

## **ВІДГУК**

на дисертаційну роботу Коваленко Ксенії Геннадіївни  
«Екструзійне формування погонажних виробів з полімерних матеріалів з  
урахуванням їх в'язкопружних властивостей»,  
що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за  
спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології

### **1. Актуальність теми дисертації**

Процеси течії матеріалів з неньютонівськими властивостями мають місце у таких галузях промисловості: хімічному, харчовому машинобудуванні та виробництві будівельних матеріалів. При числовому моделюванні цих процесів однією з характеристик полімерних матеріалів, якою зазвичай нехтують, є наявність в'язкопружних властивостей полімерного матеріалу, які значно впливають на ефект розбухання в зонах виходу з формуючих каналів більш складного перетину, ніж круглого або прямокутного, а також відсутність методів профілювання формуючих каналів для компенсації ефекту розбухання. Ці ефекти значною мірою впливають на результати моделювання і, як наслідок, на характеристики переробного обладнання, яке проектується.

Вищенаведене свідчить про актуальність теми дисертаційного дослідження, спрямованого на вплив в'язкопружних властивостей полімеру на геометричні параметри формуючих каналів при виробництві полімерних погонажних виробів і моделювання процесу течії розплаву полімеру в формуючих каналах головок промислових екструдерів та в зоні вільної поверхні на виході з них.

Дисертаційна робота виконувалась згідно з держбюджетною науково-дослідною роботою кафедри ХПСМ НТУУ «КПІ» «Науково-технічні засади проектування обладнання для формування виробів з полімерних композицій із врахуванням їх в'язкопружних властивостей» (№ 2824-п, 2015-2016 рр., № державної реєстрації 0115U000178; замовник – Міністерство освіти і науки України; автор – виконавець теми), що також свідчить про її актуальність.

## **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи**

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи є достатньою і базується на аналізі літературних джерел за даною проблемою, достатній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні отриманих числових результатів з натурними експериментами, а також у якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату, наукові положення дисертації базуються на основоположних засадах законів нерозривності нестисливої рідини і збереження кількості руху. Результати, отримані у роботі, у повній мірі збігаються з практикою переробки полімерних матеріалів.

## **3. Достовірність наукових результатів**

Наукові результати, сформульовані в дисертації, отримано шляхом коректного застосування математичного апарату та підтверджені комп'ютерним моделюванням. Вони є обґрунтованими та достовірними.

## **4. До основних положень наукової новизни, які отримані в роботі, можна віднести наступні:**

1. Експериментально та шляхом числового моделювання визначено параметри реологічної моделі Фан-Тьєн-Таннера (ФТТ) при екструзійному формуванні погонажних виробів в процесі вільної екструзії, які описують стан в'язкопружної поведінки розплаву обраних для розгляду полімерних матеріалів.

2. Досліджено вплив геометрії формуючих каналів екструзійних головок та коефіцієнту тертя розплаву по їх стінкам на коефіцієнт розбухання погонажних полімерних виробів із врахуванням в'язкопружних властивостей розплавів полімерів.

3. Науково обґрунтовано алгоритм розв'язання оберненої задачі профілювання формуючих каналів екструзійних головок у процесі вільної екструзії з урахуванням встановлених параметрів реологічної моделі.

## **5. Цінність дисертаційної роботи для науки**

Наукові положення, які розроблені при виконанні дисертаційної роботи дають можливість поліпшення якості полімерних погонажних профільних виробів і скорочення часу розробки та оптимізації параметрів процесу екструзії і, в результаті, дозволить знизити енергетичні витрати процесу виробництва, підвищити розмірну точність продукції і продуктивність екструзійних ліній.

## **6. Практична цінність дисертаційної роботи**

1. Розроблено методику та технологічні рекомендації конструктивного профілювання формуючих каналів при вільному екструзійному формуванні, які забезпечують виготовлення полімерного профілю заданого поперечного перерізу, що дозволяє відмовитися від складних калібрувальних пристроїв.

2. Проведено експериментальні дослідження реологічних параметрів матеріалу і характеру ефекту розбухання полімерного матеріалу після його виходу з формуючого інструменту.

3. Розроблена методика оберненого моделювання, яка дозволяє скоротити довжину формуючого каналу і знизити енергетичні витрати до 10 % чи збільшити продуктивність процесу формування до 14 %.

