям не може виконати захисних функцій через його недостатню зносостійкість за низьких температур. Появу цих температур можна пояснити виходячи з того, що аміак, маючи низьку температуру кипіння ( $-33,4^{\circ}\text{C}$ ), здатний до підвищеної швидкості випаровування, особливо при плюсовій температурі навколишнього повітря, таким чином охолоджуючи контактні поверхні від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $-67^{\circ}\text{C}$ . Тому, коли виробу піддають ще й незначному обливанню рідким аміаком, то в місцях контакту вони різко охолоджуються, що може призвести не тільки до істотної зміни його структурно-морфологічних характеристик (усадка, втрата еластичності, утворення тріщин, руйнування полімерного покриття та інше), але і до зменшення захисних функцій. Таким чином, зазначений матеріал не є рішенням поставленої вище завдання, а необхідність вибору підходящого спецматеріалу для ізолюючих костюмів залишається актуальною.

### Аналіз літературних джерел

Аналіз наукових робіт з розробки ізолюючих захисних костюмів для робітників хімічної промисловості дозволив зробити висновок щодо наявності незначної кількості матеріалів, які знаходяться у вільному доступі. В основному доступна комерційна інформація, в якій наводиться лише детальний опис технічних можливостей вже готових ІК та їх ціна для продажу. Наприклад, в роботах [1–4] та ін. описані зовнішній вигляд та технічні можливості захисних ізолюючих костюмів як закордонного, так і вітчизняного виробництва. При цьому повністю відсутня інформація щодо науково-технічних аспектів їх створення. Крім того достовірно відомо, що задекларовані в супроводжувальній рекламній документації можливості даної продукції, при проходженні процедури сертифікації українськими державними експертними установами, не завжди отримують експериментальне підтвердження. Оскільки даний напрям створення ЗІЗ поставлений на комерційну основу, то й будь-яка інформація щодо методики їх створення є комерційною таємницею. Лише незначна частина наукових робіт, наприклад [5, 6], дозволяє залучитися до процесу розробки методології створення захисних костюмів для робітників хімічної промисловості. Отже, закритість інформації даного спрямування не дозволяє скористатися існуючим міжнародним досвідом і потребує самостійного проходження процесу проектування ІК від першого етапу до останнього.

### Викладення основного матеріалу

Найбільш придатними для створення ізолюючих костюмів, на перший погляд, є спеціальні матеріали з ПВХ покриттям, про що свідчать результати ряду наукових робіт [7–10]. Сутність досліджень полягала в тому, щоб з трьох зразків штучних шкір, що відрізняються природою полімерного покриття, обрати той, який був би стійким до впливу мінеральних кислот і мав гарну стійкість до згинання (до 20 тисяч циклів) за низьких ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) температур. Аналіз результатів експериментів показав, що найбільш кислотостійким матеріалом при прямому контакті з 80-відсотковою сірчаною кислотою можна вважати вінілову штучну шкіру-Т. Однак, в ході вивчення показників стійкості до згинання методом «ромба» виявилось, що вже при температурі  $-20^{\circ}\text{C}$  проба зруйнувалася за 7 циклів. Таким чином, незважаючи на позитивні результати по кислотостійкості, пробу слід визнати такою, що не пройшла випробування, оскільки другий показник – стійкість до згинання – виявився дуже низьким.

Тому, з урахуванням результатів проведеного аналізу робіт [8–10], авторами даного дослідження розроблена функціонально-логічна схема вибору і оцінки захисних властивостей спеціальних матеріалів для виготовлення ІК для використання в закритих ємностях (рис. 1).

Методологічно, сутність запропонованої схеми полягає в тому, щоб за допомогою найбільш «активного» фактору, що входить до переліку ОВПФ конкретного хімічного виробництва, була можливість з мінімальними втратами часу і коштів вибрати з наявного переліку асортименту той необхідний матеріал, який відповідає технічним вимогам для ЗІЗ.

