

ТЕРМОІМПУЛЬСНЕ ЗВАРЮВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

М.Г. Кораб, М.В. Юрженко, А.В. Вашук, А.М. Гальчун

ІЕЗ ім. С.О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Тканини з поліефірних (поліестерових) синтетичних волокон знаходять широке застосування як при виробництві товарів широкого вжитку, так і у різноманітних технічних виробках. Виробництво фільтрувальних пакетів за допомогою зварювання в даний час в Україні відсутнє, потреба у них досить велика, тому створення подібної технології зварювання є актуальною задачею. Було обрано метод термоімпульсного зварювання тавровими (Т-подібними) рантовими швами із суцільним проплавленням та одночасним розрізанням матеріалу, що зварюється. Розроблено експериментальну установку з нагрівальним елементом із ніхромового дроту діаметром 0,8 мм. За один цикл термоімпульсного зварювання формуються два поздовжніх шва, так звані таврові або Т-подібні рантові шви. Механічні випробування зварних швів фільтрувальної поліестерової тканини, отриманих термоімпульсним зварюванням, показали достатній рівень їх механічної міцності. Для контролю якості готових фільтрувальних пакетів достатньо візуально огляду швів на предмет виявлення непроварів або інших явних дефектів. Бібліогр. 9, рис. 8.

Ключові слова: термопласти, зварні з'єднання, поліестерова тканина, термоімпульсне зварювання

Полімери застосовуються в якості конструкційних матеріалів у самих різних сферах виробництва [1–3]. Зокрема, тканини з поліестерних синтетичних волокон знаходять широке застосування як при виробництві товарів широкого вжитку, так і у різноманітних технічних виробках. Найбільш відомим представником поліестерів, що використовується для виробництва волокон, є поліетилентерефталат (ПЕТ). Традиційна назва ПЕТ у пострадянських країнах – лавсан, інші торгові назви цього полімеру – дакрон (США), терилен (Британія), текадур (Німеччина), теторон (Японія). ПЕТ – це аліфатично-ароматичний поліестер, що отримується поліконденсацією етиленгліколю з терефталевою кислотою. Цей полімер є твердим жорстким термопластом, прозорим у аморфному стані та білим у кристалічному.

Отримання поліестерового волокна відбувається традиційним методом екструзії, тобто продавлюванням розплаву поліетилентерефталату крізь багаточисельні надтонкі отвори філь'єри з наступним повітряним охолодженням. Для виробництва пряжі (ниток) у текстильній промисловості використовуються так звані штапельні волокна спеціально визначеної довжини, не більше 40...45 мм [4]. Переважна кількість усіх синтетичних ниток різних типів використовуються для виробництва різноманітних тканин.

Принцип виготовлення тканин залишається незмінним протягом багатьох століть. Технічні фільтрувальні тканини в залежності від сфери застосування відрізняються способом та щільністю плетіння. У сучасній текстильній промисловості

використовують десятки різних типів плетіння, найпростіший з яких – полотняне, коли поздовжні нитки (основа) та поперечні нитки (уток) по чергово перетинають одна одну. Геометрична щільність тканини визначається як кількість ниток на одиницю довжини [5].

Важлива сфера застосування технічних поліестерових тканин – елементи фільтрів для лабораторного обладнання, призначеного для визначення питомого вмісту сирової клітковини (непоживної частини) у рослинних продуктах. Визначення вмісту клітковини за методом Веенде полягає у тому, що пробу рослинного продукту спочатку піддають гідролізу у розчині сірчаної кислоти, потім луговому гідролізу у розчині їдкового натру [6]. Зразки продуктів при лабораторному аналізі завантажують у спеціальні невеликі пакети із фільтрувальної тканини. Такі пакети в даний час в Україні не виробляються при досить великій потребі на них. Тому розробка вітчизняних технологій та обладнання для виробництва фільтрувальних пакетів є актуальною задачею. Для з'єднання тканин, виготовлених з полімерних термопластичних волокон, можливо використання тих методів зварювання, що розроблені для полімерних плівок [7, 8].

