

УДК 685.343/.348:685.34.073+678.664

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ПОЛІУРЕТАНОВИХ ПІДОШОВ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЗУТТЯ ЛИТТЄВОГО МЕТОДУ КРІПЛЕННЯ ДО ВПЛИВУ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

Мацарук Я. В.

Київський національний університет технологій та дизайну

Дослідження матеріалу для вибору найкращого для виготовлення низу спеціального взуття, яке б захищало стопу людини від небезпечних факторів. У роботі використовувались методи системного аналізу, рекомендовані щодо дослідження якісних характеристик матеріалу для спеціального взуття. Проведені дослідження зразків поліуретанового матеріалу взуття на стійкість до дії нафти, нафтопродуктів, кислот, води та на зміну маси і подовження.

***Ключові слова:** спеціальне взуття, поліуретанові композиції, дослідження, аналіз, показники, стійкість, агресивне середовище*

Основною проблемою підвищення якості спеціального взуття, що захищає стопу людини від дії агресивного середовища та механічних навантажень, температур, є поліпшення його надійності, захисних та гігієнічних властивостей, від яких залежить здоров'я і працездатність людей. Ці властивості взуття в значній мірі визначаються властивостями застосовуваних для його виготовлення матеріалів. Взуття найдосконалішої конструкції не може забезпечити стопі захист від шкідливих факторів і теплового комфорту, якщо матеріали, з яких воно виготовлене, мають недостатній рівень захисних властивостей для конкретних умов його експлуатації. Ці проблеми викликають необхідність проведення відповідних досліджень матеріалів верху та низу, на основі яких обґрунтовувався їх вибір для розроблювальних конструкцій спецвзуття [1].

З розвитком науки і техніки змінювались матеріали й технології виробництва підошов спеціального взуття. Найбільш прогресивним для виробництва спеціального взуття є метод прямого лиття поліуретану на заготовку верху. При цьому методі виробництва підошва може бути одношаровою чи двошаровою. Різна конструкція підошви зумовлює її різні фізико-механічні та хімічні властивості. Так, одношарові виробляють зі щільністю $0,55-0,6 \text{ г/см}^3$, вони більш легкі, гнучкі, у них простіша технологія виробництва. У двошарових підошов нижній шар має щільність $1-1,22 \text{ г/см}^3$, проміжний – $0,55-0,6 \text{ г/см}^3$; вони мають більш високу собівартість, складнішу технологію виробництва, але фізико-механічні властивості набагато вищі, ніж у одношарових [2].

Постановка завдання

В зв'язку із зазначеним, актуальним завданням сьогодення є дослідження поліуретанових композицій для спеціального взуття до дії агресивного середовища і вибір композиції з найкращими показниками для подальшого використання в виробництві взуття.

Результати досліджень

Об'єктами досліджень вибрані поліуретани фірм «Dow» та «Lim» для лиття одношарових підошов та фірми «Elastogran» для лиття двошарових підошов.

Поліуретани досліджувалися за такими показниками: умовна міцність, відносне подовження до і після дії нафти, бензину та сірчаної кислоти концентрацією до 20%, зміна маси зразка після дії агресивного середовища, температура крихкості, опір стиранню при ковзанні.[3] Результати випробувань з визначення умовної міцності поліуретанових композицій представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Умовна міцність (контрольні випробування)

№	Поліуретан фірми «Lim»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	8	8,7	16,6	6,5
2	8,1	8,8	16,7	6,4
3	8,2	8,6	16,5	6,3
4	8,2	8,6	16,4	6,6
5	8,1	8,9	16,3	6,7
6	7,9	8,7	16,9	6,4
7	7,8	8,9	16,6	6,4
8	8,3	9	16,7	6,5
\bar{x}	8,075	8,775	16,6	6,475
G	0,167	0,149	0,135	0,128
v	0,021	0,017	0,018	0,020

Дані таблиці 1 показують, що поліуретан фірми «Elastogran» має кращі результати контрольних випробувань по показнику «умовна міцність», а поліуретан для нижнього шару має показники у два рази більші, ніж поліуретан для проміжного шару.

Результати випробувань поліуретанових композицій на стійкість до дії агресивного середовища по показнику «умовна міцність», представлені в таблицях 2 (після дії нафти), таблиця 3 (після дії бензину) та таблиця 4 (після дії сірчаної кислоти концентрацією до 20%).