Якщо проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі фактори в нашому випадку, то наявність мінеральних кислот і лугів, в тому числі і концентрованих, мала б суперечити розробленій функціонально-логічній схемі, оскільки гідроліз як фізико-механічний процес і стійкість до згинання проб за низьких температур як фізико-механічний процес, по відношенню до полімерних матеріалів, мають різні природу і закономірності [11–16]. Однак, якщо врахувати результати науково-дослідної роботи [14], то найбільш «активним» фактором, що дає можливість науково-обґрунтовано проводити експерименти, був обраний такий показник, як стійкість до згинання проб при низьких ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) температурах (рис. 1, поз. 1).

Тому, після отримання необхідних значень на складний «ромбоподібний» вигин, наприклад, 10 тисяч циклів при постійному впливі  $-40^{\circ}\text{C}$ , проби спеціального матеріалу вивчаються на морозостійкість при цій же температурі, але тільки в статичних умовах. Вивчення морозостійкості проводиться відповідно до умов, передбачених стандартом [17]. У зв'язку з цим, відповідно до структури запропонованої схеми, морозостійкість, як показник, проводиться в режимі «заморожування – розморожування» (рис. 1, поз. 2).

Після того, як за допомогою повітро- і паропроникності, а також водотривкості будуть оцінені результати експериментів з необхідними показниками, які передбачені вихідними вимогами, проби спеціального матеріалу вивчаються на хімічну стійкість залежно від часу впливу, концентрації та природи агресивного середовища (сірчана, соляна, азотна, фосфорна кислоти, луги та аміак), а також розчинів солей на їх основі (рис. 1, поз. 3). Критеріями оцінки хемостойкості проб дослідних матеріалів можуть бути як класичні показники відповідно до стандартів [18, 20, 21], так і структурно-морфологічні зміни в процесі кислотного гідролізу (наприклад, зміна товщини, набухання, жорсткості, поява мікротріщин та ін.).

У разі отримання позитивних результатів по хімічній стійкості, проби матеріалів вивчаються на проникність краплі або певного обсягу агресивного середовища, яка повинна постійно витримуватися при заданій температурі і концентрації (рис. 1, поз. 4). Дифузійні процеси, що відбуваються з матеріалом і дифузанта, в нашому випадку необхідно контролювати тим часом, який має бути зафіксований в момент появи агресивного середовища або його слідів на зворотному боці досліджуваної проби, що, на відміну від стандартів [18, 19, 20], не суперечать роботам [8, 21, 22], які є фундаментальними в цій галузі науки.

Вивчивши таким чином захисні властивості існуючий асортимент спеціальних матеріалів, наступний етап роботи (рис. 1, поз. 5) полягає у проведенні художньо-конструкторських і технологічних досліджень, які пов'язані зі створенням моделі ізолюючого костюма, яка відповідає вимогам конкретного виробництва. Тому, основними критеріями оцінки при виконанні даного етапу, повинен бути аналіз умов праці апаратника з підготовки закритих ємностей до очищення і робітників-слосарів, що займаються цим процесом, а також вимогам замовника майбутнього ІК, з обов'язковим переліком засобів індивідуального захисту.

Що ж стосується останнього, шостого, етапу розробленої схеми (рис. 1, поз. 6), то після успішного

виконання попередніх завдань, виготовлення ІК як процес повинен підпорядковуватися інженерно-технологічним рішенням, пов'язаним з вибором способів і методів з'єднання деталей костюма, що в значній мірі впливає на захисні, фізико-механічні, експлуатаційні, фізіолого-гігієнічні властивості готового виробу і його надійність при експлуатації в конкретних ситуаціях.

### Висновки

Запропонована функціонально-логічна схема сприяє обґрунтованому вибору та оцінці захисних властивостей спеціальних матеріалів для виготовлення ізолюючих костюмів вітчизняного хімічного виробництва. Дана розробка дозволяє спростити і оптимізувати процес проектування спецодягу для працівників різних підвидів хімічної промисловості.

