

Рябчиков М. Л.

## ДИНАМІКА ПРОНИКНЕННЯ ТЕХНІЧНИХ РІДИН ЧЕРЕЗ ЕЛЕМЕНТИ СПЕЦОДЯГУ

*Розроблена та обґрунтована методика дослідження динаміки проникнення технічних рідин через елементи спецодягу. В результаті вивчення фізико-механічних властивостей рідин визначені параметри, що впливають на швидкість розтікання, проникнення та поглинання рідини тканиною. Визначені залежності динаміки проникнення технічних рідин крізь технічні матеріали, що дозволяють правильно визначати галузі використання матеріалів для спеціального одягу.*

**Ключові слова:** текстильні матеріали, технічні рідини, спеціальний одяг, проникнення рідини.

### 1. Вступ

Щорічне збільшення видобутку та переробки нафти в світі і в Україні, зростання кількості автомобілів, автозаправних станцій і станцій технічного обслуговування автотранспорту тягне за собою підвищення попиту на спецодяг з боку машинобудівних підприємств, профільних нафтовидобувних і нафтопереробних підприємств, автозаправних станцій і станцій технічного обслуговування. Для ефективного захисту працівників, які працюють в даних виробничих умовах, щодня зіштовхуються у своїй роботі з нафтою, нафтопродуктами: бензином, дизпаливом, автомобільним маслом, текстильними підприємствами, розробляються тканини зі спеціальною структурою і обробкою, що мають різноманітні захисні властивості. Цим обґрунтовується актуальність проведеного дослідження.

### 2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Аналіз літературних джерел виявив декілька напрямків у дослідженні проблем проектування та виготовлення спеціального одягу. Процес розробки пакетів матеріалів для спеціального одягу з різноманітними захисними властивостями описані в [1, 2].

Теоретичні підходи до проектування та наукового обґрунтування конструктивних параметрів виробів спеціального призначення відображені в працях [3, 4].

Дослідження [5, 6] показали, що специфічні властивості спеціального одягу у повній мірі залежать від властивостей матеріалів, з яких вони виготовлені. Саме тому у своїх роботах вони досліджували вплив волокнистого складу та структури волокон тканини на її захисні властивості. У результаті досліджень були розроблені матеріали із специфічними захисними властивостями для виготовлення спецодягу.

Питаннями проникнення рідин крізь текстильні матеріали присвячені роботи [7, 8]. Найбільша увага при цьому приділяється проникненню води, хоча для спеціального одягу бажано мати дані щодо інших рідин. Вплив властивостей рідини, що досліджувався в [9, 10] бажано доповнити характеристиками в'язкості.

Спеціальний одяг з одного боку повинен захищати від несприятливих виробничих факторів, а з іншого

задовольняти мінімальні гігієнічні та ергономічні вимоги, що зумовлює основне протиріччя.

Вирішення визначеної суперечності можливе за умови науково-обґрунтованого вибору матеріалів в пакет одягу, який забезпечить оптимально-можливе сполучення його захисних та гігієнічних властивостей. Для реалізації такого вибору виникає потреба у розробці нових, більш досконалих методів визначення динаміки проникнення технічних рідин через елементи спецодягу, які дозволять отримати об'єктивні дані, щодо властивостей матеріалів для виготовлення спецодягу працівників автосервісу.

### 3. Об'єкт, мета і задачі дослідження

*Об'єкт дослідження* — процес проникнення технічних рідин через елементи спецодягу.

*Мета роботи* — розробити та обґрунтувати методику дослідження динаміки проникнення технічних рідин через елементи спецодягу.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні задачі:

- дослідити особливості використання спеціального одягу, що враховує роботу з використанням технічних рідин;
- дослідити динаміку проникнення технічних рідин через елементи спецодягу;
- провести статистичний аналіз результатів дослідження.

### 4. Особливості використання спеціального одягу, що враховує роботу з використанням технічних рідин

Основне призначення спеціального одягу полягає у забезпеченні надійного захисту тіла людини від різних виробничих факторів при збереженні нормального функціонального стану і працездатності людини протягом робочої зміни з урахуванням встановлених для даної професії режимів праці та відпочинку. Важливо, щоб спецодяг при цьому був зручним, міцним в експлуатації, не заважав рухам, добре очищувався від забруднень, мав гарний зовнішній вигляд.

