

ПЕРЕРОБКА КОМПОЗИЦІЙ ВІДХОДІВ ПОЛІАМІДУ ТА ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ

А. А. Павленко;

Л. М. Миронович*, д-р хім. наук, професор;

Ю. Б. Никозять**, доцент,

Шосткинський інститут СумДУ, м. Шостка, Україна;

**Південно-Західний державний університет, м. Курськ, Російська Федерація;*

***Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна*

Методом екструзії одержана полімерна композиція на основі відходів зонтичної тканини, яка вміщує поліетилентерефталат і поліамід, здатна до подальшого формування. Розроблена технологічна схема, яка включає попередню агломерацію тканини. Визначені параметри агломерації тканини.

Ключові слова: *переробка, екструзія, полімерна композиція, агломерація тканини, поліетилентерефталат, поліамід.*

Методом екструзії получена на основе отходов зонтичной ткани, в состав которой входят полиэтилентерефталат и полиамид, пригодная для дальнейшего формования. Разработана технологическая схема переработки, которая включает в себя предварительную агломерацию ткани. Определены параметры агломерации.

Ключевые слова: *переработка, экструзия, полимерная композиция, агломерация ткани, полиэтилентерефталат, полиамид.*

Екструзія являє собою технологічний процес отримання напівфабрикатів, або виробів. Черв'ячні машини, які серійно випускаються, реалізують процес екструзії і в основному призначені для приготування розплавів полімерів, а також для наповнення, змішування, забарвлення, дегазації розплавів полімерів, грануляції та інших процесів. Взагалі технологічний процес екструзії складається із таких операцій: підготовка сировини, екструзії, прийому і складування готової продукції [1, 2]. Для найбільш точного визначення режимів переробки й оптимізації процесу необхідно знати технологічні властивості матеріалу, що переробляється. У лабораторних умовах одержана полімерна композиція на основі відходів тканини, які складаються з переплетених ниток поліетилентерефталату (ПЕТФ) і поліаміду-6 (НА-6) та вивчені їх фізико-механічні, електричні властивості [3–5]. Виникла необхідність одержання полімерної композиції у промислових умовах. У нашому випадку екструзії підлягають технологічні відходи тканини, які являють собою подрібнені шматочки, але при її екструзії виникають проблеми. При подачі в екструдер не підготовлених подрібнених відходів тканини (ВТ), не утворювалася тверда пробка, яка повинна сприяти переміщенню матеріалу в екструдері. Це відбувалося тому, що маленькі шматки ВТ розплавляються і налипають на стінку екструдера, подальшого переміщення матеріалу не відбувається, шнек при цьому прокручується, великі шматки ВТ не розплавлялись. Тому основні труднощі виникли у питанні ущільнення ВТ, утворення агломератів.

Методи агломерації і грануляції, що описані у літературі, стосуються вторинних полімерів [6]. Для тканин і волоконних відходів в основному проводять агломерацію з використанням екструдерів, але це не зовсім економічно, крім того, погіршуються фізико-механічні властивості полімерної композиції.

Ми запропонували схему екструзії технологічних відходів ВТ, яка вміщує попереднє ущільнення – агломерацію ВТ (рис. 1).

Відходи тканини (рис. 1), які складаються із ниток ПЕТФ і ПА із бункера (1) надходять до ножевої дробарки (2), яка являє собою систему ножів, де матеріал подрібнюється. Подрібнення матеріалу проводили в дробарках, що випускаються промисловістю, подрібнювачах типу ППМ-1/18,5. Це дробарка ножево-роторна з потужністю привода 18,5 КВт/год. Продуктивність дробарки при переробці м'яких відходів тканини становить 40 кг/год.

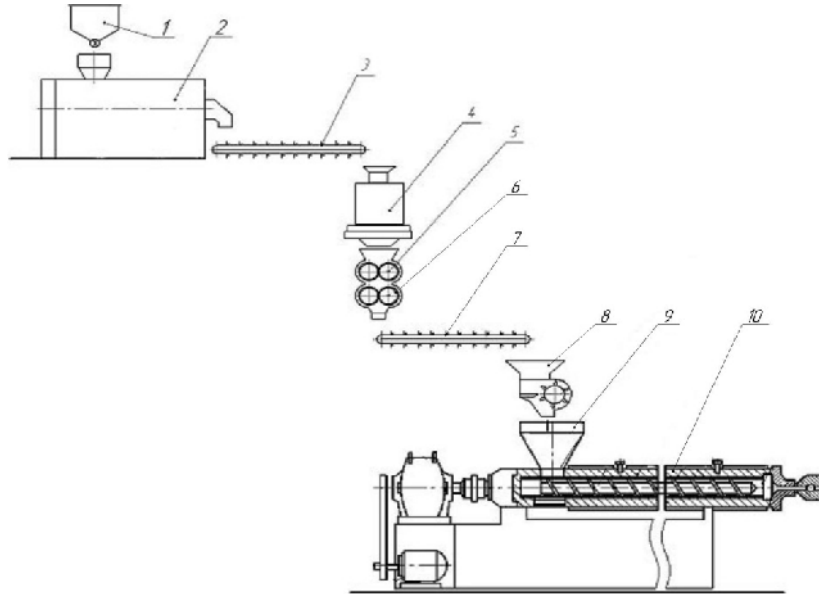


Рисунок 1 - Принципова схема переробки відходів тканини, які складаються із ниток ПЕТФ і ПА:

