

У результаті проведеного аналізу існуючих технологій об'ємного друку різних матеріалів (стереолітографія, лазерне спікання порошкових матеріалів, пошаровий друк розплавленою полімерною ниткою, струменевим моделюванням, склеюванням порошкових матеріалів, ламінуванням листових матеріалів) було встановлено, що ці технології застосовуються в різних виробничих сферах промисловості (будівельній, машинобудівній, медичній, харчовій, космічній, робототехнічній тощо). Однак не всі розробки можуть бути використані в харчовому виробництві. Найбільш застосовна технологія пошарового друку харчових продуктів за допомогою принтера та об'ємного формувача.

## **ВИСОКОМЦНІ БІОПОЛІМЕРИ, МОДИФІКОВАНІ ІНТЕНСИВНОЮ ПЛАСТИЧНОЮ ДЕФОРМАЦІЄЮ**

**Возняк А.В.**, канд. техн. наук, доц.

**Горайнова Ю.А.**, канд. техн. наук, доц.

**Островчук О.О.**

Донецький національний університет економіки і торгівлі  
імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг

Ураховуючи високий рівень усвідомлення екологічних проблем, спричинених виробництвом та утилізацією полімерних продуктів на основі нафти, інтерес учених у галузі наукових та промислових досліджень зміщується від звичайних пластикових матеріалів до більш екологічно чистих і відновлюваних біополімерів і природних полімерів. Порівняно з синтетичними полімерами біополімери і природні полімери мають багато переваг, такі як відновлення, біодеградація, біосумісність, нетоксичність, високі міцність на розрив і жорсткість, еквівалентні деяким комерційним полімерам на нафтовій основі. Це розширює спектр їх застосування в харчовій та інженерній промисловості, а її ринок постійно зростає.

Для створення повністю зелених полімерних продуктів часто використовують два різні підходи. Перший – це змішування двох біополімерів з або без використання природних пластифікаторів або компатибілізаторів. Додавання їх до сумішей приводить до кращої дисперсії другої фази і кращої адгезії між фазами. Однак недоліком використання низькомолекулярних добавок є те, що вони вимиваються із суміші біополімерів, що призводить до погіршення властивостей із плином часу. Другий полягає в додаванні природних полімерів у вигляді волокон або частинок, таких як мікро- або наноцелюлоза,

мигдальна оболонка, джут, кенаф, коноплі, сизаль, льон, пшенична та рисова солома, дерев'яне волокно в біополімерну матрицю. У цьому випадку ефективність уведення дисперсної фази з метою покращення властивостей біополімерних сумішей значною мірою залежить від рівня дисперсії волокон або частинок усередині матриці та досі залишається надзвичайно складним завданням.

Також можна значно покращити механічні характеристики біополімерів шляхом включення різних неорганічних наночастинок, таких як нанопласти графену або графенових оксидів, гідроксиапатит, синтетичні термопласти, зокрема поліпропілен, поліамід 6, 11, поліетилентерефталат. У цьому випадку необхідно мінімізувати концентрацію дисперсної фази, щоб зберегти зелену природу і можливість повторної переробки полімерної матриці.

У цій роботі досліджено можливість застосування методу інтенсивної пластичної деформації (ПД) для створення самозміцнювальних композитів, коли полімерні волокна утворюються *in situ* в процесі деформації. Останні міцно зв'язані з полімерною матрицею, що відрізняє їх від ready-made органічних і неорганічних волокон, які мають гіршу адгезію до матричного матеріалу. Контроль орієнтації *in situ* сформованих полімерних волокон дозволяє утворювати на мікрорівні сітку фізичних вузлів і ефективно вирішувати проблему посилення полімерного матеріалу.

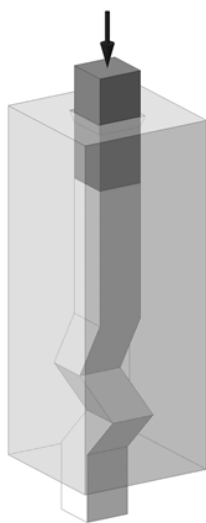


Рис. 1. Схема РКБКЕ

Як вихідні полімери використовували лінійний та розгалужений полілактид (ПЛА), ефір бутилентерефталату (УБТФ). ПД здійснювали методом рівноканальної багатокутової екструзії (РКБКЕ) (рис. 1). Варіювались основні параметри РКБКЕ: температура екструзії, інтенсивність деформації та величина накопиченої деформації.

Методами електронної мікроскопії та рентгеноструктурного аналізу показано, що РКБКЕ на мікрорівні утворює орієнтовані структури; ступінь молекулярної орієнтації залежить від температури екструзії та величини накопиченої деформації. Збільшення величини накопиченої деформації призводить також до зростання частки орієнтованих полімерних ланцюгів. Найбільший ефект досягається в разі використання полімерів із лінійною макромолекулярною структурою.

Структурні трансформації на мікрорівні обумовлюють активацію трансформацій на

нанорівні шляхом утворення більш досконалих кристалітів. Формування орієнтованих макро- і мікрофібрилярних структур обумовлюють набуття ПД-модифікованими ПЛА і УБТФ унікальної комбінації високих міцності та пластичності. Виявлено також, що структура ПЛА та УБТФ, сформована в процесі ПД, має високу термічну стійкість, забезпечуючи збереження підвищеного рівня властивостей навіть після тривалих відпалів за температур, близьких до температури плавлення, що зумовлено створенням щільної сітки фізичних вузлів, яка сприяє підвищенню стійкості деформованих полімерів до термічного впливу.

## **DIRECTIONS OF TECHNICAL EQUIPMENT OF COMBINED CLEANING PROCESS OF MUTUAL SUB-PRODUCTS**

**Horielkov D.**, PhD in Tech. Sc., Assoc. Prof.,  
**Chapliun D.**, Master Student,  
Kharkiv State University of Food Technology and Trade  
**Mutazakki M.**, Director UC “MMF”, Morocco

The meat products market is one of the largest markets for food products. One of these commodity groups is byproducts. By nutritional value, many byproducts are not inferior to meat, and if they contain vitamins and trace elements even exceed them. In this regard, food byproducts occupy an important place in human nutrition, therefore the production of them is an attractive direction for the development of the meat industry in general. The considerable popularity of offal products among domestic consumers is due to the low cost of products from them and availability to a wide consumer sector.

One of the types of raw materials that was mostly not processed in the meat industry is the esophagus of cattle and pigs. At enterprises specializing in processing of meat raw materials, this category of byproducts is either not processed altogether or processed for the help of equipment which conditionally provides for its treatment with the obligatory further processing in hand. There is no specialized equipment for the treatment of the esophagus at present and it is connected with a number of problematic issues of a technical nature: manual cleaning; low productivity; damage to the shell during processing; lack of specialized equipment

The initial stage of the mechanization of the esophagoplasty process is to conduct analytical studies of the developed equipment for the processes implemented in these devices. It is necessary to consider the