Тканини і матеріали, що використовуються для виготовлення спецодягу, повинні володіти певними гігієнічними,

фізико-механічними і захисними властивостями, які нормуються ГОСТами або санітарними правилами. Для виготовлення спецодягу спеціально розробляються різні за складом сировини, структурою і призначенням матеріали. Поряд з бавовною, льоном і шерстю широко застосовуються синтетичні волокна, які є більш стійкими до дії агресивного середовища, використовуються тканини зі спеціальними просоченнями, покриттями.

Специфічні умови виробничої діяльності слюсарів з ремонту автотранспорту вимагають від спеціального одягу таких захисних властивостей як: захист від води, нафтопродуктів, масел та жирів, кислот та органічних розчинників.

Професійна діяльність слюсаря з ремонту автотранспорту пов'язана з використанням технічних рідин нафтопереробної промисловості. Тому, з метою визначення динаміки проникнення рідин через елементи спецодягу обрали 6 зразків технічних рідин: бензин марки «92», дизельне паливо марки «Євро 4», уайт-спірит марки «Д», синтетичне моторне мастило марки «Ultron 5w» фірми «ESSO», напівсинтетичне мастило марки «Magnatec 10w-40A3/B4» фірми «Castrol» та мінеральне мастило марки «SAE 15w-40 API SF/CC» фірми «ТНК Мотор».

### 5. Визначення динаміки проникнення технічних рідин через елементи спецодягу

Швидкість проникнення технічних рідин через елементи спеціального одягу залежить від властивостей матеріалів, що використовується при виготовленні захисного одягу та фізичних властивостей самих технічних рідин. Тож у подальших дослідях встановимо взаємозв'язок між сировинним складом, ткацьким переплетенням, поверхневою щільністю досліджуваних зразків матеріалів та густиною, в'язкістю і текучістю заданих зразків технічних рідин.

У даному експериментальному дослідженні визначався вплив текучості рідин на горизонтальній та похилій площинах шляхом вимірювання зміни лінійних розмірів краплі технічної рідини за проміжки часу.

Вимірювання лінійних розмірів доцільно проводити на початковому етапі дослідження — відразу після потрапляння рідини на тканину, та на заключному етапі — коли лінійні розміри краплі рідини припиняють збільшуватися.

Залежність в'язкості технічних рідин від швидкості їх текучості представлена на наступних графіках (рис. 1).

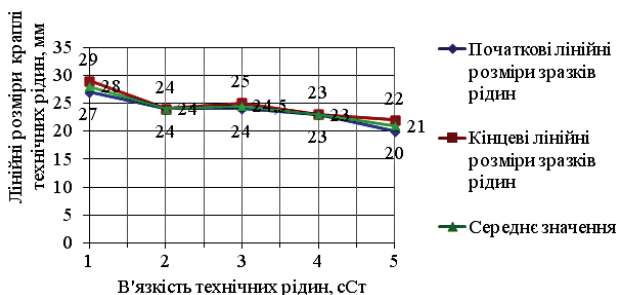


Рис. 1. Залежність текучості технічних рідин від їх в'язкості на горизонтальній площині

В результаті проведення серії дослідів на визначення швидкості розтікання технічної рідини по поверхні

тканини на горизонтальній та похилій площинах визначили наступні закономірності:

- краплі рідин, що мають меншу густину та в'язкість, мають менші лінійні розміри, що пояснюється більшим значенням текучості порівняно з краплями тих рідин, що мають більшу густину та в'язкість;
- рідини, що мають більшу густину та в'язкість, розтікаються повільніше, порівняно з тими, що мають менші показники;
- зразки тканин, що у своєму складі містять синтетичні волокна та виткані саржевим переплетенням, характеризуються більш гладкою структурою лицьової поверхні, що сприяє швидшому розтіканню технічної рідини.

