

УДК 678.742.3 : 676.038.3

Суровцев О.Б., Спорягін Є.О. (Україна, Дніпропетровськ)

## ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТКАНИХ МАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ УТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Прогрес у будь-якій сфері людської діяльності обов'язково пов'язаний з оборотною, негативною стороною цього процесу - появою й нагромадженням відходів. Ця схема прийнята й для сфери тканих матеріалів, для яких існують відходи у ткацькому й у текстильному виробництвах, а найбільший і об'єм, що збільшується, відходів становлять вироби із тканин - одяг, що зношується, «виходить із моди» і т.п., і в результаті підлягає утилізації. У країнах Західної Європи питання частково вирішується створенням системи «second hand», завдяки чому непотрібний одяг виявляється в Україні, створюючи тут додаткову екологічну проблему.

Як раціональний варіант утилізації подібної вторинної сировини запропоновано розглянути можливість використання здрібнених тканин як наповнювачів полімерних композиційних матеріалів, які широко використовуються в різних галузях людської діяльності. Використання фактично непридатного (дармового) наповнювача в значних кількостях привело б до істотного здешевлення таких полімерних матеріалів.

При аналізі науково-технічної літератури не було знайдено повідомлень про застосування здрібнених тканин в якості волокнистого наповнювача [1, 2]. У зв'язку із цим становило інтерес вивчення можливості одержання композиційних матеріалів подібного типу й оцінка рівня їхніх властивостей, оскільки при цьому можна було б використовувати для наповнення текстильні відходи промисловості, а також швейні вироби, що були у використанні та належать до утилізації.

Як вихідний матеріал в роботі для одержання дискретних тканих наповнювачів були розглянуті тканини, які масово виробляються у текстильній промисловості. Вони містять різні за природою хімічні волокна та їхні суміші такого складу: поліестер 100% (П), бавовна 100% (Б), поліестер 65% - бавовна 35% (ПБ), поліестер 38% - віскоза 62% (ПВ).

Загальний технологічний підхід в одержанні композиційних матеріалів складався в змішуванні гранул вихідного ізотактичного поліпропілену марки Н-3781 і попередньо здрібненого до фрагментів розміром 5x10 мм тканого наповнювача в черв'ячно-дисковому екструдері [3] з наступною грануляцією екструдата й одержанням методом лиття під тиском зразків для наступних випробувань.

При проведенні досліджень композиційних матеріалів у порівнянні з вихідним поліпропіленом були оцінені такі властивості як: руйнівне напруження при розтяганні  $\sigma_p$ , відносне подовження при розриві  $\epsilon$ , відносне залишкове подовження при розриві  $\epsilon_{зал.}$ , ударна в'язкість із надрізом за Шарпі  $\sigma_{уд.}$ , напруження при згині  $\sigma_{зг.}$ , ступінь набрякання у водному середовищі  $w$ .

Показано принципову можливість одержання методом екструзії композиційних матеріалів на основі поліпропілену, наповненого до 10 мас. % здрібненими тканинами різної хімічної природи (на основі синтетичних, натуральних волокон і волокон змішаного типу).

Руйнівне напруження при розриві  $\sigma_p$  (рисунок 1) істотно не змінюється для всіх наповнювачів при ступені наповнення від 0 до 10 мас. %. При цьому відносне подовження при розриві  $\epsilon$  (рисунок 2) і залишкове подовження при розриві  $\epsilon_{зал.}$  для всіх композицій різко знижуються, досягаючи при максимальному ступеню наповнення значень у кілька відсотків. Можна відзначити тільки більш плавний характер залежності цих властивостей для тканого наповнювача ПБ, в інших випадках уже при ступені наповнення в 3 мас. % відбувається зниження цих показників в 5 - 7 разів. Також спостерігається різке зниження ударної в'язкості з надрізом  $\sigma_{уд.}$  і без надрізу (рисунок 3) для всіх композиційних матеріалів, тобто відсутній армуючий ефект, який можна було б очікувати при введенні в полімерну композицію наповнювача волокнистої природи. Особливо істотне зниження  $\sigma_{уд.}$  спостерігається при малому ступені наповнення (3 мас. %), що можна пояснити неоднорідністю складу композицій через нерівномірний розподіл наповнювача. Подальше поступове зростання ударної в'язкості при збільшенні ступеня наповнення служить підтвердженням цього припущення.

Тільки для показника міцності при статичному згині  $\sigma_{зг.}$  для всіх розглянутих тканих наповнювачів спостерігається монотонне зростання при збільшенні їхнього змісту в полімерній композиції з 6 МПа (для вихідного поліпропілену) максимально до 8,3 МПа (у випадку наповнювача П).