- 1 – бункер; 2 – ножева дробарка; 3 – транспортер; 4 – бункер гранулятора;
5, 6 – валки; 7 - решітчастий транспортер; 8 – блок різання;
9 – бункер екструдера; 10 – екструдер

При виборі процесу агломерації ми розглянули й експериментально випробували декілька видів конструкцій грануляторів ВТ. У ході дослідження спочатку застосовано зубчасті валки з метою одержання брикетиків. Виявилось, що під час роботи гарячих зубчастих валків не відбувалося відокремлення брикетиків від зубців за рахунок пластичності гарячої полімерної маси. Тому агломерацію відходів тканини вирішено проводити на гладких валках із подальшим охолодженням.

Подрібнені шматочки відходів тканини розміром 2–5 мм транспортером (3, рис. 1) надходять до бункера гранулятора (4, рис. 1). Для того щоб подрібнені шматочки ВТ не зависали у бункері гранулятора, встановлений шнек, який обертається навколо своєї осі паралельно твірній бункера (рис 3.)

Для екструзії технологічних ВТ використаний серійний екструдер ЧП 63х32. Черв'як – основний робочий орган екструдера.

Циліндр, у середині якого розташований черв'як (рис. 2), за довжиною розділений на теплові зони, які забезпечують нагрівачі, встановлені на зовнішній поверхні і трубчасті змійовики, що запресовані у стінку корпусу для проходження рідинного холодоагента. Система обігріву і охолодження призначена для автоматичного регулювання і підтримки теплового режиму за зонами, що регулюється термopарами.

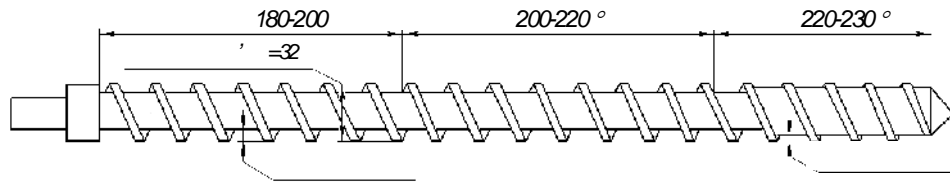


Рисунок 2 - Схема черв'яка

За рахунок обертання шнека відходи тканини поступово надходять за напрямними до валків (рис. 4).

На гарячі валки (1, рис. 4), крізь напрямні (2, рис. 4), надходять подрібнені відходи тканини. При проходженні між гарячими валками із гладкою поверхнею, вони ущільнюються за рахунок підплавлення. Температура гарячих валків встановлена експериментально. В інтервалі 150–250 °С через кожні 5 °С наочно перевіряли якість ущільненої тканини. При цьому виявлено, що підплавлення починає відбуватися за температури 180–185 °С. Якщо температура нижче за 180 °С, то між валками не утворюється стрічка, або вона є нестійкою і руйнується. Розраховували використовувати лише одні гарячі валки, які обертаються з однаковою швидкістю і мають постійну ширину отвору. З'ясували, що ВТ підплавляються, але не утворюють стрічку. Наявність іншої пари валків під тиском ущільнює стрічку і вона рухається. За температури вище 260 °С розпочинається термічна деструкція. Лише, в інтервалі температури між валками 230–240 °С спостерігалось підплавлення і утворення стрічки без дефектів.

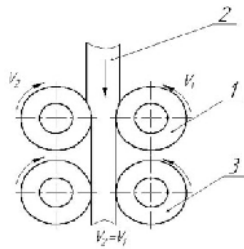


Рисунок 3 - Схема бункера гранулятора із шнеком

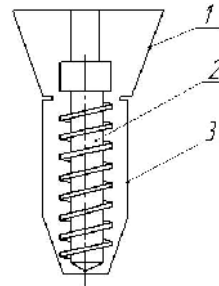


Рисунок 4 - Схема роботи системи валків для утворення стрічки з подрібнених відходів тканини, що складається із ниток ПЕТФ і ПА

Валки лабораторні: діаметр 225 мм, довжина робочої частини валків 150 мм, фрікція 1:1, окружна швидкість валків становить 3–10 м/хв, потужність електродвигуна 15 кВт. Валки виготовлені з кокільного чавуну, краї валків гладкі, робоча поверхня відбілена на глибину 15–18 мм, поверхня валків шліфувана. Валки мають електрообігрів. Зазор між валками регулюється за допомогою гвинта у проміжках станини. На валках (3, рис. 4), які працюють під тиском, встановлюються тензори для вимірювання тиску.

