

А.Б. ДОМБРОВСЬКИЙ, О.А. МИХАЙЛОВСЬКА, Л.В. КОЗЛОВСЬКА

Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОЛОЧНОГО СЕРЕДОВИЩА НА МІЦНІСТЬ КЛЕЙОВОГО З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕРХУ З НИЗОМ ВЗУТТЯ

Визначено характер впливу молочного середовища на міцність клейового з'єднання деталей верху з низом взуття, а також визначено адгезив і субстрат, що забезпечують нормовану міцність з'єднання.

Ключові слова: адгезив, субстрат, спецвзуття, міцність з'єднання, молочне середовище, поліуретановий клей, наіритовий клей, розшарування, зсув.

A.B. DOMBROVSKY, O.A. MYKHAILOVSKA, L.V. KOZLOVSKA

Khmelnitsky National University

RESEARCH OF INFLUENCE OF SUCKLING ENVIRONMENT IS ON DURABILITY GLUE CONNECTION OF DETAILS OF TOP WITH BOTTOM OF SHOE

Abstract - The aim of work is determination of influence of suckling environment on durability of glue connection of details of top with the bottom of shoe. Character of influence of suckling environment is certain on durability of glue connection of details of top with the bottom of shoe, and also an adhesive and glued together materials are certain, that provide the rationed durability of connection. The results of researches showed that durability of glue connection of details of bottom with the top of shoe depended not only on nature of adhesive and glued together materials but also from the level of acidity of suckling environment - durability diminishes with her increase.

Necessary rationed durability of connection at a change and at stratification provide all control standards that did not yield to influence of suckling environment, and also standards agglutinate polyurethane glue, after influence of suckling environment, where material of sole is polyurethane of brand 55605.

Keywords: adhesive, glued together materials, special shoe, durability of connection, suckling environment, polyurethane glue, nairit glue, stratification, change.

Постановка проблеми

Умови роботи на вітчизняних молочних підприємствах супроводжуються цілим комплексом небезпечних і шкідливих факторів, що характеризуються підвищеною вологістю навколишнього середовища, коливанням температури від 20⁰С до 5⁰С, постійним контактом робітників з водою, сироваткою, жиром, молочною кислотою. У зв'язку з цим постає питання розробки сучасного спеціального взуття, яке б надійно захищало стопу людини від таких шкідливих виробничих факторів. Проте, сучасне спеціальне взуття повинно створювати не лише надійний захист, відповідати умовам виробництва, але й витримувати визначені терміни експлуатації. На даний час не вирішеною залишається проблема зміни міцності клейового кріплення підошви до верху спеціального взуття під дією агресивного середовища молочного виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У літературних джерелах [1–4] зустрічається дуже багато інформації про спеціальне взуття різних методів кріплення, зробленого з використанням різних матеріалів, як натуральних, так і синтетичних. Також достатньо інформації щодо досліджень міцності підошовних з'єднань [5–7]. Однак, в літературі відсутня інформація про взуття, що було б універсальним і враховувало специфіку умов виробництва молочної промисловості.

Формулювання цілі статті

Метою роботи є визначення впливу молочного середовища на міцність клейового з'єднання деталей верху з низом взуття.

Виклад основного матеріалу

Умови молочного виробництва характеризуються агресивністю навколишнього середовища і диктують особливі вимоги не лише до основних матеріалів, з яких виготовлене взуття, а й до допоміжних матеріалів, що забезпечують надійність кріплення основних.

Одним із найефективніших напрямків хімізації взуттєвого виробництва є застосування клейових методів кріплення низу взуття (випускається близько 90% всього взуття). Він забезпечує високу якість кріплення, водостійкість з'єднання верху і низу через відсутність наскрізних проколів матеріалів, легкість і еластичність взуття. Якість і міцність кріплення залежить від правильного вибору клею. Усе різноманіття клей, що використовуються в наш час для основного кріплення низу до верху взуття, можна розглядати як три альтернативні системи склеювання: клеї, що містять органічні розчинники; дисперсні клеї (в основному водні дисперсії полімерів) і клеї-розплави.

