

УДК 678.023.2

## РЕСУРСОЕНЕРГООЩАДНИЙ КАСКАДНИЙ ЕКСТРУДЕР ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Плешко О.В., магістрант, Швед М.П., к.т.н., доц., Швед Д.М., інженер  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

*Проведено аналіз конструкцій каскадних схем екструзії для переробки полімерних матеріалів, виділені переваги та недоліки конструкцій, та обрано конструкції, що є найбільш ефективними для переробки полімерних матеріалів.*

*Проведен анализ конструкций каскадных схем экструзии для переработки полимерных материалов, выделены преимущества и недостатки конструкций, и избраны конструкции, которые являются наиболее эффективными для переработки полимерных материалов.*

*The analysis of the structures of cascade schemes for extrusion processing of polymeric materials. Selected advantages and disadvantages of designs and selected structures that are most effective for the processing of polymeric materials.*

**Ключові слова:** екструзія, екструдер, полімер, гомогенізація, дозування.

### Вступ

У хімічному машинобудуванні значна увага приділяється створенню економічних високопродуктивних машин для переробки полімерів і пластичних мас, а також покращенню якості одержуваної продукції [1,2]. Особливого значення ці питання набувають під час переробки композиційних та механотермочутливих полімерних матеріалів.

Досить ефективними при цьому можуть стати модифіковані каскадні екструдери, де в якості розплавляювача-гомогенізатора використовують дискові екструдери, які характеризуються простотою конструкції, високим змішувальним ефектом і відносно низькою енергоємністю [3,5].

### Постановка задачі

В традиційних одночерв'ячних екструдерах пульсації тиску, спричинені флуктуацією параметрів сировини й нестабільністю температури в різних зонах екструдера, призводять до перевитрат сировини на рівні 5...8 % [2].

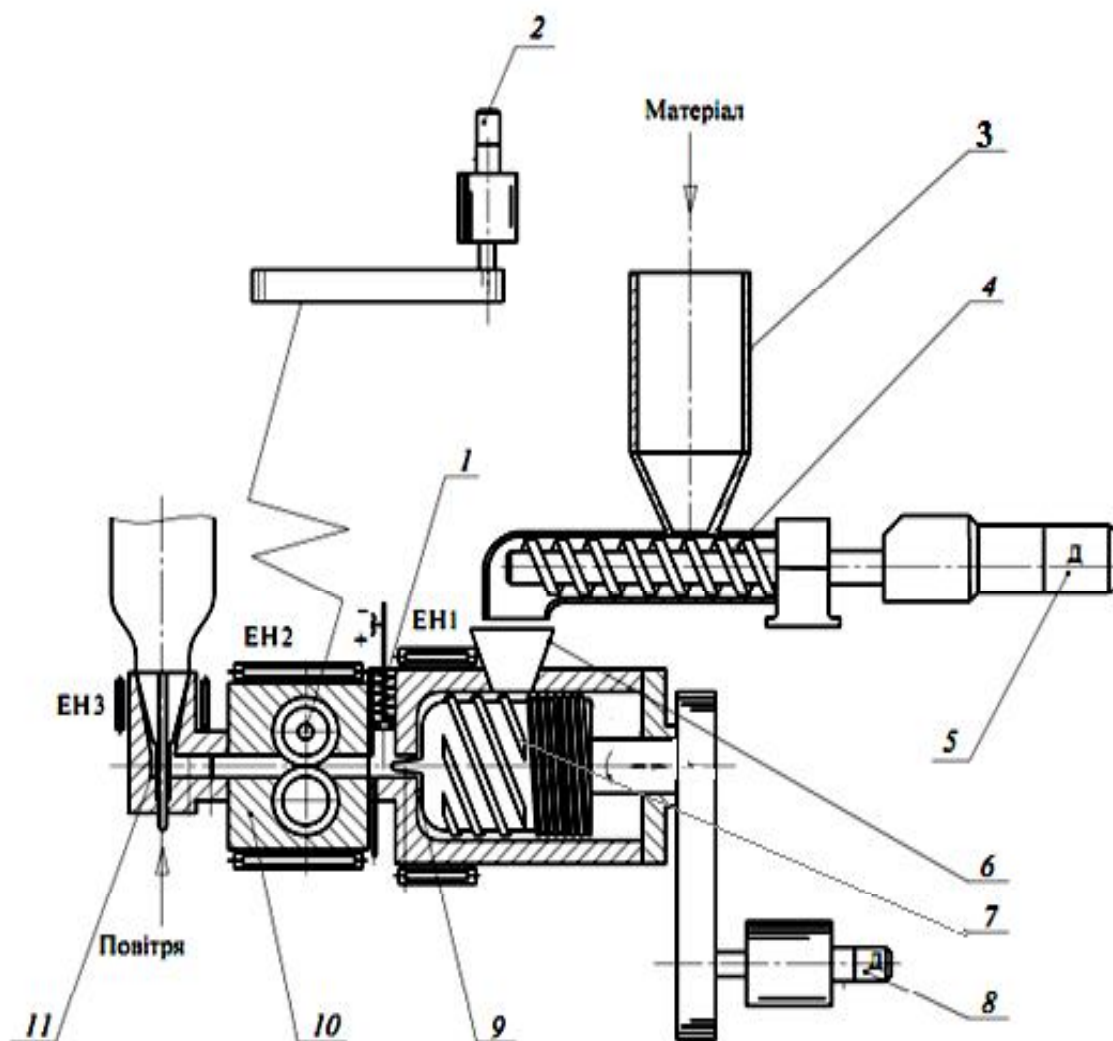
Прагнення дослідників і конструкторів усунути зазначені недоліки привели до створення каскадних екструдерів, з усієї різноманітності конструктивних рішень яких найбільш прийнятним є комбінація послідовно сполучених між собою дискового екструдера та шестеренного насоса [4,9]. Такий каскадний дисково-шестеренний екструдер характеризується високою якістю підготовки розплаву, точністю його дозування та можливістю забезпечення значного тиску, достатнього для продавлювання високогомогенізованого розплаву крізь довільний формувальний інструмент.