4. Технічні рішення, які отримані в роботі захищені 7 патентами України.

5. Результати дисертаційної роботи впроваджено у промислових зразках переробного обладнання у вигляді технологічних рекомендацій на ТОВ НВП «ІНКОС» м. Чернігів та ТОВ «Крок-95», що підтверджено актами впровадження.

## **7. Структура дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, висновків, та 3 додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи складає 195 сторінки, з яких основний зміст тексту виконано на 146 сторінках, містить 106 рисунків і 9 таблиць. Список використаних джерел складається з 133 найменувань.

У **вступі** обґрунтовано актуальність та доцільність дисертаційного дослідження, сформульовано його мету і задачі, наукову новизну та практичне

значення отриманих результатів, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження. Також показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, оцінено особистий вклад здобувача, наведено інформацію щодо апробації результатів дисертації, публікацій здобувача, структури та обсягу дисертації.

**У розділі 1** дисертаційної роботи проведено аналіз інформаційних джерел на напрямком дисертаційних досліджень.

Результати аналізу показали недостатній рівень досліджень отримання однорідних полімерних погонажних виробів та особливостей течії в'язкопружних рідин в зонах виходу профільованих виробів з формуючого інструменту та відсутність методик профілювання формуючого каналу, що забезпечує компенсацію ефекту розбухання екструдату. Сформульовані основні напрямки дисертаційного дослідження.

**У розділі 2** наведено проведення експериментальних досліджень, числове та математичне моделювання процесу екструзії формування профільних полімерних погонажних виробів. Експериментально визначені реологічні параметри реологічної моделі, які дозволяють точніше здійснювати розрахунок параметрів процесу течії в'язкопружної рідини в формуючому каналі та враховувати ефекти розбухання розплаву полімеру в зоні вільної поверхні на виході з формуючого інструменту, що дає можливість передбачити неоднорідність та властивості полімерних виробів. Описано експериментальні установки, методики експериментальних досліджень, викладено математичну модель течії полімеру у формуючих каналах та наведена перевірка її достовірності в умовах діючого виробництва при екструзії різних профілів, зокрема зубчатого, проведена оцінка похибки.

Результати проведених числових досліджень процесу зміни конфігурації потоку на виході з формуючого інструменту екструдера є основою для уточненого моделювання процесів екструзії розплавів полімерів при проектуванні нових екструзійних головок.

**У розділі 3** наведено результати експериментальних та числових досліджень формуючих каналів для виробництва різноманітних погонажних профільних виробів. Результати проведених числових досліджень процесу зміни конфігурації

струменя на виході з формуючого інструменту екструдера є основою для уточненого моделювання процесів екструзії розплавів полімерів при проектуванні нових екструзійних головок. Результати також можуть бути застосовані для обґрунтування доцільних режимів процесу екструзії з метою поліпшення якісних характеристик погонажних виробів.

Моделювання полягає в уточненому проектуванні геометрії формуючих каналів екструзійних головок для виробництва полімерних погонажних профілів. Метою моделювання є визначення форми каналу головки, що призведе до збалансування витрат на виході з головки, і забезпечення умови отримання заданого профілю виробу. Можливість модифікування форми каналу з використанням алгоритму оптимізації дозволяє проводити розрахунок геометрії формуючих каналів головок по заданих розмірах екструдованих виробів.

Розроблена методика забезпечує вирішення оберненої задачі процесу екструзії, тобто за умови відомих параметрів одержуваного екструзією виробу проектувати необхідну конфігурацію фільери екструзійної головки. Оскільки будь-який процес моделювання коротший і менш дорогий, ніж метод проб і помилок при виготовленні головок, це дає можливість підвищити ефективність їх проектування і виробництва.

В даному розділі описується процес проведення натурального експерименту та його результати при виготовленні погонажних профільних виробів.

**У розділі 4** розроблено конструкцію екструзійної головки, конструктивні пропозиції з уточненого профілювання формуючого інструменту методом вирішення оберненої задачі екструзії при проектуванні та виготовленні переробного обладнання. Результат співставлення натурального експерименту і числового моделювання оберненої задачі екструзії полімерного профілю для обчислення необхідної геометрії вихідної ділянки формуючого каналу головки підтверджує можливість і доцільність використання даної методики для досягнення заданих параметрів геометрії цільового профілю.