Для визначення параметрів агломерації відходів тканини, які складаються із ниток ПЕТФ і ПА, ми провели експериментальні

дослідження за визначенням залежності насипної щільності ВТ від тиску при різних температурах (рис. 5).

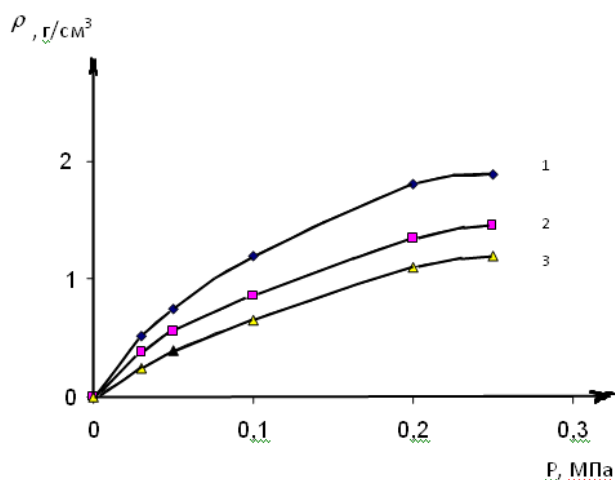


Рисунок 5 - Залежність насипної щільності гранульованих відходів тканини від тиску за температури: 1 – 260 °C; 2 – 230 °C; 3 – 220 °C

Виявилось, що при постійній швидкості обертання валків, за температурою вище 260 °C і тиску вище 0,25 МПа спостерігається руйнування стрічки і при цьому валки зупиняються. Стає неможливим подальший рух стрічки, крім того, відбувається деструкція поверхні гранульованих ВТ. Зниження температури гарячих валків призводить до зниження її насипної щільності (криві 1–3, рис. 5). Так, незалежно від температури грануляції при тиску більше 0,25 МПа відбувається максимальне ущільнення матеріалу, а подальше підняття тиску призводить до зупинення валків, а при високих температурах і до руйнування стрічки.

З експериментальних даних випливає, що застосовувати тиск 0,25 МПа і вище не рекомендується незалежно від температури. За температури 260 °C максимальна насипна щільність без руйнування досягається при тиску 0,22 МПа. Ми вирішили використовувати температуру грануляції 260 °C, тиск 0,22 МПа з одержанням агломерованої ВТ, у якої насипна щільність 1,36 г/см³.

Далі стрічка надходить на решітчастий транспортер (7, рис. 1), який являє собою сітку, де охолоджується повітрям. Охолоджена стрічка з ВТ до 30–35 °C надходить до різки (8, рис. 1), де відбувається різання ущільненої стрічки ВТ продольними і поперечними ножами до окремих агломератів.

Різалка являє собою систему ножів (рис. 6), яка містить: поздовжньо-різальний пристрій із дисковими ножами (1, 4); ножовий барабан (9), встановлений у кожусі (8) на приводному валу (10). Стрічка (2) проходить крізь напрямні (3) і надходить у поздовжньо-різальний пристрій, ножі якого (1, 4) різуть стрічку у продольному напрямку на смуги постійної ширини. Верхній ніж (4) закріплений на відтискуваній пружині (5) рухомої опори. Далі смуги надходять на тягучі ролики (6), які рухають їх до нерухомого ножа. Ролик (6) підтискується пружиною (7).

Потрапляючи на нього, смуги розрізаються у поперечному напрямку обертаючими ножами (11) і барабана (9). Подрібнений матеріал виводиться крізь розвантажувальну лійку (12). Розмір гранул за шириною і довжиною становить від 2 до 5 мм.

Отримані агломерати надходять до бункера екструдера (9, рис. 1), а далі - у I зону екструдера. Визначені температурні інтервали екструзії [7]. Переміщення матеріалу в екструдері від завантажувальної зони до виходу відбувається по спіральному жолобу черв'яка, відносно нерухомої поверхні циліндра. Рухаючись по каналу черв'яка, матеріал проходить три стани: твердий матеріал, суміш розплаву і твердого матеріалу, розплав. Відповідно до цих станів прийнято такі назви: зона (I зона) живлення, або загрузки; зона (II зона) пластифікації, або плавлення; зона (III зона) розплаву, або дозування.