Для виготовлення фільтрувальних пакетів було обрано поліестерову надлегку технічну тканину полотняного плетіння торгової марки Saatifil [9]. Тканина артикулу PES 68/38 стійка до дії кислот та лугів при підвищеній температурі має молочний колір, її питома вага становить 32 г/м².

На рис. 1 у збільшеному вигляді показано структуру поліестерової тканини PES 68/38. Полотняне

М.Г. Кораб – <http://orcid.org/0000-0001-8030-1468>, М.В.Юрженко – <http://orcid.org/0000-0002-5535-731X>

А.В. Вашук – <http://orcid.org/0000-0002-4524-4311>

© М.Г. Кораб, М.В. Юрженко, А.В. Вашук, А.М. Гальчун, 2021

плетіння низької щільності забезпечує формування рівномірної у обох напрямках сітчастої структури тканини, добре проникної для повітря та води. Лінійна щільність тканини становить 90 ниток на сантиметр. Поздовжні та поперечні нитки тканини абсолютно ідентичні, середній діаметр нитки, яка складається із декількох поліестерових моноволокон, становить 40 мкм. Середній розмір квадратних проміжків між нитками становить 68 мкм, отже тканина під час досліджень може надійно утримати фрагменти подрібненого матеріалу з мінімальним розміром до 0,1 мм.

Розмір фільтрувального пакету з поліестерової тканини 120 на 45 мм, його складно та малопродуктивно виготовляти за стандартною технологією шиття нитками. Існує технологія зварювання фільтрувальних пакетів ультразвуковим способом, за якою напускним швом зі стрічки формується тканевий рукав, а на другому етапі поперечним тавровим швом утворюється «дно». Однак міцність таких швів становить не більше 35...40 % від рівня основного матеріалу, що призводить до їх частих руйнувань в процесі проведення аналізу. Перспективним способом з'єднання надтонкого термопластичного матеріалу при виготовленні фільтрувальних пакетів є термоімпульсне зварювання нагрітим інструментом.

Зварювання надтонких полімерних матеріалів з товщиною до 250 мкм, які дуже чутливі до надлишкового нагрівання матеріалу в зоні з'єднання, виконують термоімпульсним способом за допомогою нагрівального інструмента малої маси та теплоємності, який розігрівається на короткий час потужним імпульсом електричного струму. В даному випадку було обрано метод термоімпульсного зварювання тавровими (Т-подібними) рантовими швами із суцільним проплавленням та одночасним розрізанням матеріалу, що зварюється.

Для оптимізації технологічної схеми зварювання тонкої поліестерової тканини було розроблено експериментальну установку (рис. 2). На прямокутній основі 2 закріплені усі деталі установки та розміщуються матеріали, що зварюються 1. Дротяний нагрівальний елемент 3 закріплений в

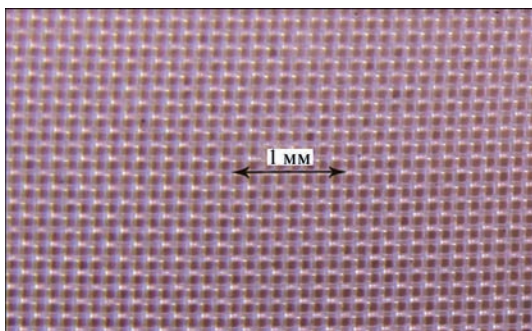


Рис. 1. Структура легкої поліестерової (лавсанової) фільтрувальної тканини полотняного плетіння

нижній частині корпусу верхнього електроду 4. З задньої сторони до електроду прикріплені дві консолі 5, зв'язані своїми кінцями з вертикальними стійками 6 горизонтальною віссю 7. Верхній електрод з консолями може гойдатися відносно осі 7, входячи у контакт із площиною основи, його власної ваги достатньо для створення робочого зусилля притискання P . Нагрівальний елемент було виготовлено з циліндричного ніхромового дроту діаметром 0,8 мм та довжиною 150 мм. Нагрівач через ізоляційну прокладку був закріплений в нижній частині рухомого електроду установки з приєднанням до нього дротів електричного живлення.