Таблиця 2

Умовна міцність (після дії нафти)

№	Поліуретан фірми «Lim»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	7,2	8,00	15,77	5,66
2	7,29	8,10	15,87	5,57
3	7,38	7,91	15,68	5,48
4	7,38	7,91	15,58	5,74
5	7,29	8,19	15,49	5,83
6	7,11	8,00	16,06	5,57
7	7,02	8,19	15,77	5,57
8	7,47	8,28	15,87	5,66
\bar{x}	7,440	8,073	15,758	5,633
G	0,172	0,137	0,179	0,112
v	0,023	0,017	0,011	0,020

Як можна бачити з таблиці 2, поліуретан фірми «Elastogran» після дії нафти має найкращі результати. Обробивши результати дослідів, були отримані значення коефіцієнту хімічної стійкості. Для нижнього шару поліуретану фірми «Elastogran» він складає 0,96, для проміжного шару – 0,92; для поліуретану фірми «Lim» він складає 0,9, для поліуретану фірми «Dow» – 0,87.

Таблиця 3

Умовна міцність (після дії бензину)

№	Поліуретан фірми «Lim»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	7,44	8,35	16,27	5,85
2	7,53	8,45	16,37	5,76
3	7,63	8,26	16,17	5,67
4	7,63	8,26	16,07	5,94
5	7,53	8,54	15,97	6,03
6	7,35	8,35	16,56	5,76
7	7,25	8,54	16,27	5,76
8	7,72	8,64	16,37	5,85
\bar{x}	7,510	8,073	16,256	5,633
G	0,155	0,137	0,185	0,112
v	0,021	0,017	0,011	0,020

Дослідження показали (табл. 3), що поліуретан фірми «Elastogran» після дії бензину має найкращі результати. Обробивши результати дослідів, були отримані значення коефіцієнту хімічної стійкості. Для нижнього шару поліуретану фірми

«Elastogran» він складає 0,98, для проміжного – 0,96; для поліуретану фірми «Lim» він складає 0,93, для поліуретану фірми «Dow» – 0,9.

Таблиця 4

Умовна міцність (після дії сірчаної кислоти)

№	Поліуретан фірми «Lim»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	7,60	8,53	15,77	5,53
2	7,70	8,62	15,865	5,44
3	7,79	8,43	15,675	5,36
4	7,79	8,43	15,58	5,61
5	7,70	8,72	15,485	5,70
6	7,51	8,53	16,055	5,44
7	7,41	8,72	15,77	5,44
8	7,32	8,82	15,865	5,53
\bar{x}	7,600	8,600	15,77	5,504
G	0,176	0,146	0,179	0,109
v	0,023	0,017	0,011	0,020

З даних таблиці 4 видно, що поліуретан фірми «Elastogran» має найкращі значення умовної міцності після дії сірчаної кислоти. Порахувавши значення коефіцієнту хімічної стійкості отримали для проміжного – 0,98, для нижнього – 0,99; для поліуретану фірми «Lim» він складає 0,95; для поліуретану фірми «Dow» – 0,85.

Результати досліджень показали, що найкращі показники умовної міцності та значення коефіцієнта хімічної стійкості має поліуретан фірми «Elastogran» як після дії нафти, так і після дії бензину та сірчаної кислоти. Показники нижнього шару були майже в два рази більші, ніж у проміжного та одношарових підошов фірми «Lim» та «Dow».

Далі проводили дослідження відносного подовження. Результати контрольних випробувань наведені в таблиці 5, результати дослідження відносного подовження представлені в таблицях 6 (після дії нафти), таблиця 7 (після дії бензину) та таблиця 8 (після дії сірчаної кислоти концентрацією до 20%).

Таблиця 5

Відносне подовження(контрольні випробування)

№	Поліуретан фірми «Lim»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	435,00	400	700	430
2	432,00	410	720	432
3	430,00	397	690	435

Продовження таблиці 5

4	440,00	405	730	429
5	434,00	411	710	427
6	438,00	402	715	425
7	429,00	408	725	437
8	433,00	400	715	438
\bar{x}	433,875	404,125	711	431,625
G	3,758	5,167	5,167	4,719
v	0,009	0,013	0,013	0,011

Як і в попередніх дослідженнях, поліуретан фірми «Elastogran» має найкращі результати контрольних випробувань по показнику «відносне подовження», а поліуретан для нижнього шару має показники у 1,5 рази більші, ніж поліуретан для проміжного шару.

Таблиця 6

Відносне подовження(після дії нафти)

№	Поліуретан фірми «Lim»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	400,00	409	700	520
2	410,00	415	695	515
3	408,00	420	690	510
4	412,00	416	705	517
5	406,00	405	705	522
6	403,00	412	707	524
7	407,00	417	705	513
8	415,00	422	700	521
\bar{x}	407,625	414,500	702	517,750
G	4,809	5,632	5,167	4,833
v	0,012	0,014	0,013	0,009

З таблиці 6. видно, що під дією нафти відносне подовження поліуретану фірми «Lim» зменшилось, у поліуретану фірми «Elastogran» і в поліуретану фірми «Dow» збільшилось.