Клеї, що містять розчинники, можна вважати універсальними. Вони застосовуються в взуттєвому виробництві протягом декількох десятиків років і забезпечують високу міцність клейового шва практично всіх матеріалів, які застосовуються для верху і низу взуття. Клеєві системи з використанням органічних розчинників, немов "розчиняють" поверхню матеріалу, сприяючи проникненню макромолекул клейової речовини в пори матеріалів, що з'єднуються. Клеєві конструкції в процесі експлуатації в умовах молочного виробництва піддаються впливу різних зовнішніх факторів: вологи, агресивного кислотного середовища,

мікрофлори, в результаті чого, під їх впливом починають протікати процеси, що викликають зміни властивостей клейових з'єднань. Варто відзначити, що процеси старіння, які протікають в цьому випадку, мають свою специфіку. Оскільки шар адгезиву знаходиться між шарами матеріалів, які заважають прямій дії зовнішнього середовища на клейову плівку [6]. При цьому зміни міцності склеювань можуть бути обумовлені процесами, які відбуваються як в адгезиві, так і процесами на межі розподілу фаз між адгезивом і субстратом [7].

Важливими показниками, що характеризують якість клейового з'єднання є його міцність при розшаруванні та при дії зсувних навантажень. Для визначення цих показників застосовувались стандартні методи оцінки міцності клейових швів, регламентовані відповідно ГОСТ 14759-89 «Клеи. Метод определения прочности при сдвиге» [10] та ГОСТ 28966.1-91 «Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании» [11].

Для дослідження впливу молочного середовища на міцність клейового з'єднання деталей верху з низом взуття обрано два найбільш розповсюджені клеї, що містять розчинники – поліхлоропреновий (склад а [8]) та поліуретановий (склад а [8]). Враховуючи умови експлуатації взуття для працівників молочного виробництва, для зразків деталей верху обрано юхту (ГОСТ 485), а для зразків деталей підошви вибрано поліуретан (ПУ 1 марки 55605, ПУ 2 марки 56102) та гуму (Гума 1 – зносостійка, Гума 2 – пориста маслостійка).

Для забезпечення достовірності результатів досліджень проведено випробування 8 склеєних зразків для кожної групи.

Підготовка зразків до випробування міцності склеювання складалася з наступних етапів:

- скуйовдження поверхонь, що склеюються (наявність мікронерівностей висотою не більш 0,1 мм);
- нанесення клею дворазове: 1 намазка – 10–12%, 2 намазка – 18–20% концентрації (для наїритового клею); 1 намазка – 10%, 2 намазка – 20% концентрації (для поліуретанового клею);
- сушка клейового шару: після 1 намазки – 5–15 хв, після 2 намазки – 1–1,5 год (для наїритового клею); після 1 намазки – 10–15 хв, 2 намазка – 60–90 хв (для поліуретанового клею);
- активація клейової плівки: при температурі 80–110° С протягом 40–90 с, (для наїритового клею); при температурі 85–90° С протягом 30 с (для поліуретанового клею);
- тиск пресування – 0,35–0,4 МПа;
- час пресування: для склеювань з наїритовим клеєм – 40–60 с, для склеювань з поліуретановим клеєм – 60–90 с;
- вистій клейового шва до початку експериментів не менше 12 годин.

Перед початком експерименту кожна група склеєних зразків піддавалася впливу молочного середовища з різним рівнем кислотності (сироватка - pH = 5,8; сметана 20% - pH = 4,7; кефір 2,5% - pH = 4,2) протягом одного тижня, після чого зразки висушувалися та проводилися відповідні дослідження. Одна група зразків залишалася необробленою (контрольна група).

Міцність клейового з'єднання при зсуві визначається за формулами 1, 2, 3.

Міцність склеєних з'єднань при зсуві може бути виражена величиною руйнівного навантаження P при зсуві (H) або величиною руйнівного напруження τ при зсуві (Π_a), розрахованого за формулою [8]:

$$\tau = P / F \quad (1)$$

де P – руйнівне навантаження, Н;

F – площа склеювання, м², обчислюється з точністю $1 \cdot 10^{-6}$ м² за формулою:

$$F = l \cdot b \quad (2)$$

де l – довжина нахльосту, м;

b – ширина нахльосту, м.

Величина руйнівного напруження обчислюється до третього десятинного знака для кожного зразка і по отриманих даних розраховується середнє арифметичне значення за формулою:

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \quad (3)$$

де n – кількість досліджуваних зразків;

P_i – руйнівне навантаження, Н.

Міцність клейового з'єднання при розшаруванні ($\Pi_{роз}$) в Н/м обчислювали за формулами 4, 5, 6.

$$\Pi_{роз} = \frac{P}{b} \quad (4)$$

де P – руйнівне зусилля, Н;

b – ширина клейового шва, м.