Порівнювали дві технологічні схеми формування фільтрувального пакету. В першому варіанті зварювали два зразки тканини, накладені один на другий та отримували фільтрувальні пакети типу 8а з двома бічними та одним нижнім швом. В другому варіанті зварювали зразки тканини, складені навпіл у поздовжньому напрямку та отримували пакети типу 8б з двома бічними швами та дном, сформованим складкою тканини.

При проходженні крізь нагрівальний елемент електричного струму величиною 9...10 А дріт протягом приблизно 1 с нагрівається до температури насичення на рівні 270...290 °С, і в подальшому його температура збільшується повільно. Отже, нагрів зони зварювання регулювали тривалістю робочого імпульсу струму.

Етапи процесу термоімпульсного зварювання поліестерової тканини схематично показані на рис. 3. На початковому етапі (рис. 3, а) нагрівальний елемент 1 підходить до місця зварного з'єднання зразків тканини 2, що укладені у два шари на пласку основу 3. Після цього вмикається джерело живлення та починається робочий імпульс струму. На другому етапі (рис. 3, б) розігрітий дротяний інструмент починає розплавляти полімерний матеріал тканини. Під дією робочого зусилля притискання нагрівальний інструмент поступово опускається донизу, розплавляючи спо-

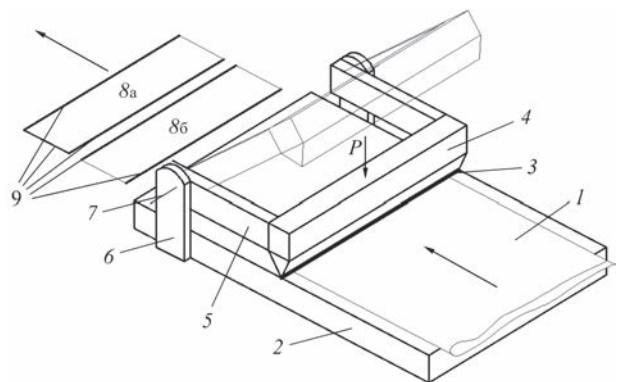


Рис. 2. Принципова схема експериментальної установки для термоімпульсного зварювання фільтрувальних пакетів (позначення див. у тексті)

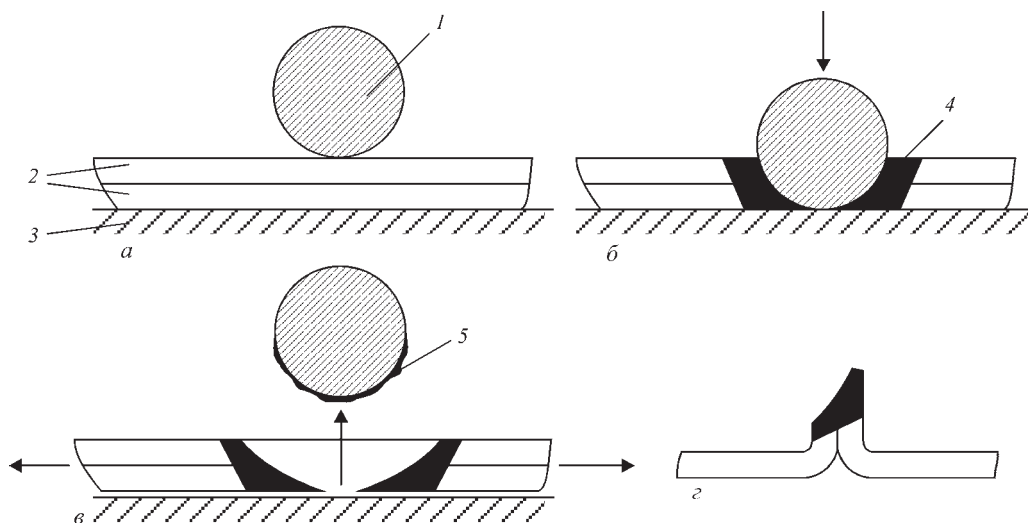


Рис. 3. Основні етапи технологічного процесу термоімпульсного зварювання з одночасним тепловим розрізанням (позначення див. у тексті)

чатку верхній шар тканини, а потім нижній. Закінчується це проплавлення в момент, коли нагрівач торкається поверхні основи, а обидва шари тканини розрізаються циліндричним дротом у місці з'єднання. По обидва боки нагрівача формуються невеликі об'єми розплавленого полімеру 4, які у подальшому утворюють зварні шви.