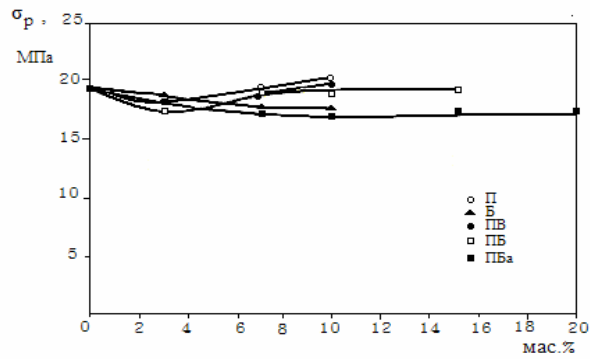


Рисунок 1 - Залежність руйнівного напруження при розтяганні  $\sigma_p$  композиційних матеріалів від вмісту, природи та апретування наповнювача.

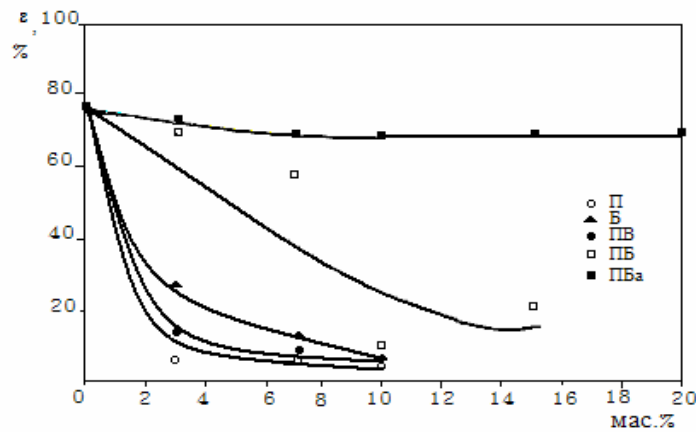


Рисунок 2 - Залежність відносного подовження при розриві  $\epsilon$  композиційних матеріалів від вмісту, природи та апретування наповнювача.

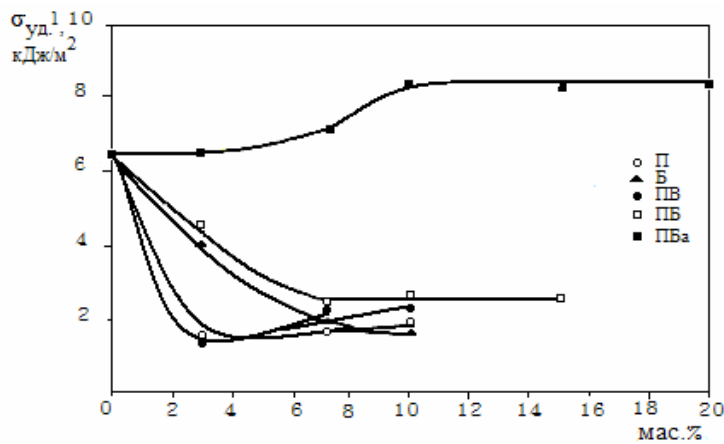


Рисунок 3 - Залежність ударної в'язкості за Шарпі без надрізу суд1 композиційних матеріалів від вмісту, природи та апретування наповнювача.

Оцінка ступеня набрякання композиційних матеріалів у водному середовищі (рисунок 5) дала очікувані результати: для гідрофобного за природою наповнювача (поліестерна тканина) водопоглинання при збільшенні його вмісту в композиції зменшується з 0,4 мас. % для вихідного поліпропілену до 0,1 мас. %, і навпаки – для гідрофільної бавовняної тканини (наповнювач Б) - спостерігається значне збільшення водопоглинання – до 2,2 мас. %. Результати при використанні змішаного наповнювача ПБ, що містить бавовняне волокно, також добре корелюють – має місце підвищення водопоглинання, але в меншому ступені (до 1 мас. %).

У такий спосіб отримані матеріали мають цілком задовільні фізико-механічні властивості, хоча й поступаються вихідному поліпропілену. Позитивним моментом варто вважати можливість здешевлення композиційних матеріалів за рахунок введення значних кількостей дешевих наповнювачів, оскільки розглядається варіант використання тканих матеріалів, що підлягають утилізації.