При цьому:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (5)$$

де P_i – руйнівне навантаження, Н;

n – число найменших значень максимумів.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^5 b_i}{5} \quad (6)$$

де b_i – ширина клейового шва одного зразка, м.

За результат випробування приймають середнє арифметичне результатів не менше трьох паралельних визначень, допустиме розходження між якими встановлюється в нормативно-технічній документації на полімерний клей, але не повинно перевищувати 10%.

Допустима відносна похибка результату вимірювання $\pm 5\%$ при довірчій ймовірності 0,95.

Статистично оброблені та систематизовані результати досліджень занесені до таблиці 1.

Таблиця 1

Вплив молочного середовища на міцність клейового з'єднання при зсуві та розшаруванні

№ п/п	Матеріал підшви	Адгезив	Ph молочного середовища	Міцність клейового з'єднання при зсуві $\tau \pm m_x$, МПа	Міцність клейового з'єднання при розшаруванні $P_{роз} \pm m_x$, кН/м
1	2	3	4	5	6
1	ПУ 1	Поліуретановий	-	$2,143 \pm 0,095$	$4,126 \pm 0,186$
2	ПУ 2	Поліуретановий	-	$1,678 \pm 0,048$	$3,576 \pm 0,273$
3	Гума 1	Наіритовий	-	$1,437 \pm 0,09$	$2,966 \pm 0,025$
4	Гума 2	Наіритовий	-	$1,269 \pm 0,039$	$2,742 \pm 0,058$
5	ПУ 1	Поліуретановий	5,8	$1,607 \pm 0,062$	$3,096 \pm 0,044$
6	ПУ 2	Поліуретановий	5,8	$1,495 \pm 0,044$	$2,884 \pm 0,023$
7	Гума 1	Наіритовий	5,8	$1,193 \pm 0,075$	$2,534 \pm 0,025$
8	Гума 2	Наіритовий	5,8	$1,022 \pm 0,057$	$2,392 \pm 0,029$
9	ПУ 1	Поліуретановий	4,7	$1,459 \pm 0,092$	$2,835 \pm 0,045$
10	ПУ 2	Поліуретановий	4,7	$1,28 \pm 0,051$	$2,709 \pm 0,035$
11	Гума 1	Наіритовий	4,7	$1,02 \pm 0,063$	$2,463 \pm 0,01$
12	Гума 2	Наіритовий	4,7	$0,971 \pm 0,06$	$2,294 \pm 0,055$
13	ПУ 1	Поліуретановий	4,2	$1,387 \pm 0,083$	$2,702 \pm 0,04$
14	ПУ 2	Поліуретановий	4,2	$1,209 \pm 0,053$	$2,607 \pm 0,015$
15	Гума 1	Наіритовий	4,2	$0,943 \pm 0,061$	$2,253 \pm 0,22$
16	Гума 2	Наіритовий	4,2	$0,889 \pm 0,015$	$2,166 \pm 0,051$

Аналізуючи результати досліджень впливу молочного середовища на міцність склеювання при зсуві (рис. 1, 2) видно, що необхідну міцність 1,2 – 1,6 МПа забезпечують всі контрольні зразки, які не піддавалися впливу молочного середовища, та зразки, склеєні поліуретановим клеєм, причому матеріалом підшви є поліуретан ПУ 1 марки 55605 та ПУ 2 марки 56102. А зразки, склеєні поліхлоропреновим клеєм, що оброблялися молочним середовищем, не забезпечують необхідної міцності.

Проведені експериментальні дослідження впливу молочного середовища на міцність склеювання при розшаруванні (рис. 3, 4, 5) показали, що необхідну міцність 2,7 – 3 кН/м забезпечують контрольні зразки і зразки, склеєні поліуретановим клеєм, де матеріалом підшви є поліуретан ПУ 1 марки 55605.

Рис. 1. Значення міцності клейового кріплення при зсуві для зразків, склеєних поліуретановим клеєм

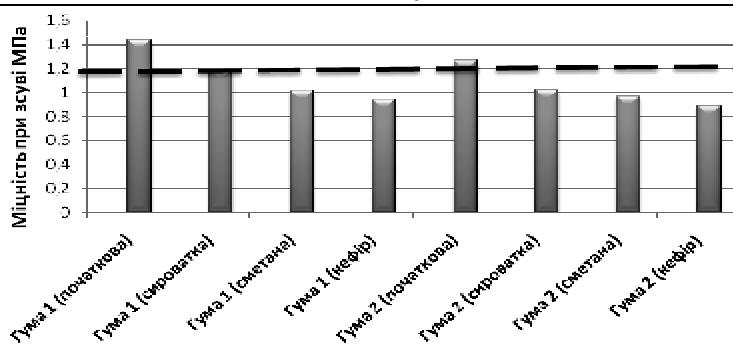


Рис. 2. Значення міцності клейового кріплення при зсуві для зразків, склеєних поліхлоропреновим клеєм