Таким чином, за один цикл термоімпульсного зварювання формуються два поздовжніх шва по обидва боки циліндричного нагрівального елемента. Після повного проплавлення тканини її розрізані частини відводяться одна від одної (рис. 3, в), нагрівальний елемент піднімається та виводиться із зони зварювання. На поверхні дроту нагрівача залишається невелика кількість розплавленого полімерного матеріалу 5. Якщо тривалість робочого імпульсу струму продовжити на 1...2 с, налиплий матеріал повністю випаровується та практично не впливає на якість шва, який буде зварено у наступному циклі. Розроблена технологія дозволяє отримувати так звані таврові або Т-подібні рантові шви, форма та розміри яких залежать від режиму нагрівання полімерного матеріалу. Зазвичай такі шви у робочому стані розташовуються перпендикулярно основній площині тканини (рис. 3, г).

Випробування зварених пакетів в умовах, що моделюють робочі навантаження, показали, що найбільш небезпечними з точки зору руйнування є початкові ділянки швів біля горловини мішечка та кінцеві ділянки швів на кутах внизу виробу. Тому було вирішено вивертати фільтрувальні пакети перед використанням, щоб ранти Т-подібних швів в робочому середовищі були направлені всередину. Навантаження на небезпечні ділянки зварних швів у цьому випадку суттєво зменшується через зміну геометричної форми тканини (рис. 4).

Т-подібний рантовий шов поліестерової тканини утворюється в результаті розплавлення ниткового полімерного матеріалу тканини, який піс-

ля охолодження та ствердження формує суцільну жорстку полімерну структуру. В результаті утворюється зварне з'єднання гнучкого сітчастого полотнища тканини, що складається з волокнистого матеріалу з твердим затверділим полімерним матеріалом шва (рис. 5). При навантаженні Т-подібного рантового шва основні напруження концентруються у вузькій зоні вздовж шва, де волокнистий нитковий матеріал тканини стикається з затверділим жорстким полімерним матеріалом зварного шва. Тому розміри та форма самого шва практично не впливають на міцність зварного з'єднання.

Сітчастий волокнистий полімерний матеріал фільтрувальної тканини досить швидко розплавляється при температурі 260...270 °С, тому навіть при нетривалому контакті нагрівача з полотнищем, протягом 3...5 с, на тканині розплавляється поздовжня стрічка шириною 1...2 мм. В результаті після ствердження розплаву утворюється твердий поліестеровий рант шириною від 1 до 3 мм з нерівномірно розподіленою вздовж шва товщи-