**Метою** статті є аналіз можливостей використання каскадних схем з дозуючими шестеренними насосами для зменшення перевитрат сировини та підвищення ефективності процесу екструзії.

### Викладення основного матеріалу

Розроблений каскадний дисково-шестеренний екструдер (рис. 1) [6,7,8] містить такі основні елементи: шнековий дозатор 4, безпосередньо дисковий екструдер 7 і спеціально розроблений з коригованим зачепленням шестерень нагнітальний дозувальний шестеренний насос 10. Особливістю розробленого екструдера є те, що всі три його основні елементи оснащені приводами 2, 5, 8 з можливістю безступінчастого регулювання частоти обертання їх робочих органів, а також встановлення між дисковим екструдером і шестеренним насосом компенсатора 1, який має зворотній зв'язок з приводом дозатора та узгоджує продуктивність дозатора і шестеренного насоса.

Перероблювана полімерна сировина з бункера 3 дозується в завантажувальну горловину 6 дискового розплавляювача-гомогенізатора, де вона захоплюється багатозахідною гвинтовою нарізкою завантажувально-пластикувальної зони диска, розігрівається за рахунок енергії дисипації і у вигляді напіврозплаву надходить у торцевий робочий зазор 9, де завершується плавлення полімеру і його гомогенізація. Під дією створюваного в шестеренному насосі 10 вакууму, а також тиску, який забезпечується гвинтовою нарізкою завантажувально-пластикувальної зони диска та ефектом Вайссенберга в торцевому робочому зазорі, розплав заповнює міжзубні западини шестерень, які під час обертання забезпечують сталу продуктивність і тиск розплаву, необхідний для його проходження крізь формувальний інструмент 11.



1 — компенсатор; 2, 5, 8 — приводи обертових органів екструдера; 3 — бункер; 4 — шнековий дозатор; 6 — завантажувальна горловина; 7 — дисковий екструдер; 9 — торцевий робочий зазор дискового екструдера; 10 — шестеренний насос; 11 — формувальний інструмент; EH1, EH2, EH3 — нагрівники відповідно дискового екструдера, шестеренного насоса і формувального інструмента

**Рис. 1 – Схема каскадного дисково-шестеренного екструдера**

У найбільш поширених одночерв'ячних екструдерах масова продуктивність і якість розплаву залежать від узгодженої роботи зон подавання, плавлення та гомогенізації, яка забезпечується необхідною геометрією зон черв'яка та температурним режимом і часто порушується в результаті зміни типу перероблюваної сировини, її насипної густини або опору формувального інструменту. У цьому випадку необхідно встановлювати черв'як з відповідною геометрією або істотно знижувати продуктивність екструдера.

Цих недоліків можна уникнути в разі застосування зазначеного каскадного дисково-шестеренного екструдера, в якому перебіг процесів подавання сировини, її плавлення і гомогенізації одержуваного розплаву можна регулювати незалежно один від одного за рахунок регулювання термомеханічного навантаження на матеріал в дисковому екструдері за допомогою зміни частоти обертання диска або регулювання величини робочого зазору 9 при незмінній продуктивності («голодне живлення»), а шестеренний насос з тиском на вході в 3-5 МПа вирівнює пульсацію розплаву і створює тиск в 20-35 МПа, необхідний для подолання опору формувального інструменту. Крім цього, запропонована каскадна схема екструзії дозволяє зменшити зони пластифікації й гомогенізації, а також гнучко контролювати підведення енергії до матеріалу на кожній стадії процесу.