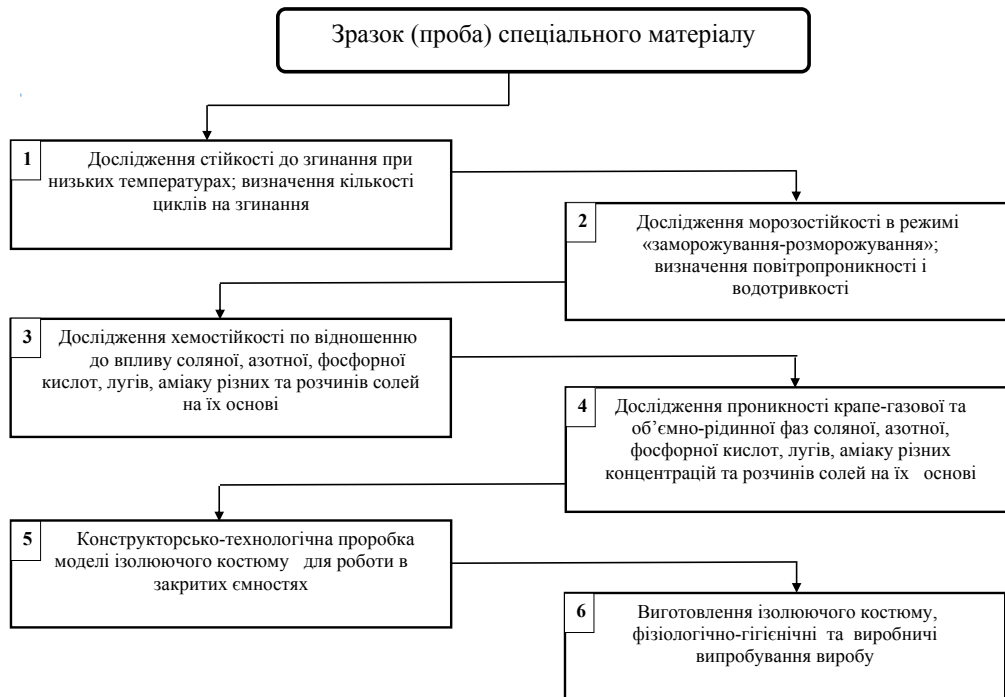


Рис. 1. Функціонально-логічна схема вибору і оцінки захисних властивостей спеціальних матеріалів для виготовлення ізолюючого костюму

### Література

1. Изолирующий костюм Dräger CPS 5800 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.draeger.com/ru\\_ru/Applications/Products/Personal-Protection-Equipment/Protective-Clothing/Gas-Tight-Suits/CPS-5800](https://www.draeger.com/ru_ru/Applications/Products/Personal-Protection-Equipment/Protective-Clothing/Gas-Tight-Suits/CPS-5800).
2. Костюм защитный Л-1 новый [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://promsiz.com.ua/product/kostyum\\_l\\_1\\_noviy\\_mikrofiltr\\_html](https://promsiz.com.ua/product/kostyum_l_1_noviy_mikrofiltr_html).
3. Костюмы изолирующие в Украине [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://prom.ua/Kostyumu-izoliruyuschie.html>.
4. Костюм и изолирующий химический КИХ-4ЛН [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://xn-80aodaahri3e.xn-p1ai/catalog/sredstva-individualnoy-zaschityi/odejda-izoliruyushego-tipa-dlya-remontnyih-i-avariynyh-rabot/kostyum-izoliruyuschiy-himicheskiy-kih-4ln>
5. Галиева Э.Р. Анализ костюмов изолирующих химических как основной фактор разработки универсальной технологии изготовления специальной защитной одежды / Э.Р. Галиева, Г.Н. Нуруллина, М.А. Абзалтдинова // Вестник технологического университета. – Казань, 2016. – № 8. – С. 73–74.
6. Козырева Е. Б. Текстильно-резиновый материал для средств индивидуальной защиты, стойкий к воздействию агрессивных и химически опасных веществ : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.01 / Козырева Е. Б. – Казань, 2007. – 124 с.
7. Иванов Ю.А. Хранение и транспортировка жидкого аммиака / Иванов Ю.А., Стрижевский И.И. – Москва : Химия, 1991. – 72 с.
8. Мычко А.А. Разработка методов оценки защитных свойств и выбора текстильных материалов для специальных изделий в экстремальных условиях : дис. ... докт. техн. наук : 05.19.01 / Мычко А.А. – С-Петербург, 1997. – 394 с.
9. Очкуренко В.И. Разработка методов оценки и исследование свойств материалов для верха кислотозащитной специальной обуви : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.19.01 / Очкуренко В.И. – С-Петербург, 1990. – 22 с.
10. Очкуренко В.И. Изучение влияния минеральных кислот и низких температур на некоторые механические свойства искусственных кож / В.И. Очкуренко, А.А. Мычко, К.Е. Перепёлкине // Известия Вузов. Технология швейной промышленности. – 1990. – № 2. – С. 72–76.