Рис. 4. Вивернутий фільтрувальний пакет, підготовлений для використання

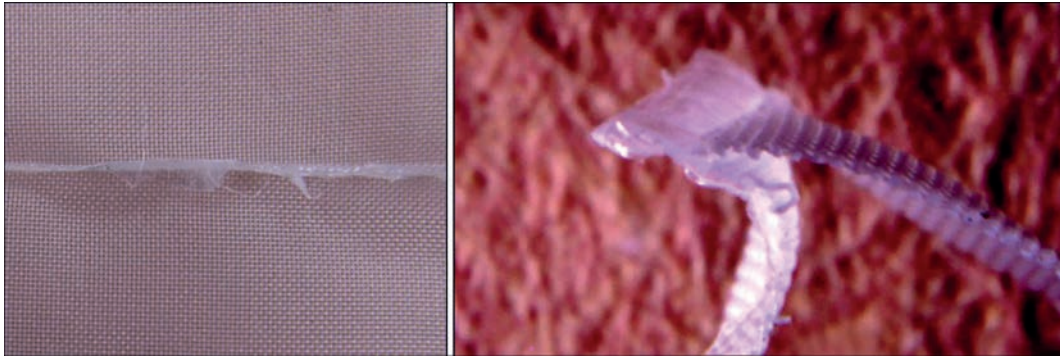


Рис. 5. Поздовжній тавровий шов поліестерової фільтрувальної тканини

ною. При цьому безпосередньо зварне з'єднання у місці контакту ниток тканини та твердого шва має практично однакову товщину, що приблизно дорівнює товщині одного шару фільтрувальної тканини. Це добре видно на збільшеному зображенні поперечного перерізу шва (рис. 5).

Для оцінки міцнісних параметрів Т-подібних зварних швів поліестерової тканини було проведено серію механічних випробувань. Міцність зварних з'єднань тканини визначали за допомогою розривної машини випробуванням на розтяг стрічкових зразків шириною 50 мм з рантовим зварним швом у центрі зразка. З перевищенням критичного рівня навантаження починається руйнування зварного шва у найслабших місцях по обидва боки від жорсткого рантового утворення, а затверділий полімерний матеріал шва лишається неушкодженим. Сітчаста структура полотняного переплетіння тканини при відриванні основного полотна від зварного шва зберігає свою регулярність та лишається практично неушкодженою. Отже, головними чинниками, які впливають на міцність зварного з'єднання фільтрувальної тканини, є фізичні та геометричні параметри місця з'єднання кожної поперечної відносно зварного шва нитки тканини з жорстким полімерним матеріалом Т-подібного ранту. Таким чином, міцність усього зварного шва утворюється як інтегральна сума міцності приєднання до монолітного матеріалу окремих ниток.

Полотняне сітчасте плетіння тканини з невеликою щільністю прилягання ниток одна до одної створює симетричну просторову структуру тканини без суттєвих відмінностей між формою поздовжніх та поперечних ниток. Усі нитки тканини після переплетіння набувають хвилястої синусоподібної форми, отже у зоні з'єднання тканини зі швом присутні почергові «верхні» та «нижні» поперечні нитки, переплетені відносно поздовжньої нитки. Відповідно і сплюснення на нитках біля з'єднання утворюються почергово то зверху, то знизу, що на фотографіях шва в плані виглядає, як чергування таких утворень через один (рис. 6).

При руйнуванні зварного шва тканини під дією навантаження на розтяг розрив відбувається по лі-

нії з'єднання, яка утворюється ланцюгом сплюснених поперечних ниток, частково з'єднаних з залишками поздовжньої нитки, що не повністю розплавилась в процесі зварювання. Вздовж відіраного від шва фрагменту кромки тканини почергово слідує один за одним деформовані кінці верхніх та нижніх поперечних ниток. На збільшеному зображенні відіраної кромки (рис. 7) видно, що деформація кінців ниток являє собою саме сплюснення волокнистого циліндричного матеріалу, який стає пласким, розширюється та зменшує свою товщину.

Схема формування зварного з'єднання сітчастої ниткової структури, яку являє собою поліестерова тканина, представлена на рис. 8. Фрагменти тканини, що з'єднуються, утворені переплетінням поперечних відносно лінії шва та поздовжніх ниток. В процесі зварювання частина ниток, яка опиняється безпосередньо під нагрівальним інструментом, розплавляється та утворює суцільний масив полімерного розплаву вздовж усієї лінії шва. Оскільки

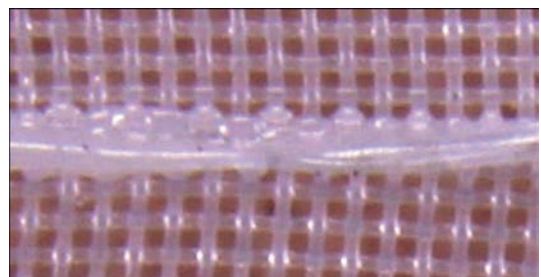


Рис. 6. З'єднання сітчастої структури полотнища фільтрувальної тканини з матеріалом зварного шва