### 6. Визначення швидкості проникнення технічних рідин через елементи спецодягу

Основним завданням спеціального одягу є захист тіла людини від шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Та головною проблемою є те, що із підвищенням захисних властивостей одягу погіршуються його гігієнічні показники. Для того, щоб мікроклімат підодягового середовища дозволяв робітникам працювати впродовж усієї робочої зміни в комфортних умовах, при виготовленні робочого одягу слід використовувати матеріали, які продовж тривалого часу не пропускали крізь одяг технічні рідини, але при цьому не перешкоджали виведенню вологи та повітряпроникності через елементи спецодягу.

Для визначення поглинальних властивостей тканин для виготовлення спеціального одягу проведемо ряд досліджень. На підставці штатива закріплювалась ємкість для рідини, а на рамці зразок досліджуваної тканини лицьовою стороною доверху. Після цього на лицьовий бік тканини виливався 1 мл технічної рідини. Швидкість просочення рідини на виворітний бік відзначалася за допомогою секундоміра.

Результати експериментального дослідження швидкості проникнення технічної рідини через тканину відображений в табл. 1.

Таблиця 1

Швидкість проникнення технічних рідин через тканину

Назва рідини	Швидкість проникнення рідин через тканини, с				
	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5
Бензин	0,5	не проникає	не проникає	1	21
Дизельне паливо	0,5	не проникає	не проникає	1	22
Уайт-спірит	0,3	6	5	0,3	3
Синтетичне мастило	0,8			2	28
Напівсинтетичне мастило	1	не проникає	не проникає	2	28
Мінеральне мастило	1			2	30

Аналіз отриманих даних представлений на рис. 2.

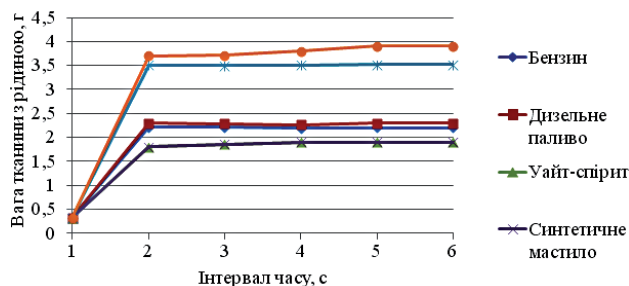


Рис. 2. Швидкість поглинання рідин зразком тканини № 1

У ході виконання експериментальних досліджень визначили закономірності щодо динаміки проникнення технічних рідин через елементи спеціального одягу:

— Зразок тканини, що складається із 100 % бавовни та має найменшу поверхневу щільність найшвидше поглинає рідини на 2 та 3 інтервалах часу, після чого його маса залишається незмінною.

— У зразках тканини, сировинний склад яких є 100 % із натуральних волокон бавовни та льону із збільшенням поверхневої щільності швидкість поглинання рідин інтенсивно збільшується на 2 та 3 інтервалах часу.

— Зразки тканин № 2 та 3, в сировинному складі яких є значний домішок хімічних волокон (лавсану та капрону) рідини поглинаються значно повільніше, тому маса зразків збільшується поступово на всіх інтервалах часу.

Тканини, що мають однорідний сировинний склад із бавовняних та лляних волокон здатні поглинати більшу кількість рідини.

## 7. Аналіз результатів дослідження динаміки проникнення технічних рідин через елементи спецодежду

При визначенні регресійної залежності між швидкістю розтікання технічної рідини по поверхні тканини та її в'язкістю рівняння буде мати вигляд:

$$L = f(v) = av + b,$$

де  $L$  — довжина краплі технічної рідини;  $v$  — в'язкість технічної рідини.

Методом найменших квадратів були знайдені значення коефіцієнтів регресії, що дорівнюють:  $a = -2,253$  та  $b = 55,156$ . Регресійні залежності показані на рис. 3.

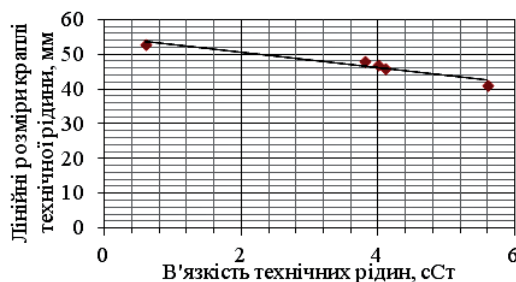


Рис. 3. Залежність лінійних розмірів краплі технічної рідини від її в'язкості на зразку тканини № 5 під кутом нахилу 0°

Статистичний аналіз дозволив визначити наявність зв'язків між фізико-механічними властивостями техніч-

них рідин. Отримані дані дозволяють стверджувати про наявність істотної залежності між показниками текучості технічних рідин та їх в'язкістю.

