

Вдосконалення корпусу одночерв'ячного екструдера з метою поліпшення процесу екструзії

Мельник Д.С., студ., Витвицький В.М., PhD, ас., Олексішен В.М., PhD, ас.,
Демидик О.І., студ., Луцевят І.О., студ.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Під час роботи екструдера виникає підвищене навантаження на кінцеву ділянку черв'яка, зумовлене високим тиском розплаву в зоні перед формуючою головкою. Це може призводити до прогину черв'яка, нерівномірної подачі матеріалу та порушення геометрії готового виробу. Завдяки модернізації корпусу шляхом введення кільцевої проточки з тілами обертання (наприклад, кульками), які утворюють плаваючу опору для черв'яка, забезпечується його стабілізація в радіальному та осьовому напрямках.

Це дозволяє знизити пульсації потоку, покращити гомогенізацію розплаву та забезпечити рівномірне надходження полімеру до формуючої головки. Як наслідок — зменшується кількість браку, підвищується точність та якість виготовлення трубчастих виробів.

Ключові слова: модернізація, корпус, черв'ячний екструдер, тіла обертання.

Вступ. У галузі виробництва та переробки полімерів і композитних матеріалів широко застосовується технологічне обладнання типу екструдерів. Екструдер — це машина, призначена для формування полімерних матеріалів шляхом продавлювання їх у розплавленому стані через профілюючий елемент, який надає виробу заданої геометричної форми [1–2].

Черв'ячні екструдери [3–4] традиційно використовуються як для безпосереднього формування виробів, так і для подачі розплаву в інші технологічні вузли. Однак класичні конструкції (рис. 1) часто виявляються недостатньо ефективними при роботі з розплавами, що мають змінну в'язкість або піддаються пульсаціям тиску поблизу зони формування. Це знижує стабільність процесу, негативно впливає на якість готової продукції та збільшує знос механізмів.