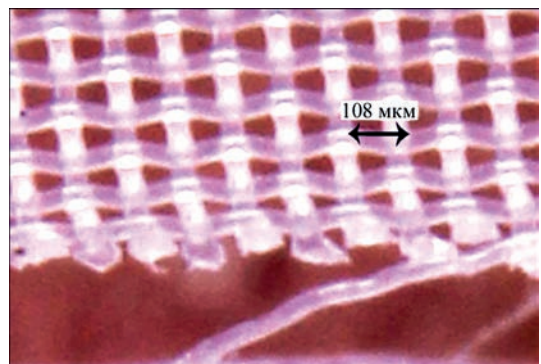


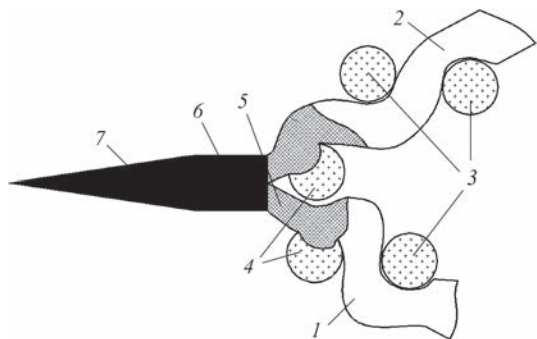
Рис. 7. Деформовані кінці поперечних ниток, відірваних від зварного шва сітчастої тканини

процес нагрівання шва нетривалий та становить одиниці секунд, нитки, що не мають безпосереднього контакту з нагрівачем, практично не зазнають термічного впливу та не змінюють своїх розмірів та форми. Це стосується поздовжніх відносно шва ниток, які в сітчастій тканині розділені між собою вільними проміжками у 65...70 мкм. Поздовжні нитки, безпосередньо наближені до лінії сплавлення, оплаваються лише частково та на вибіркових ділянках в залежності від їх відстані до нагрівача під час зварювання.

Навпаки, усі поперечні нитки неминуче контактують з нагрівальним інструментом під час прогріву тканого матеріалу, відповідні ділянки їх розплавляються та беруть участь в утворенні ванни гомогенного розплаву. Через зону переходу від полімерного розплаву до неперетвореного волокнистого полімерного матеріалу нитки саме і формується лінія з'єднання тканин, що зварюються. На схемі, рис. 8 показано, що товщина ниток в цих місцях суттєво зменшується в результаті їх сплющування, оскільки дріт нагрівального інструмента діаметром 800 мкм діє як пуансон пресу на нитку з середнім діаметром у 40 мкм.

Після завершення прогріву та видалення нагрівального інструмента масив суцільного полімерного розплаву твердіє та утворює вздовж усієї лінії зварювання жорсткий шов. Оскільки в даному випадку відбувається зварювання з розрізанням, одночасно формуються два поздовжні шви по обидві боки від струни нагрівача. Об'єм розплавленого матеріалу ниток невеликий, тому і поперечні розміри жорсткого шва становлять долі міліметра. З іншого боку, при розніманні розрізаних теплом частин тканини утворюються тяжі з розплаву, які після твердіння утворюють в деяких місцях шва «хвости» у вигляді волокон різної форми і довжини.

Таким чином, з'єднання сітчастої тканини з жорстким швом відбувається через деформовані сплющені ділянки поперечних ниток, міцність яких безумовно є зменшеною у порівнянні з основною



міцністю нитки. Кожна нитка тканини має складну внутрішню структуру та сплетена з декількох десятків первинних штапельних або безперервних волокон поліестеру. У зварному з'єднанні ці волокна у сплющених ділянках частково рвуться, змінюють кут нахилу та взаємну орієнтацію. Зберегти неушкоджену волокнисту структуру нитки при утворенні зварного з'єднання практично неможливо.