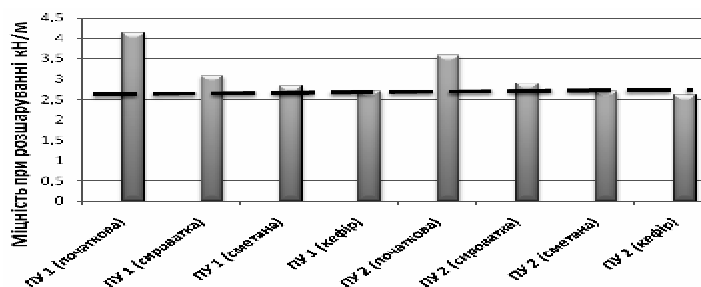


Рис. 3. Значення міцності клейового кріплення при розшаруванні для зразків, склеєних поліуретановим клеєм

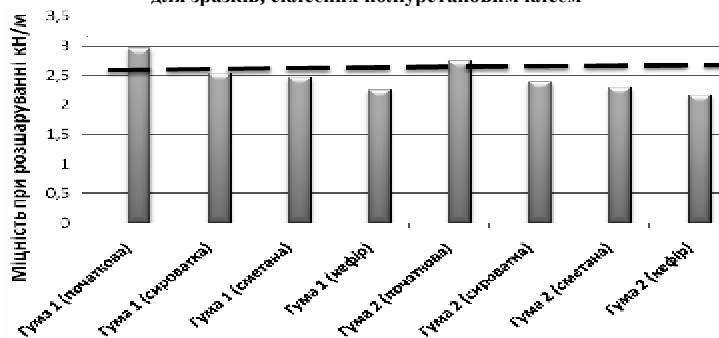


Рис. 4. Значення міцності клейового кріплення при розшаруванні для зразків, склеєних поліхлоропреновим клеєм

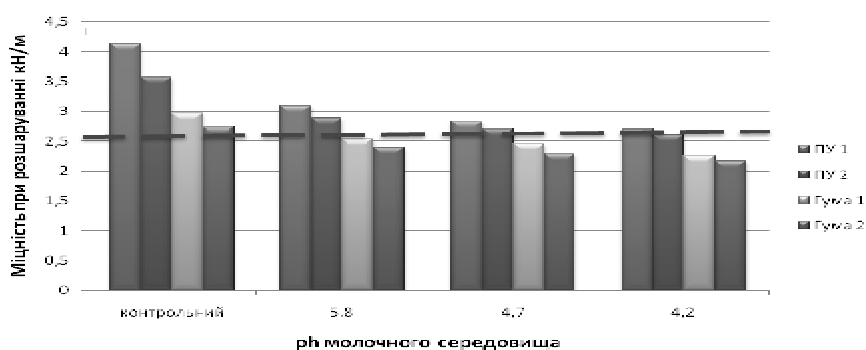


Рис. 5. Залежність міцності клейового шва при розшаруванні від pH молочного середовища і виду матеріалів, що склеюються

Висновки

Результати досліджень показали, що міцність клейового з'єднання деталей низу з верхом взуття залежить не лише від природи адгезиву і субстрату, але і від рівня кислотності молочного середовища – з її зростанням зменшується міцність.

Необхідну нормовану міцність з'єднання при зсуві та при розшаруванні забезпечують всі контрольні зразки, які не піддавалися впливу молочного середовища, а також зразки, склеєні поліуретановим клеєм, після впливу молочного середовища, де матеріалом підшви є поліуретан марки 55605.

На основі аналізу експериментальних даних можна зробити такі висновки: для виготовлення спецвзуття працівникам сфери молочного виробництва доцільно застосувати клейовий метод кріплення низу з верхом взуття із застосуванням в якості адгезиву поліуретанового клею та матеріалу підшви – поліуретану марки 55605.