## Висновок

Застосування каскадних екструдерів дозволяє чіткіше встановлювати менш енергоємні режими екструзії, оскільки плавлення й гомогенізація відбувається за високих швидкостей зсуву й відносно невеликих тисків, в основному за рахунок енергії дисипації. Крім того, дозування розплаву за допомогою шестеренного насоса також суттєво розширює технологічні можливості каскадного екструдера і дозволяє зменшити перевитрати сировини і енергії на 3-5 % [3].

## Література

1. Ким В. С. Теория и практика экструзии полимеров. — М.: Химия, Колос, 2005. — 568 с.
2. Раувендааль К. Экструзия полимеров / Пер. с англ. под ред. А. Я. Малкина. — СПб.: Профессия, 2006. — 768 с.
3. Мурдід Н. В. Каскадний дисково-шестеренний екструдер для переробки полімерних матеріалів / Н. В. Мурдід, М. П. Швед, І. О. Мікульонок, Д. М. Швед // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2009. — № 2. — С. 74-77.
4. Мікульонок І.О., Радченко Л.Б. Переробка вторинної сировини екструзією. — К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2006. — 184 с.
5. Домінова Г.В. Енергоефективна екструзія термопластів./ Корнієнко Я.М., Швед М.П.,
6. Домінова Г.В., Швед М.Д./Наукові вісті НТУУ «КПІ».-2011.
7. Пат. 44266 Україна, МПК (2009) В29С 47/00. Дисковий екструдер/ Швед М.П., Мікульонок І.О., Мурдід Н.В., Швед Д.М.; заявник і патентовласник Націон. техн. ун-т України «Київ. політехн.ін-т».-№и200904334; заявл. 30.04.2009; опубл. 25.09.2009, бюл. №18
8. Пат. 60000 Україна, МПК (2011.01) В29С 47/00. Дисковий екструдер/ Швед М.П., Швед Д.М. Мікульонок І.О., Сафонов С.В.,; заявник і патентовласник.- Швед М.П., Мікульонок І.О., Сафонов С.В., Швед Д.М. - №и201013199; заявл. 08.11.2010; опубл. 10.06.2011, бюл. №11
9. Пат. 75728 Україна, МПК (2006.01) В29С 47/52. Дисковий екструдер/ Швед М.П.,Резнік Р.Ю., Швед Д.М.; заявник і патентовласник.- Швед М.П., Резнік Р.Ю., Швед Д.М. - №и 201206793; заявл. 05.06.2012; опубл. 10.12.2012, бюл. №23
10. Луценко І.В., Богатир А.С. Переваги використання каскадних схем дозуючих шестеренних насосів при екструзії полімерів./ Швед М.П., Швед Д.М., Луценко І.В., Богатир А.С./Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2013. - №2(9).

УДК 631.878+662.73

## ЗАСТОСУВАННЯ ПУЛЬСАЦІЙНОГО ДИСПЕРГАТОРА ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ДИСПЕРГУВАННЯ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФУ

Іваницький Г. К., д-р техн. наук, пров. наук. співр., Гоженко Л. П., аспірант  
Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України, м. Київ

*Представлені результати експериментальних досліджень диспергування фрезерного торфу низинного типу на пульсаційному диспергаторі.*

*The results of the experimental research of dispersion of the milled peat lowland type on the pulse dispersant are presented.*

**Ключові слова:** ДІВЕ, диспергування, кавітація, пульсаційний диспергатор, гумінова складова.

Використання торфу як комунально-побутового палива спрямоване на заміну дорогих видів палива дешевшими та задоволення значною мірою потреб населення і об'єктів малої енергетики в твердому паливі в регіонах України зі значними запасами торфу. Торфові палива є найдешевшими і ефективними при перевезеннях в межах торфовидобувних областей. Понад 80 % торфу в Україні використовують як паливо, в той час як у світі більше 80 % торфу використовують у сільському господарстві як джерело гумусу. В Україні 96 % всіх запасів торфу становить торф низинного типу, найбільш багатий на гумінові речовини (ГР) і придатний для виробництва різних видів продукції на їх основі.

В ІТТФ НАН України в розвиток методу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ), що забезпечує інтенсивний кавітаційний вплив на дисперсну фазу, в різних галузях промисловості використовуються ефективні технології, в основі яких застосовують пульсаційні диспергатори з періодичним змінням тиску в робочій камері [1, 2], перевагами яких є висока, у порівнянні з роторно-пульсаційними апа-