11. Моисеев Ю.В. Химическая стойкость полимеров в агрессивных средах / Моисеев Ю.В., Заиков Г.Е. – Москва : Химия, 1979. – 288 с.
12. Тагер А.А. Физико-химия полимеров / Тагер А.А. – Москва : Химия, 1968. – 536 с.
13. Воробьева Г.Я. Химическая стойкость полимерных материалов / Воробьева Г.Я. – Москва : Химия, 1981. – 296 с.
14. Зуев Ю.С. Разрушение полимеров под действием агрессивных сред / Зуев Ю.С. – Москва : Химия, 1972. – 230 с.
15. Действие активных жидких сред на химические волокна (высокопрочные) / Перепелкин К.Е., Зарин А.В., Андреев А.С., Звезгинцева А.А. – Москва : НИИТЭХИМ, 1982. – 80 с.
16. Шеромова И.А. Изучение влияния агрессивных факторов на защитные свойства спецтканей / И.А. Шеромова, В.В. Киселева, В.Е. Романов, А.А. Мычко // Известия Вузов. Технология легкой промышленности. – 1987. – № 5. – С. 27–30.
17. Кожа искусственная и синтетическая и пленочные материалы. Методы определения морозостойкости в статических условиях : ГОСТ 15162-82. – [Взамен ГОСТ 15162-69, ГОСТ 8974-78 ; введ. 01.07.83]. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 9 с.
18. Ткани полушерстяные для кислотозащитной спецодежды. Технические условия : ГОСТ 16166-80. – [Взамен ГОСТ 16166-70 ; введ. 01.01.82]. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 7 с.
19. Ткани хлопчатобумажные и смешанные для спецодежды : ГОСТ 11209-85. – [Взамен ГОСТ 11209-72 ; введ. 01.07.86]. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 13 с.
20. Ткани из химических волокон и их смесей с хлопком с кислотоотталкивающей пропиткой для спецодежды. Технические условия : ОСТ 17-345-85. – Введ. 01.01.85. – Калинин : ЦНИИШВ, 1984. – 6 с.
21. Материалы с полимерным покрытием для специальной одежды и средств защиты рук. Метод определения стойкости к действию кислот и щелочей : ГОСТ 12.4.146-84. ССБТ. – Введ. 01.01.86. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 4 с.
22. Мычко А.А. Исследование проницаемости спецтканей на основе лавсановых волокон и их хемостойкости к некоторым агрессивным жидкостям : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.01 / Мычко А.А. – Киев, 1979. – 206 с.