1. ДСТУ 3835-98. Взуття спеціальне з верхом із шкіри для захисту від механічного діяння. Технічні умови. – К. : Держстандарт України, 1998.
2. ДСТУ 3962-2000. Взуття спеціальне з верхом із шкіри для захисту від нафти, нафтопродуктів, кислот та лугів, нетоксичного та вибухонебезпечного пилу. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 2000.
3. ISO 8782-1:1998 «Safety, protective and occupational footwear for professional use Part 1: Requirements and test methods» (Взуття безпечне, захисне та робоче виробничого призначення. Частина 1. Вимоги і методи випробувань). – К. : Держспоживстандарт України, 2003.
4. Александров С.П. Повышение качества и конкурентоспособности отечественной спецобуви / С.П. Александров, Д.В. Лазарева // Кожев.-обув. пром-сть. – 2008. – № 6. – С. 34–37.
5. Данилова Ю. С. Исследование клеевых подошвенных соединений в динамических условиях / Ю. С. Данилова, Гвоздев Ю. М. // Кожев.-обув. пром-сть. – 2006. – № 5. – С. 42–43.
6. Данилова Ю.С. Исследование факторов, влияющих на выносливость клеевых подошвенных соединений / Ю.С. Данилова, Ю.М. Гвоздев // Кожев.-обув. пром-сть. – 2007. – № 5. – С. 39–40.
7. Данилова Ю.С. Моделирование и прогнозирование выносливости клеевых подошвенных соединений / Ю.С. Данилова, Ю.М. Гвоздев // Кожев.-обув. пром-сть. – 2010.
8. Технология производства обуви. Рецептура клеев, отделочных и вспомогательных материалов. Методы их приготовления и применения. – М. : ЦНИИТЭЛП, 1978. – 89 с.
9. Фомченкова Л. Н. Современные полимерные материалы для низа обуви / Л. Н. Фомченкова // Кожев.-обув. пром-сть. – 2009. – № 4. – С. 25–29.
10. ГОСТ 14759-89. Клеи. Метод определения прочности при сдвиге. – М.: Издательство стандартов, 1989.
11. ГОСТ 28966.1-91. Клеи полимерные. Метод определения прочности при расслаивании. – М. : Издательство стандартов, 1991.

References

1. DSTU 3835-98. Vzuttia specialne z verkhom iz shkiry dlia zakhystu vid mekhanichnogo diiannia. Tekhnichni umovy. – K.: Derzhstandart Ukrainy, 1988.
2. DSTU 3962-2000. Vzuttia specialne z verkhom iz shkiry dlia zakhystu vid nafty, naftoproduktiv, kyslot ta luhiv, netoksichnogo ta vybukhonebezpechnogo pyly. Tekhnichni umovy. - Derzhstandart Ukrainy, 2000.
3. ISO 8782-1:1998 «Safety, protective and occupational footwear for professional use Part 1: Requirements and test methods» (Vzuttia bezpechne, zachysne ta roboche vyrobnychogo pryznachennia. Chastyna 1. Vymogy I metody vyprobuvan). – K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003.
4. Aleksandrov S.P., Lazareva D.V. Povyshenie kachestva I konkurentnosposobnosti otechesvennoj speczobuvi // Kozhev.-obuv. prom-st. – 2008. № 6. p. 34-37.
5. Danilova Yu.S., Gvozdev Yu.M. Issledovanie kleevyx podoshvennyx soedinenij v dinamicheskix usloviiakh // 2008. № 5. p. 42-43.
6. Danilova Yu.S., Gvozdev Yu.M. Issledovanie faktorov, vliiaiuushix na vynoslivost kleevyx podoshvennyx soedinenij // Kozhev.-obuv. prom-st. - 2007. №5. p. 39-40
7. Danilova Yu.S., Gvozdev Yu.M. Modelirovanie i prognozirovanie vynoslivosti kleevyx podoshvennyx soedinenij // Kozhev.-obuv. prom-st. – 2010.
8. Texnologiiia proizvodstva obuvi. Chast 7. Receptura kleev, otelochnyx i vspomogatelnyx materialov. Metody ix prigotovleniya i primeneniya. – M.: CNIITELP, 1978. – 89p.
9. Fomchenkova L.N. Sovremennye polimernye materialy dlya niza obuvi // Kozhev.-obuv. prom-st. – 2009. № 4. p. 25-29.
10. GOST 14759-89. Klei. Metod opredeleniya prochnosti pri sdvige. - M.: Izdatelstvo standartov, 1989.
11. GOST 28966.1-91. Klei polimernye. Metod opredeleniya prochnosti pri rasslaivani. - M.: Izdatelstvo standartov, 1991.

Рецензія/Peer review : 11.7.2013 р.

Надрукована/Printed :26.9.2013 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Параска Г.Б.