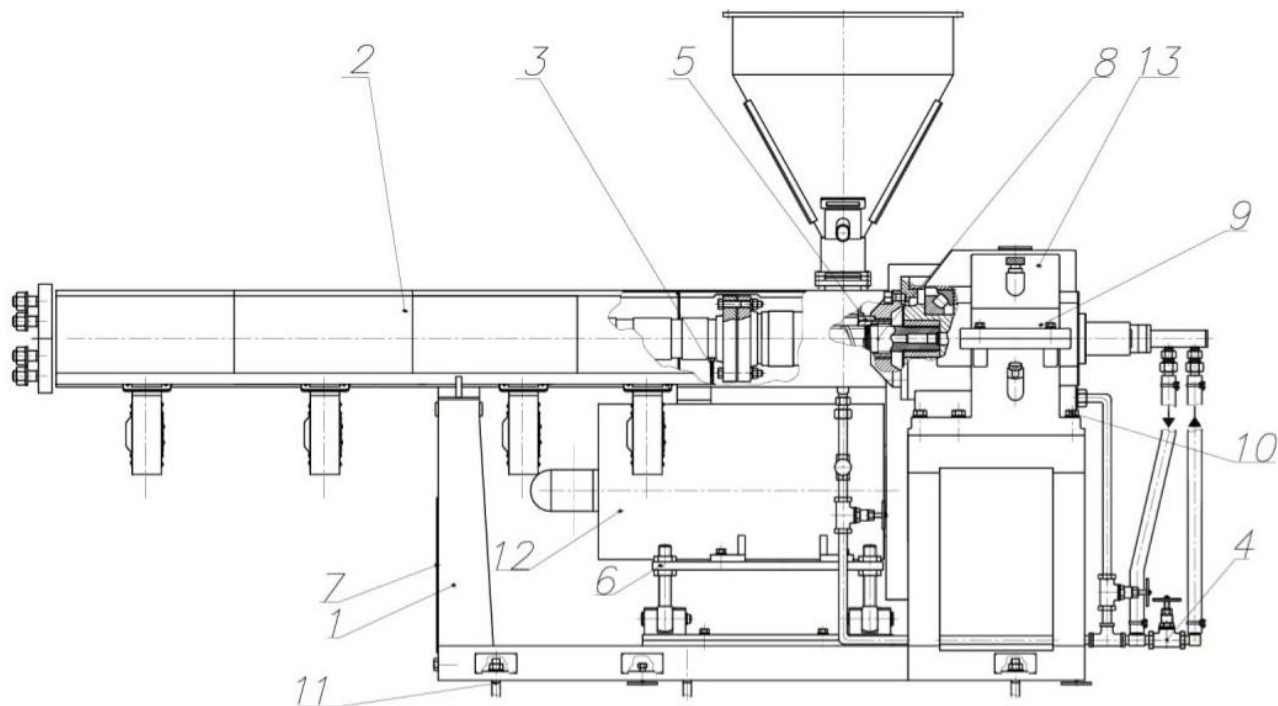


Рисунок 1 – Конструкція одночерв'ячного екструдера: 1 – рама; 2 – кожух корпуса; 3 – бункер; 4 – система охолодження; 5 – корпус; 6 – воронка завантажувальна; 7 – черв'як; 8 – втулка; 9 – плита несуча; 10 – редуктор; 11 – вентилятор; 12 – нагрівач; 13 – розвід проводів

У зв'язку з цим запропоновано модернізовану конструкцію корпусу екструдера, що передбачає виконання кільцевої проточки на внутрішній поверхні корпусу в зоні виходу розплаву, в яку розміщуються тіла обертання (кульки або ролики). Таке технічне рішення [5] забезпечує створення плаваючої опори для черв'яка, що дозволяє значно зменшити його прогин у зоні максимального тиску, покращити стабільність подачі матеріалу та підвищити рівномірність товщини сформованого виробу.

Крім того, взаємодія розплаву з тілами обертання сприяє додатковій гомогенізації потоку, а також знижує тертя між черв'яком і корпусом, що позитивно впливає на ресурс екструдера та якість продукції при обробці широкого спектра полімерних матеріалів.

Корпус екструдера (рис.2) містить порожнисту оболонку 1, в якій розміщено з можливістю обертання черв'як 2, що утворює з внутрішньою поверхнею корпусу робочий канал 3. У зоні виходу розплаву на внутрішній поверхні корпусу 1 виконано кільцеву проточку 4. У цій проточці встановлено тіла обертання 5, наприклад, кульки або ролики, які вільно обертаються та частково виступають у робочий канал 3.