## References

1. Insulating suit Dräger CPS 5800 [Electronic resource]. – Access mode: [https://www.draeger.com/ru\\_ru/Applications/Products/Personal-Protection-Equipment/Protective-Clothing/Gas-Tight-Suits/CPS-5800](https://www.draeger.com/ru_ru/Applications/Products/Personal-Protection-Equipment/Protective-Clothing/Gas-Tight-Suits/CPS-5800).
2. Protective suit L-1 new [Electronic resource]. – Access mode: [https://promsiz.com.ua/product/kostyum\\_1\\_1\\_noviy\\_mikrofiltr\\_html](https://promsiz.com.ua/product/kostyum_1_1_noviy_mikrofiltr_html).
3. Insulating suits in Ukraine [Electronic resource]. – Access mode: <https://prom.ua/Kostyumi-izoliruyuschie.html>.
4. Suit and chemical insulating KIH-4LN [Electronic resource]. – Access mode: <http://xn-80aodaahri3e.xn-p1ai/catalog/sredstva-individualnoy-zaschityi/odejda-izoliruyuschego-tipa-dlya-montnyih-i-avariynih-rabot/kostyum-izoliruyushiy-iharite>.
5. Galieva E.R. Analysis of insulating chemical suits as the main factor in the development of a universal technology for the manufacture of special protective clothing / Galieva E.R., Nurullina G.N., Abzaltdinova M.A. // Kazan, Bulletin of the Technological University. – 2016. – №8. – pp. 73–74.
6. Kozyreva E. B. Textile-rubber material for personal protective equipment, resistant to aggressive and chemically hazardous substances: dis. Cand. tech. Sciences: 05.19.01 / Kozyreva E. B. – Kazan, 2007. – 124 p.
7. Ivanov Yu.A. Storage and transportation of liquid ammonia / Ivanov Yu.A., Strizhevsky I.I. – Moscow: Chemistry, 1991. – 72 p.
8. Mychko A.A. Development of methods for assessing the protective properties and the choice of textile materials for special products in extreme conditions: dis. Dr. tech. Sciences: 05.19.01 / Mychko A.A. – St. Petersburg, 1997. – 394 p.
9. Ochukurenko V.I. Development of methods for assessing and studying the properties of materials for the top of an acid protective special footwear: author. dis. on zdbuttya sciences. stage Cand. tech. Sciences: spec. 05.19.01 / Ochukurenko V.I. – St. Petersburg, 1990. – 22 p.
10. Ochukurenko V.I. Studying the effect of mineral acids and low temperatures on some mechanical properties of artificial leather / Ochukurenko V.I., Mychko A.A., Perepelkie K.E. // Izvestia Universities. Technology garment industry. – 1990. – №2. – pp. 72–76.
11. Moiseev Yu.V. Chemical resistance of polymers in aggressive media / Moiseev Yu.V., Zaikov G.E. – Moscow: Chemistry, 1979. – 288 p.
12. Tager A.A. Physics-chemistry of polymers / Tager A.A. – Moscow: Chemistry, 1968. – 536 p.
13. Vorobiova G.Ya. Chemical resistance of polymeric materials / Vorob'eva G.Ya. – Moscow: Chemistry, 1981. – 296 p.
14. Zuev Yu.S. Destruction of polymers under the influence of aggressive media / Zuev Yu.S. – Moscow: Chemistry, 1972. – 230 p. – (2).
15. Effect of active liquid media on chemical fibers (high-strength) / Perepelkin K.E., Zarin A.V., Andreev A.S., Zvezgintseva A.A. – Moscow: НИТЕХИМ, 1982. – 80 p.
16. The study of the influence of aggressive factors on the protective properties of special fabrics / Sheromova I.A., Kiseleva V.V., Romanov V.E., Mychko A.A. – News of the universities. Technology of light industry – 1987. – №5. – p. 27–30.
17. GOST 15162-82. Artificial and synthetic leather and film materials. Methods for determining frost resistance under static conditions. Instead, GOST 15162-69, GOST 8974-78; Enter 07/01/83. – M.: Publishing house of standards, 1982. – 9 p.
18. GOST 16166-80. Half-woolen fabrics for acid protective clothing. Technical conditions. – Instead of GOST 16166-70; Enter 01/01/82. – M.: Standards Publishing House, 1980. – 7 p.
19. GOST 11209-85. Cotton and mixed fabrics for workwear. – Instead of GOST 11209-72; Enter 07/01/86. – M.: Publishing house of standards, 1985. – 13 p.
20. OST 17-345-85. Fabrics made from chemical fibers and their mixtures with cotton with acid-repellent impregnation for workwear. Technical conditions. Enter 01/01/85. – Kalinin. TSNIISHV. 1984. – 6 p.
21. GOST 12.4.146-84. SSBT. Materials with polymer coating for special clothing and hand protection. Method for determination of resistance to acids and alkalis. Enter 01/01/86. – M.: Standards Publishing House, 1985. – 4 p.
22. Mychko A.A. Investigation of the permeability of special fabrics based on lavsan fibers and their chemical resistance to some aggressive fluids: dis. Cand. tech. Sciences: 05.19.01 / Mychko A.A. – Kiev, 1979. – 206 p.

Рецензія/Peer review : 10.3.2019 р.

Надрукована/Printed : 10.4.2019 р.

Рецензент: д. т. н., доц. Захаркевич О. В.