Механічні випробування зварних швів фільтрувальної поліестерової тканини, отриманих термоімпульсним зварюванням, показали, що максимальний рівень їх механічної міцності на розрив не перевищує 60...70 % відсотків від рівня основного матеріалу. Враховуючи високу первинну міцність тканого поліестерового матеріалу, така міцність швів є цілком достатньою для надійної експлуатації виготовлених з нього фільтрувальних пакетів. Зварені фільтрувальні пакети після вивертання повністю готові до використання. Беручи до уваги невеликий рівень механічних навантажень на тканину та зварні шви пакету при роботі його в складі лабораторної установки, для контролю якості готових виробів достатньо візуально огляду швів на предмет виявлення несправів або інших явних дефектів.

Висновки

Дослідження показали, що найбільш ефективним методом з'єднання сітчастої фільтрувальної поліестерової тканини є теплове термоімпульсне зварювання. Розроблено технологію виготовлення фільтрувальних пакетів з сітчастої поліестерової тканини з використанням модифікованої схеми термоімпульсного зварювання рантовими швами із суцільним проплавленням та одночасним розрізанням матеріалу, що зварюється. Створено зварювальну установку, проведено дослідження морфології та міцнісних характеристик зварних з'єднань, отриманих за допомогою модифікованого способу термоімпульсного зварювання. Визначено, що отримані зварні з'єднання відповідають необхідним критеріям цільового використання виробів з відповідних надтонких плетених тканин.

Висновки

Список літератури

1. Аржаков, М.С., Жирнов, А.Е., Ефимова и др. (2012) *Высокомолекулярные соединения* [Macromolecular compounds]. Москва, Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова.
2. Buketov, A., Brailo, M., Yakushchenko, S., Sapronova, A. (2018) Development of Epoxy-Polyester Composite with Improved Thermophysical Properties for Restoration of Details of Sea and River Transport [Rozrobka epoksydno-poliefirnogo kompozytu z polipshenyym teplofizychnym vlastyivostyamy dlya vidnovlennya detaley mors'koho ta richkovoho transportu]. *Advances in materials science and engineering*, 1–6. Doi: <https://doi.org/10.1155/2018/6378782>.
3. Buketov, A., Brailo, M., Yakushchenko, S. et al. (2019) Investigation of Tribological Properties of Two-Component Bidisperse Epoxy-Polyester Composite Materials for Its Use in the Friction Units of Means of Sea Transport [Doslidzhennya trybolohichnykh vlastyivostey dvokomponentnykh dvodyspersnykh epoksydno-poliefirnykh kompozytsiynykh materialiv

- dlya yoho vykorystannya v vuzlakh tertya zasobiv mors'koho transportu]. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 3(63), 171–182. Doi: <https://doi.org/10.3311/PPme.13161>.
4. *Polyester Manufacturing*. Available at: <http://www.teonline.com/knowledge-centre/polyester-manufacturing.html> [Accessed 10 May 2021].
 5. Савостицкий Н.А., Амирова Э.К. (2012) *Материаловедение швейного производства*. Москва, Академия.
 6. ДСТУ 2004. ISO 5498:1981. *International Standards Office. Продукти сільськогосподарські харчові. Загальний метод визначання вмісту сирової клітковини*.
 7. Jevšnik, S., Vasiliadis, S., Bahadir, S. K. et al. (2016) Applying Heat for Joining Textile Materials. In *Joining Technologies*. *Intech Open*. Doi: <https://doi.org/0.5772/64309>.
 8. Midha, V.K., Dakuri, A. (2017) Spun bonding technology and fabric properties: a review [Tekhnolohiya pryadenoho skleyuvannya ta vlastyvoli tkanyny: ohlyad]. *J. Textile Eng Fashion Techno*, 1(4), 126–133. Doi: <https://doi.org/10.15406/jteft.2017.01.00023>.
 9. Фільтрувальні поліестерові тканини торгової марки Saatifil. Available at: <http://www.saati.com/images/filtration/tds-saatifil-polyester.pdf> [Дата звернення 10 травня 2021].
- References**
1. Arzhakov, M.S., Zhirnov, A.E., Efimova, A.A. et al. (2012) *Macromolecular compounds*. Moscow, MGU [in Russian].
 2. Buketov, A., Brailo, M., Yakushchenko, S., Saprionova, A. (2018) Development of epoxy-polyester composite with improved thermophysical properties for restoration of details of sea and river transport. *Advances in Materials Sci. and Engineering*, 1–6. Doi: <https://doi.org/10.1155/2018/6378782>.
 3. Buketov, A., Brailo, M., Yakushchenko, S. et al. (2019) Investigation of tribological properties of two-component bidisperse epoxy-polyester composite materials for its use in the friction units of means of sea transport. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 3(63), 171–182. Doi: <https://doi.org/10.3311/PPme.13161>.
 4. *Polyester Manufacturing*. <http://www.teonline.com/knowledge-centre/polyester-manufacturing.html> [Accessed 10 May 2021].
 5. Savostitskiy, N.A., Amirova, E.K. (2012) *Materials science of clothing manufacture*. Moscow, Akademiya [in Russian].
 6. DSTU 2004. ISO 5498:1981. *International Standards Office. Agricultural food products. Determination of crude fibre content. General method*.
 7. Jevšnik, S., Vasiliadis, S., Bahadir, S. K. et al. (2016) Applying heat for joining textile materials. In *Joining Technologies*. *Intech Open*. Doi: <https://doi.org/0.5772/64309>.
 8. Midha, V.K., Dakuri, A. (2017) Spun bonding technology and fabric properties: A review *J. Textile Eng. Fashion Techno.*, 1(4), 126–133. Doi: <https://doi.org/10.15406/jteft.2017.01.00023>.
 9. *Filter polyester cloth of trade mark Saatifil*. <http://www.saati.com/images/filtration/tds-saatifil-polyester.pdf>