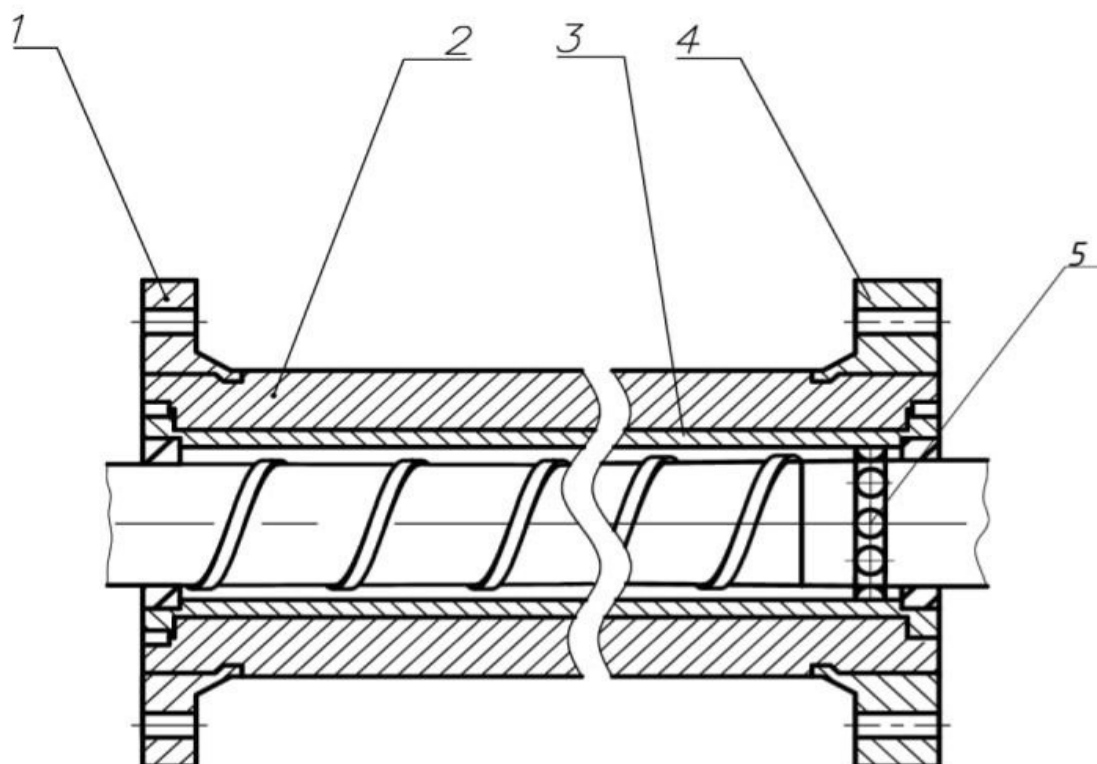


Рисунок 2 – Вигляд модернізованої конструкції корпусу [5]: 1 – фланець правий; 2 – корпус; 3 – гільза; 4 – фланець лівий; 5 – тіла обертання

Тіла обертання 5 встановлено таким чином, щоб вони забезпечували підтримку та стабілізацію кінцевої ділянки черв'яка 2 у радіальному та осьовому напрямках. При цьому кільцева проточка 4 має геометричні параметри, що забезпечують надійне утримання тіл обертання 5 і одночасно дозволяють їх заміну при обслуговуванні.

Під час роботи екструдера полімерний матеріал подається у робочий канал 3, транспортується черв'яком 2 та, проходячи через зону з тілами обертання 5, додатково гомогенізується. Окрім цього, кульки або ролики 5 створюють плаваючу опору, яка знижує навантаження на черв'як 2 і зменшує його прогин у зоні максимального тиску. Це підвищує стабільність подачі розплаву до формуючої головки та зменшує кількість браку.

Оснащення корпусу кільцевою проточкою з розміщеними в ній тілами обертання, наприклад кульками, істотно розширює функціональні можливості екструдера. Відповідно до цієї конструктивної моделі, під час раптової зміни тиску з боку розплаву в зоні виходу, тіла обертання частково сприймають навантаження, компенсуючи осьовий тиск на черв'як. Це

дозволяє стабілізувати його положення та зменшити пульсації потоку.

Завдяки вільному обертанню тіл у кільцевій проточці забезпечується ефект демпфування: при зростанні тиску частина зусиль передається на корпус через опорні елементи, що дозволяє рівномірно розподіляти навантаження й уникати прогину черв'яка.

Під час відтворених симуляцій потоку полімерів було встановлено, що основною перевагою такого технічного рішення є здатність конструкції стабілізувати тиск перед формуючою головкою та знизити рівень гідравлічних пульсацій. Це позитивно впливає на рівнотовщинність трубчастого виробу та зменшує частку бракованої продукції.

Висновки. Завдяки стабілізувальному впливу тіл обертання, розміщених у кільцевій проточці на внутрішній поверхні корпусу, можна стверджувати, що при навантаженнях до 50 МПа полімер проходить робочим каналом без різких пульсацій. Тіла обертання частково сприймають навантаження та компенсують осьовий тиск, тим самим стабілізуючи положення черв'яка й забезпечуючи рівномірність потоку полімеру в напрямку до формуючої головки.

Перелік посилань

1. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів: навч. посіб. / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 200 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/25367>.
2. Sayyad Zahid Qamar. Introductory Chapter: Extrusion - From Gear Manufacturing to Production of Cereals // Extrusion of Metals, Polymers and Food Products. 2018. URL: <https://doi.org/10.5772/intechopen.7055>.
3. Мікульонок І. О. Механічні та гідромеханічні процеси, апарати і машини хімічної технології: Практикум : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 174 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41037>.
4. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 293 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/35084>.
5. Пат. Україна No 98920, МПК B29C47/36, B30B9/14. Корпус екструдера для високомолекулярних сполук і матеріалів на їх основі / Мікульонок І.О. ; дата подання 05.12.2014; опубл. 12.05.2015. Бюл. No 9.