У розвиток проведених досліджень становило інтерес вивчити можливість збільшення ступеня наповнення композиційних матеріалів на основі поліпропілену й розглянутих раніше здрібнених тканин з метою, по-перше, їхнього здешевлення, а по-друге, одержання для них більш високих тривких характеристик. Це можна було б очікувати при введенні до термопластичного полімеру здрібнених шматочків тканини (це можна в першому наближенні розглядати як композиційний полімерний матеріал з хаотично розподіленими дискретними волокнами), що, як відомо [3-5], повинне приводити до підвищення стійкості матеріалу в умовах статичного навантаження при розтяганні, стиску, згині й ударних навантаженнях.

Для розглянутої системи полімер - наповнювач відповідно з одержаних даних слідує, що композиційний матеріал при низькому ступені наповнення (3 - 5 мас. %) має високу неоднорідність. Це викликано нерівномірністю розподілу досить великих часток тканини в полімерній матриці, що і є причиною, як відзначено в [6], різкого зниження таких показників міцності як ударна в'язкість, руйнівне напруження при розтяганні, згинаюче напруження при згині в порівнянні з вихідним поліпропіленом. Збільшення ступеня наповнення приводить до більшої однорідності композита й, як наслідок, до поступового зростання показників міцності, що є загальною тенденцією для всіх розглянутих тканих наповнювачів незалежно від хімічної природи волокон, з яких вони складаються.

З вищесказаного слід, що доцільно розглянути властивості системи поліпропілен - тканий наповнювач при більшому ступені наповнення. Однак технологічний підхід, описаний вище, забезпечив максимальний ступінь наповнення в 10 мас. %. Зі значними технологічними труднощами через украй низьку текучість композиції при екструзії вдалося досягти ступеня наповнення в 15 мас. %.

З метою збільшення текучості композицій при екструзії механічної суміші поліпропілену з наповнювачем і підвищення за рахунок цього граничного ступеня наповнення був розглянутий варіант попереднього апретування здрібненої тканини..

У якості апрету було використано поліметилсилоксанову рідину ПМС 400, що вводили в кількості 0,5 мас. % від маси наповнювача. Наважку апрету розчиняли в толуолі, у кількості, що забезпечує повне просочення наповнювача. Просочення здрібненого до фрагментів розміром 5 x 10 мм тканого наповнювача здійснювалися протягом 24 годин, потім здрібнену тканину розподіляли тонким шаром на піддоні й поміщали в термошафу при температурі 120°C. Час витримки в термошафі становил 8-12 годин – до повного видалення розчинника, що оцінювали ваговим методом (до припинення втрати маси тканини). Оброблений у такий спосіб наповнювач надалі використовували для одержання композиційних матеріалів.

Для апретування була використана тканина наступного складу: поліестер 65% – бавовна 35% (ПБа). Для порівняння була отримана й випробувана серія композицій з неапретованим наповнювачем цієї ж природи (ПБ). Для наповнювача ПБ гранично досягнутий ступінь наповнення в полімерних композиціях був 15 мас. %, а для ПБа – 20 мас. %.

Величина руйнівного напруження при розриві  $\sigma_p$  у всіх інтервалах ступенів наповнення від 3 до 20 мас. % залишається приблизно на рівні вихідного поліпропілену незалежно від того, апретований наповнювач чи ні (рисунок 1). При цьому відносне подовження при розриві  $\epsilon$ , також як і залишкове відносне подовження при розриві  $\epsilon_{зал}$  (рисунок 2) значно знижується, що природно для наповнених полімерних систем, але для апретованих композицій спостерігається зростання цих показників (до 50%) при більших ступенях наповнення, тобто одержувані матеріали мають досить високі пластичні властивості.

Ударна в'язкість за Шарпі з надрізом  $\sigma_{уд}$  для наповнених композицій істотно нижче, ніж для вихідного поліпропілену, тільки при високому ступені наповнення має місце невелике зростання цього показника. З іншого боку, ударна в'язкість за Шарпі без надрізу  $\sigma_{уд}$ , з ростом вмісту наповнювача до 15 мас. % у випадку апретування зростає приблизно в 1,5 рази стосовно вихідного поліпропілену, а далі – знижується (рисунок 3). Для неапретованого варіанта спостерігається тільки зниження цього показника до рівня 2 кДж/м<sup>2</sup>.

Міцність при статичному згині  $\sigma_{зг}$  (рисунок 4) з ростом вмісту наповнювача зростає, досягаючи при 20 мас.% тканого наповнювача 8,7 МПа, а для вихідного поліпропілену – 6 МПа.