Таблиця 7

Відносне подовження(після дії бензину)

№	Поліуретан фірми «Lim»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	445,00	400	700	454
2	447,00	405	695	460

Продовження таблиці 7				
3	452,00	410	690	452
4	453,00	412	705	463
5	449,00	415	705	465
6	442,00	403	707	467
7	450,00	407	705	456
8	440,00	409	700	459
\bar{x}	447,250	407,625	702	459,500
G	4,652	4,897	5.167	5,318
v	0,010	0,012	0.013	0,012
K	-	-	-	-

З таблиці 7. видно, що під дією бензину відносне подовження у всіх досліджуваних поліуретанів збільшилось.

Таблиця 8

Відносне подовження(після дії сірчаної кислоти)

№	Поліуретан фірми «Lim»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	450,00	415	700	420
2	445,00	420	695	426
3	440,00	417	690	419
4	444,00	407	705	423
5	447,00	413	705	425
6	443,00	422	707	417
7	452,00	410	705	422
8	454,00	409	700	419
\bar{x}	446,875	414,125	702	421,375
G	4,794	5,357	5.167	3,159
v	0,011	0,013	0.013	0,007

Дані таблиці 8. вказують на те, що під дією сірчаної кислоти відносне подовження у поліуретанів фірми «Lim» та у поліуретанів фірми «Elastogran» збільшилось, у поліуретану фірми «Dow» зменшилось.

У результаті досліджень виявлено, що під дією агресивних середовищ досліджувані поліуретани ведуть себе по-різному, але зміни відносного подовження невеликі. Це дає можливість зробити висновок, що дія агресивних середовищ впливає на якість поліуретанів несуттєво.

Зміна маси підошви має велике значення при експлуатації взуття в агресивних

середовищах, так як впливає на якість взуття та терміни експлуатації. Зміну маси зразка після дії агресивного середовища випробували згідно з ГОСТ 9.030-74. Результати досліджень представлені в таблицях 9 (після дії нафти), таблиця 10 (після дії бензину) та таблиця 11 (після дії сірчаної кислоти концентрацією до 20%).

Таблиця 9

Зміна маси зразка (після дії нафти)

№	Поліуретан фірми «Lim»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	6,25	6,05	3.01	7,55
2	6,20	6,11	3.00	7,6
3	6,28	6,04	3.02	7,7
4	6,24	6,07	3.04	7,66
5	6,22	6,09	3.04	7,59
6	6,27	6,07	3.05	7,61
7	6,23	6,1	3.06	7,63
8	6,19	6,13	3.08	7,57
\bar{x}	6,235	6,083	3.03	7,614
G	0,032	0,031	0.031	0,049
v	0,005	0,005	0.005	0,006

З таблиці 9 видно, що найбільшій зміні маси зразка від дії нафти зазнав поліуретан фірми «Dow», найбільша стійкість до нафти властива нижньому шару підошви, виготовленого з поліуретану фірми «Elastogran».

Таблиця 10

Зміна маси зразка (після дії бензину)

№	Поліуретан фірми «Lim»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	3,11	2,75	1,3	4,11
2	3,05	2,82	1,2	4,06
3	3,09	2,79	1,19	4,09
4	3,15	2,76	1,21	4,12
5	3,13	2,8	1,27	4,15
6	3,10	2,77	1,24	4,13
7	3,08	2,8	1,18	4,1
8	3,07	2,72	1,26	4,08
\bar{x}	3,098	2,776	1,22	4,105
G	0,032	0,032	0,032	0,029
v	0,010	0,012	0,012	0,007

Від дії бензину найбільшої зміни маси зразка зазнав поліуретан фірми «Dow», а найбільшу стійкість проявив зразок поліуретану фірми «Elastogran», з якого був виготовлений нижній шар підошви.

Таблиця 11

Зміна маси зразка (після дії сірчаної кислоти)

№	Поліуретан фірми «Лім»	Поліуретан фірми «Elastogran»		Поліуретан фірми «Dow»
		Проміжний шар	Нижній шар	
1	2,66	1,76	0,94	2,73
2	2,72	1,65	0,87	2,75
3	2,62	1,7	0,85	2,81
4	2,65	1,72	0,86	2,83
5	2,69	1,68	0,92	2,78
6	2,60	1,74	0,91	2,82
7	2,68	1,78	0,9	2,79
8	2,73	1,75	0,88	2,74
\bar{x}	2,669	1,723	0,88	2,781
G	0,045	0,044	0,044	0,038
v	0,017	0,025	0,025	0,014

З таблиці 11 видно, що найбільшої зміни маси зразка від дії сірчаної кислоти зазнав поліуретан фірми «Dow», а найбільша стійкість характерна для нижнього шару підошви, виготовленого з поліуретану фірми «Elastogran».