Перспектива подальших досліджень полягає у більш детальному дослідженні спеціальних матеріалів не лише на динаміку проникнення технічних рідин, а й на вплив інших несприятливих виробничих факторів, з метою покращення умов праці. Зокрема важливо приділити увагу розробці нових матеріалів зі специфічними захисними властивостями для виготовлення спецодежду саме для працівників автосервісу.

## 8. Висновки

Основною проблемою, що розв'язується в роботі є забезпечення захисних властивостей спеціального одягу в умовах впливу рідких речовин. Зокрема, досліджені питання поведінки матеріалів для виготовлення спецодежду на прикладі аналізу професійної діяльності слюсаря з ремонту автотранспорту в процесі взаємодії з такими технічними рідинами як бензин, дизельне паливо, уайт-спірит та різновиди моторних масел. В результаті вивчення фізико-механічних властивостей рідин, було визначено, що на швидкість розтікання, проникнення та поглинання рідини тканиною впливають її густина та в'язкість.

Визначені залежності динаміки проникнення технічних рідин крізь технічні матеріали, що дозволяють правильно визначати галузі використання матеріалів для спеціального одягу.

## Література

1. Привала, В. О. Розробка технології формування пакетів матеріалів одягу з визначеними водо- і вітрозахисними властивостями [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04 / В. О. Привала. — Хмельницький, 2007. — 133 с.
2. Мичко, А. А. Визначення оптимального часу проведення випробувань текстильних матеріалів для дослідження їх капілярності [Текст] / А. А. Мичко, В. О. Привала // Вісник Хмельницького національного університету. — 2014. — № 6(219). — С. 59–61.
3. Колосніченко, М. В. Розвиток наукових основ створення термозахисного спеціального одягу [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.19.04 / М. В. Колосніченко; Київський національний ун-т технологій та дизайну. — К., 2004. — 37 с.
4. Омельченко, С. В. Разработка теплозащитной спецодежды с локальной вентиляцией [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04 / С. В. Омельченко; Киевский национальный ун-т технологий и дизайна. — К., 2003. — 232 с.
5. Засорнов, О. С. Моделирование процесса теплопередачи крізь пакет матеріалів для спеціального одягу і взуття [Текст]: зб. наук. пр. / О. С. Засорнов, О. М. Сарана // Технологія і матеріалознавство швейних виробів. — Луганськ: СНУ ім. Даля, 2013. — С. 24–28.
6. Лин, А. С. Экспериментальные исследования за методикою полігонних випробувань оцінювання термозахисних властивостей захисного одягу пожежників [Текст] / А. С. Лин, А. А. Мичко, А. В. Івахов // Пожежна безпека. — 2012. — № 21. — С. 105–109.
7. Riabchykov, N. Linear mathematical model of water uptake perpendicular to fabric plane [Text] / N. Riabchykov, V. Vlasenko, S. Arabuli // *Vlakna a textil.* — 2011. — № 2(18). — P. 24–29.
8. Yoneda, M. Measurement of Water Absorption Perpendicular to Fabric Plane in Two- and Multi-layered Fabric Systems [Text] / M. Yoneda, Y. Mizuno, J. Yoneda // *International Journal of Clothing Science and Technology.* — 1994. — Vol. 6, № 2/3. — P. 57–64. doi:10.1108/09556229410063495
9. Sousa Fangueiro, R. M. E. Moisture Management Performance of Multifunctional Yarns Based on Wool Fibers [Text] / R. M. E. Sousa Fangueiro, H. F. da Cunha Soutinho, C. Freitas // *Advanced Materials Research.* — 2010. — Vol. 123–125. — P. 1247–1250. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.123-125.1247

10. Floarea, O. Calcule De operatii si utilaje din industria chimica editura tehnica [Text] / O. Floarea, O. Smigelschi. — Bucaresti, 1976. — 382 p.