Розроблені і представлені запатентовані конструкції екструзійних головок, які забезпечують поглинання пульсацій розплаву і зменшують кількість виробів з дефектами геометрії.

**У висновках** узагальнено отримані в дисертації наукові та практичні результати.

**У додатках** наведено акти впровадження результатів дисертаційної роботи і методики розрахунку геометрії формуючих каналів профільних погонажних екструзійних головок та проведення розрахунку каналів профільних екструзійних головок для формування полімерних погонажних виробів методом оберненої екструзії.

**8. Завершеність дисертації.** Дисертація є завершеною працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності є суттєвими для розвитку теорії і практики переробки полімерних матеріалів.

#### **9. Публікації за темою дисертаційної роботи**

Наукові публікації автора, в цілому, відображають зміст дисертації. Основні положення викладено у 26 наукових працях, тому числі 12 статей у наукових фахових виданнях, з яких 2 входять до наукометричних баз; 7 патентів України на корисну модель; 5 тез доповідей в збірниках матеріалів міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій; 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір.

#### **10. Автореферат дисертації.**

Автореферат відповідає змісту і отриманим основним результатам дисертаційної роботи. Автореферат виконаний відповідно до встановлених вимог.

#### **11. Відповідність дисертаційної роботи паспорту спеціальності.**

Результати наведених дисертаційній роботі досліджень відповідають паспорту спеціальності 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології у таких пунктах:

- теоретичні й експериментальні дослідження гідромеханічних процесів;
- встановлення основних параметрів, необхідних для створення нового обладнання;

– удосконалення наявних і створення нових, ресурсощадних технологій, процесів і обладнання, а також методів дослідження та контролю властивостей під час одержання композиційних матеріалів, товарів народного споживання. Аналіз, синтез і моделювання процесів і обладнання хімічних технологій, підвищення їх надійності, довговічності та безпеки експлуатації.

## **12. До недоліків дисертаційної роботи слід віднести:**

1. Назва дисертаційної роботи: «Екструзійне формування погонажних виробів з полімерних матеріалів з урахуванням їх в'язкопружних властивостей». Проте переважна більшість виконаних автором досліджень виконана для полівінілхлориду. На що можна було вказати у назві.

2. В дисертаційній роботі не розглядається вплив умов та конструктивних особливостей здійснення охолодження екструдату, а також способу реалізації процесу вертикально або горизонтально.

3. У п. 2.2. в неповній мірі розкрито будову та принцип роботи експериментальної установки для проведення досліджень.

4. Не досліджено вплив температури та тиску розплаву полімеру на степінь розбухання екструдованих профілів.

5. В дисертаційній роботі відсутнє обґрунтування обраних числових методів розрахунку та їх порівняння з відомими.

6. В розділі 4 наведено ряд кривих течії розплаву полімерів, але не наведено посилання на методикку їх вимірювання та обрахунку.

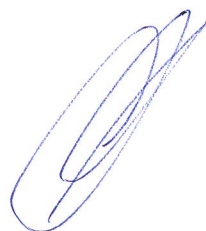
7. В тексті дисертації зустрічаються деякі орфографічні і стилістичні помилки, які не впливають на загальне сприйняття роботи.

Наведені недоліки не стосуються принципових положень дисертації.

**Висновок.** Виходячи з вищенаведеного аналізу можна зробити висновок, що дисертаційна робота Коваленко Ксенії Геннадіївни «Екструзійне формування погонажних виробів з полімерних матеріалів з урахуванням їх в'язкопружних властивостей» відповідає вимогам п. 9, 11 «Порядку присудження наукових

ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, та паспорту спеціальності 05.17.28 – процеси та обладнання хімічної технології, а її автор, Коваленко К. Г., заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.28 – процеси та обладнання хімічної технології.

Офіційний опонент, професор кафедри  
прикладної екології, технології полімерів  
та хімічних волокон  
Київського національного університету  
технологій та дизайну,  
доктор технічних наук, професор



Б. М. Савченко

Підпис проф. Б. М. Савченко засвідчую  
Вчений секретар КНУТД