Аналізуючи результати досліджень поліуретанових матеріалів на стійкість до агресивного середовища, виявили, що поліуретанові композиції фірми «Elastogran» мають найкращі показники як після дії нафти, так і після дії бензину та сірчаної кислоти, тому для підошви розробленої конструкції спеціального взуття буде використаний саме цей поліуретан [4].

Після проведення експериментальних досліджень і обробки результатів було розроблено конструкцію і технологію спеціального взуття, яке комплексно захищає стопу від дії нафти, нафтопродуктів, кислот концентрацією до 20%, вологи і температур до +150 °С та механічних навантажень, досліджені експлуатаційні властивості цього взуття, за результатами досліджень отримані сертифікати відповідності вимогам ГОСТ 28507, ГОСТ 12.4.137, ГОСТ 12.4.032.



Рис. 1. Розроблена модель спеціального взуття для захисту від дії нафти, нафтопродуктів, кислот концентрацією до 20%, вологи і температур до +150° С та механічних навантажень

Висновки

На основі методів системного аналізу були визначені оптимальні значення параметрів переробки поліуретанових систем. Встановлено, що при значенні ізоціанатного індексу 1,05 поліуретан набуває найкращих фізико-механічних та хімічних показників. Властивості отриманих 2-х шарових підошов майже в 2 рази кращі, ніж у одношарових підошов.

Контрольні випробування показали, що фізико-механічні показники у нижнього шару виготовленого з поліуретанових композицій фірми «Elastogran» майже в два рази більші ніж у одношарових підошов фірми «Lim» та «Dow».

У результаті досліджень виявлено, що під дією агресивних середовищ досліджувані поліуретани ведуть себе по-різному, але зміни відносного подовження невеликі. Це дає можливість зробити висновок, що дія агресивних середовищ впливає на якість поліуретанів несуттєво.

При дослідженні зміни маси зразка найбільших змін зазнав поліуретан фірми «Dow», а найбільшу стійкість проявив зразок поліуретану фірми «Elastogran», особливо з якого був виготовлений нижній шар підошви.

Розроблена конструкція і технологія спеціального взуття, яке комплексно захищає стопу від дії нафти, нафтопродуктів, кислот концентрацією до 20%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Керча Ю. Ю. Фізична хімія поліуретанів / Юрій Юрійович Керча. – К.: Наук.думка, 1979. – 244 с.
2. Віленській В. А. Композиційні полімерні матеріали / Віленській В. А., Керча Ю. Ю., Шаповал Р. Л. – К.: 1984. – №20. – 29 с.
3. Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров / Я. Рабек; [пер. с англ. Я. С. Выгодского]; под ред. В.В. Коршака. – М. : Мир, 1983. – 480 с. – Ч. 2.
4. Обрізан В.А. Розробка конструкції та технології виготовлення спеціального взуття литтєвого методу кріплення із застосуванням нових матеріалів: дис. кандидата тех. наук : 05.19.06 / Володимир Анатолійович Обрізан. – К.: 2007. – 163 с.

Мацарук Я. В.

Исследование устойчивости полиуретановых подошв специальной обуви литьевого метода крепления к воздействию агрессивных сред

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Исследование материала для выбора наилучшего для изготовления низа специальной обуви, которое бы защищало стопу человека от опасных факторов. В работе использовались методы системного анализа, рекомендованные по исследованию качественных характеристик материала для специальной обуви. Проведённые исследования образцов полиуретанового материала обуви на устойчивость к воздействию нефти, нефтепродуктов, кислот, воды та на изменение массы и удлинение.

Ключевые слова: специальная обувь, полиуретановые композиции, исследования, анализ, показатели, устойчивость, агрессивная среда

Macaruk Ya. V.

Study of stability polyurethane soles footwear injection method of attachment to aggressive environments

Kiev National University of Technology and Design

The study to select the best material for the manufacture of footwear bottom that would protect human foot from hazards such as moisture. We used methods of system analysis, recommended research on the quality characteristics of the material for footwear. The research samples of polyurethane material shoes for resistance to oil, petroleum products, acids, water and the change of mass and elongation.

Keywords: special shoes, polyurethane composition, research, analyzes, performance, stability, aggressive environment