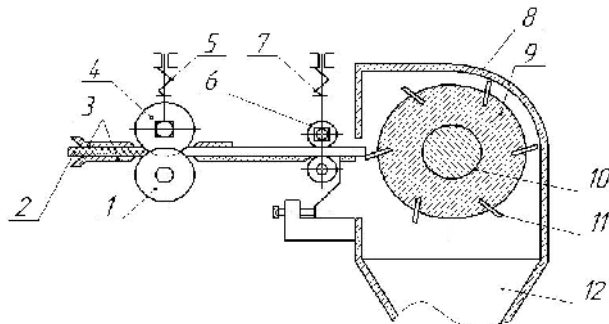


Рисунок 6 - Схема системи ножів для отримання агломератів із листового матеріалу

У I зоні за температури 180-200 °С починається плавлення ВТ (10, рис. 1). Рухомою силою процесу транспортування матеріалу є переважно сила його ваги. Вільному переміщенню матеріалу заважає опір, і по всій довжині черв'яка матеріал повністю заповнює канал, при цьому розвивається тиск. За рахунок виникнення тиску й ущільнення матеріалу на поверхні контакту черв'яка і циліндра виникає сила тертя. Далі розплав надходить до II зони обігріву екструдера, де температура становить 200–220 °С. Твердий матеріал рухається вздовж каналу зі швидкістю і потрапляє в обігрівальну секцію циліндра з більшою температурою і починає плавитися. На поверхні контакту з циліндром, утворюється плівка розплаву. При проходженні твердої пробки все більша частка матеріалу переходить у плівку, а далі у розплав. Процес плавлення вважається закінченим, коли ширина пробки наближається до нуля.

У подальшому матеріал надходить у третю зону обігріву екструдера з температурою 220–230 °С. Кінематика руху розплаву у цій зоні досить складна. У процесі транспортування матеріалу у зоні дозування відбувається подальший розігрів розплаву. Як від стінок, так і за рахунок дисипативних тепловиділень у масі деформованого матеріалу завершується проплавлення твердих частинок полімеру. Циркуляційний потік сприяє змішуванню полімеру. Між циліндром екструдера і головкою встановлюється решітка із сітками, які фільтрують розплав. Частинки налипають на сітки, згодом плавляться повністю і проходять крізь них. Тверді включення поступово забивають сітки, чим збільшують тиск на виході і продуктивність знижується. Як тільки продуктивність досягає мінімуму допустимих величин, проводять заміну сіток. В екструдері встановлений фільтр шиберної конструкції. Шпильками шибер кріпиться до циліндра екструдера і далі кріпиться головка. Шибер притискається до кільця тиском розплаву, який діє на сітки по інший бік від шибера, ущільнення досягається притисненням до нього втулки. Відфільтрований розплав надходить до головки і виходить з екструдера у вигляді готового продукту.

SUMMARY

RECYCLING OF WASTE COMPOSITIONS OF POLYAMIDE AND POLYETHYLENE TEREPHTHALATE

Pavlenko A. A., Mironovich L. M.*, Nikozat Y. B.,**

Shostka Institute of SSU, Shostka, Ukraine;

**Southwestern State University, Kursk, Russian Federation;*

***Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine*

Extruded polymer composition is derived from waste umbrella fabrics composed of polyethylene terephthalate and polyamide, which is suitable for further forming. The technological scheme of processing, which includes previous agglomeration of tissue is developed. The parameters of tissue agglomeration has been determined.

Key words: *recycling, extruded, polymer composition, tissue agglomeration, polyethylene terephthalate, polyamide.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пахаренко В. А. Переработка полимерных композиционных материалов / В. А. Пахаренко, Р. А. Яковлева, А. В. Пахаренко. – К.: Воля, 2006. – 552 с.
2. Николаева Е. А. Переработка вторичная / Е. А. Николаева // The Chemical Journal. – 2003. – № 4. – С. 34-38.
3. Миронович Л. М. Полимерная композиция на основе отходов зонтичной ткани. Исследование температурных режимов экструзии / Л. М. Миронович, А. А. Павленко // Хімічна промисловість України. – 2008. – № 4. – С. 47-50.
4. Миронович Л. М. Композиционный материал на основе отходов зонтичной ткани / Л. М. Миронович, А. А. Павленко // Известия ВУЗ. Сер. Химия и хим. технология. – 2007. – Т. 50, № 12. – С. 102-105.
5. Миронович Л. М. Электрические свойства полимерной композиции на основе отходов зонтичной ткани, содержащей поликапроамид и полиэтилентерефталат / Л. М. Миронович, А. А. Павленко // Пластические массы. – 2010. – № 8. – С. 56-59.
6. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів / О. В. Суберляк, П. І. Ваштаник. – Львів, 2007. – 376 с.
7. Миронович Л. М. Полимерная композиция на основе отходов зонтичной ткани. Исследование температурных режимов экструзии / Л. М. Миронович, А. А. Павленко // Хімічна промисловість України. – 2008. – № 4. – С. 47-50.

Надійшла до редакції 28 січня 2011 р.