THERMAL PULSE WELDING OF POLYMERIC MATERIALS

M.G. Korab, M.V. Iurzhenko, A.V. Vashchuk, A.M. Galchun

E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine. 11 Kazymyr Malevych Str., 03150, Kyiv, Ukraine.

E-mail: office@paton.kiev.ua

The aim of the work is to test the technology of welding filter bags made of polyester ultralight fabric of linen weaving. The tasks are the choice of welding method, creating an experimental installation, adjusting the parameters of the welding process and evaluating the quality of the produced welds. The method of heat-pulse welding with T-shaped (T-shaped) welt seams with continuous penetration and simultaneous cutting of the welded material was chosen. An experimental installation with a heating element made of nichrome wire with a diameter of 0.8 mm was developed. During one cycle of heat-pulse welding, two longitudinal welds are formed, the so-called T-shaped or T-shaped welt seams, the shape and size of which depend on the heating mode of the polymeric material. Welded filter bags were inverted before using in such a way that T-shaped welds in the working environment were directed inwards and the load on dangerous areas of welds was reduced. Mechanical tests of welds of filter polyester fabric produced by thermal pulse welding showed a sufficient level of their mechanical strength. To control the quality of the finished filter bags, it is sufficient to visually inspect the welds for leaks or other obvious defects. Results of the work is the technology of manufacturing filter bags from mesh polyester fabric by means of thermopulse welding of welt seams with continuous penetration and cutting of the welded material is worked out. The welding installation was created. Parameters of a welding mode were established. It was determined that produced welded joints in terms of strength characteristics meet the necessary criteria for the intended use of filter bags made of ultra-thin polymeric fabrics. 9 Ref., 8 Fig.

Keywords: thermoplastics, welded joints, polyester fabric, thermopulse welding

Надійшла до редакції 21.02.2021

ЖУРНАЛИ для професіоналів



Видається з 1948 р.
Виходить 12 разів на рік
ISSN 0005-111X
doi.org/10.37434/as
Передплатний індекс 70031

Видається з 2000 р.
Виходить 12 разів на рік
ISSN 0957-798X
doi.org/10.37434/trwj
Передплатний індекс 21791



Видається з 1989 р.
Виходить 4 рази на рік
ISSN 0235-3474
doi.org/10.37434/tdnk
Передплатний індекс 74475



Видається з 1985 р.
Виходить 4 рази на рік
ISSN 2415-8445
doi.org/10.37434/sem
Передплатний індекс 70693