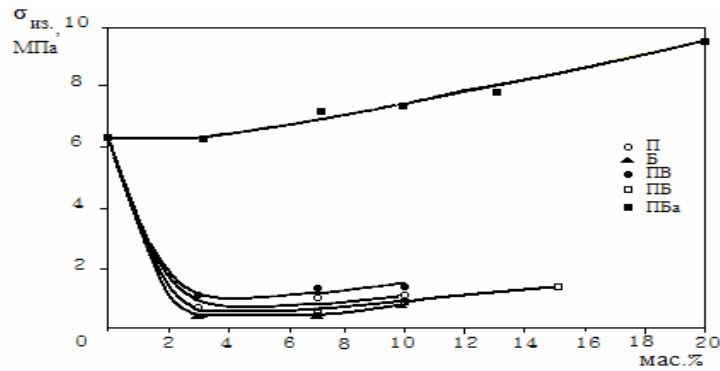


Рисунок 4 - Залежність напруження при згині  $\sigma_{зг}$  композиційних матеріалів від вмісту, природи та апретування наповнювача.

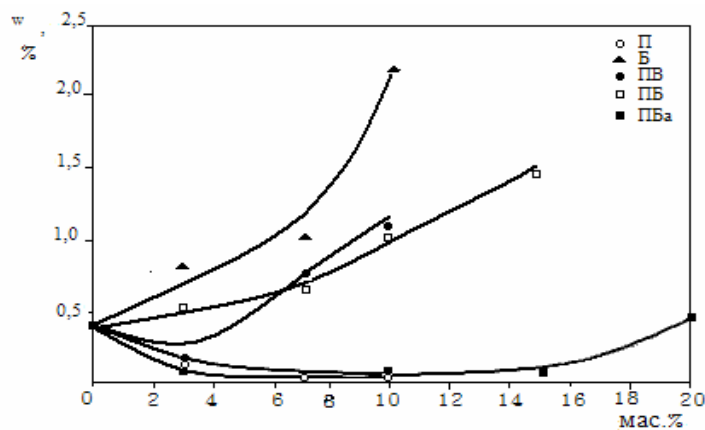


Рисунок 5 - Залежність ступеня набрякання  $w$  композиційних матеріалів від вмісту, природи та апретування наповнювача.

Також істотну перевагу дає апретування для розглянутої системи стосовно до ступеня набрякання у воді  $w$  (рисунок 5). Закономірним є погіршення даного показника для композицій, що включають наповнювач зі змістом 35 мас. % гідрофільних волокон (бавовна). Однак гідрофобізація поверхні волокон апретом приводить до різкого зниження цього показника – приблизно в 3 рази в порівнянні з вихідним поліпропіленом при граничному ступені наповнення.

### Висновки

Аналіз отриманих результатів досліджень підтверджує принципову можливість одержання на основі поліпропілену й дискретних тканих наповнювачів різної природи композиційних матеріалів методом черв'ячно-дискової екструзії з наступною переробкою їх у виробі литтям під тиском із задовільними фізико-механічними властивостями.

Показано, що попереднє апретування наповнювача дозволяє значно підвищити граничний ступінь наповнення й забезпечити істотне зростання таких властивостей як ударна в'язкість без надрізу, міцність при статичному згині й зниження ступеня набрякання у воді.

З огляду на можливість застосування у великій кількості (до 20 мас. %) дуже дешевого тканого наповнювача, що у такий спосіб утилізується, подібні композити можуть знайти різні галузі застосування як матеріали конструкційного призначення.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пахаренко В.А., Яковлева Р.А., Пахаренко А.В. Переработка полимерных композиционных материалов. - К.: Изд. компания «Воля», 2006 - 552 с.
2. Суберляк О.В., Баштаник П.І. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. Підручник. - Львів : Видавництво «Растр-7», 2007. - 376 с.
3. А.с. 2105317 СССР., МКИ В 29 F 3/12. Червячно-дисковый экструдер /Н.К. Жук, В.А. Кочеров, Э.О. Спорягин і ін. (СССР). - № 2105317; Заявлено 27.11.74; Опубл. 25.05.76, Бюл. №19. - 4 с.
4. Трофимов Н.Н., Канович М.З. Основы создания полимерных композитов. М.: Наука, 1999.- 539с.

5. Физика композиционных материалов; в 2-х томах /Трофимов Н.Н., Канович М.З., Карташов Э.М. и др. /Под ред. Н.Н.Трофимова, т.1, М.: Мир, 2005. - 450 с.
6. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. М.: Лабиринт, 1994.-368 с.