#### ДИНАМИКА ПРОНИКНОВЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ЧЕРЕЗ ЭЛЕМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

Разработана и обоснована методика исследования динамики проникновения технических жидкостей через элементы спецодежды. В результате изучения физико-механических свойств жидкостей определены параметры, влияющие на скорость растекания, проникновения и поглощения жидкости тканью. Определены зависимости динамики проникновения технических жидкостей сквозь технические материалы, позволяющие правильно определять области использования материалов для специальной одежды.

**Ключевые слова:** текстильные материалы, технические жидкости, специальная одежда, проникновение жидкости.

*Рябчиков Микола Львович, доктор технічних наук, професор, кафедра технологій і дизайну, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна, e-mail: nikolryab@rambler.ru.*

*Рябчиков Николай Львович, доктор технических наук, профессор, кафедра технологий и дизайна, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков, Украина.*

*Riabchykov Nikolay, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine, e-mail: nikolryab@rambler.ru*

УДК 677.017.636

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.50894

Щуцька Г. В.

## ЕКСПРЕС МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ДИФУЗІЇ ФРАКТАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Розв'язана задача з визначення коефіцієнтів дифузії фрактальних матеріалів на основі експрес експериментів з врахуванням математичної моделі проходження вологи. На основі наближеного розв'язання рівняння дифузії одержані залежності між константами дифузії і параметрами процесу на початковому етапі поглинання рідини. Доведено, що для визначення обох коефіцієнтів дифузії достатньо одного експериментального параметру.*

**Ключові слова:** дифузія, фрактальний матеріал, константи, експрес методика, проходження вологи.

### 1. Вступ

Сучасний стан виробництва продукції легкої промисловості визначається розширення асортименту і гаузей використання матеріалів для одягу і взуття, зокрема створенням багат шарових текстильних матеріалів. Проте відсутність надійних методик прогнозування властивостей матеріалів обумовлює інтуїтивний підхід до їх розробки і експлуатації. Поєднання властивостей суцільності і пористості подібних матеріалів передбачає їх використання для потреб людини. Відомі моделі тепломасопереносу намагаються розв'язувати задачі суцільного середовища, що ускладнює проблему і не враховує реальних властивостей. Створення теоретичних моделей обґрунтовується на використанні констант матеріалів, визначення яких можливо тільки емпіричним шляхом. Однак Надійних оперативних методів визначення констант масопереносу не існує.

Процес проникнення вологи крізь матеріали одягу або взуття визначає комфортність цих виробів, їх надійність і конкурентоспроможність. Фізика цього процесу пов'язана з дифузійними властивостями матеріалів. Ці властивості, на жаль, досліджені недостатньо. Це пов'язано з одного боку зі складністю розв'язання диференціальних рівнянь проходження вологи, з іншого — невизначеністю констант, що повинні забезпечувати цей процес. Справа в тому, що ці коефіцієнти не підлягають

безпосередньому вимірюванню, а можуть бути визначені побічно або розрахунковим шляхом.

Розробка експрес методів визначення констант дифузії спростить їх визначення і у значній мірі розв'яже проблему прогнозування поведінки матеріалів і виробів, дозволить створювати матеріали з заданими властивостями, що приведе до підвищення їх комфортності.

### 2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Коефіцієнт дифузії — кількісна характеристика швидкості дифузії, рівна кількості речовини (в масових одиницях), що проходить в одиницю часу через ділянку одиничної площі (наприклад,  $1 \text{ м}^2$ ) при градієнті концентрації, що дорівнює одиниці.

Коефіцієнт дифузії — обов'язковий параметр, що входить до рівнянь проходження рідини крізь матеріали [1]. Методика його визначення наводиться в небагатьох роботах.

Методика експериментального визначення коефіцієнтів дифузії складна. При розрахунках процесів масопередачі використовують наявні в літературі експериментальні дані, а за їх відсутності коефіцієнти дифузії визначають розрахунковим шляхом [2]. Досить глибоко розроблені методи визначення коефіцієнтів дифузії в газі. Нечисленні публікації [3] використовують досить