

Запропонований метод розрахунку може застосовуватися для опису процесу ізотермічного, ламінарного плину будь-якої суміші, які являють собою псевдоньютонівські системи, в каналах складних поперечних перерізів.

У подальших дослідженнях планується розглянути особливості процесу віброекструзійного формування фібробетонних виробів іншої конфігурації.

Література

1. Андреев І.А. Виготовлення фібробетонних плит покриття / І.А.Андреев, Д.Ю.Шмельова // Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання: V міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених (Київ, 20-23 листопада 2013 р.): тез. допов. – 2013.– С. 33-34.
2. Влияние материала фибры на эксплуатационные свойства бетонов // Будівельний журнал. – 2012. – № 7-8 (82-83). С. 61-62.
3. Демидович Б.П. Численные методы анализа / Б.П. Демидович, И.А.Марон, Э.З.Шувалова. – М.: Наука, 1967. – 368 с.
4. Андреев И.А. Вискозиметр для виброэкструзируемого фибробетона / И.А.Андреев, П.Н. Магазий // Хим. машиностроение: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – 1987.– Вып. 45.– С. 95-99.
5. Заявка на пат. України № u201402784 від 19.03.2014, МПК (2014.01) B28B 13/00. Віброекструдер для формування фібробетонних плит покриття / Андреев І.А., Воронін Л.Г., Шмельова Д.Ю.

УДК 678.027

РЕСУРСО-ЕНЕРГООЩАДНИЙ ПРОЦЕС ЕКСТРУЗІЇ НА КАСКАДНОМУ ДИСКОВО-ШЕСТЕРЕННОМУ ЕКСТРУДЕРІ

Мітусов Р.О., магістрант, Швед М.П., канд. техн. наук, доц., Швед Д.М., інж.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

Проведено аналіз каскадних схем екструзії, дозуючого шестеренного насосу і його продуктивності. Проаналізовано вплив опору зазорів шестеренного насосу на точність дозування.

Analysis of cascade extrusion schemes, gear pump and his productivity have been done. The affect the accuracy of dosing by the clearance resistance have been analyzed.

Ключові слова: екструзія, каскадний екструдер, продуктивність, точність дозування.

Постановка проблеми

На сьогоднішній день широкого розповсюдження отримали одночерв'ячні екструдери в яких процеси завантаження, плавлення, гомогенізації, створення тиску та дозування виконуються одним робочим органом – черв'яком. Його геометрія найкраще підходить для якогось одного полімеру, а для переробки інших він працює зі зниженою продуктивністю, яка сягає 45-75 % [1].

Для підвищення ефективності переробки полімерних матеріалів, коли необхідно забезпечити підвищену пластифікацію і змішування, введення добавок, фарбування, переробку композиційних матеріалів часто використовують каскадні схеми екструзії, де вищезгадані процеси розділено на окремі операції з автономним керуванням. Каскадні установки порівняно з традиційними черв'ячними екструдерами мають кращі питомі показники і більш широку номенклатуру матеріалів, що перероблюються. Технологія багатостадійної екструзії використовується фірмами :Battenfeld, Barmag(Німеччина), Buss (Швейцарія і іншими).[2,3]

Аналіз одночерв'ячних каскадних екструдерів, коли за створення тиску та дозування відповідає зв'язкисний черв'ячний насос показав, що такий насос дуже чутливий навіть до незначної зміни опору формуючого інструменту при цьому відбувається пульсація продуктивності, що призводить до збільшення допуску на геометричні розміри виробів і, як наслідок, до перевитрат сировини і енергії.

Мета

Створення ресурсо-енергоощадної каскадної схеми екструзії та відповідного обладнання.

Викладення основного матеріалу

Використання каскадних установок дозволяє встановлювати раціональні режими роботи окремих операцій або їх груп при якісному веденні всього технологічного процесу.

Розмежування операцій дає змогу більш точно корегувати і більш просто досягати оптимальних режимів роботи. При створенні таких екструдерів необхідно вирішувати ряд наступних задач :

- виділення з технологічного процесу основних операцій;
- інтенсифікація цих процесів ;
- можливість автономного керування ними.

З урахуванням вище приведених вимог в Національному технічному університеті України «Київському політехнічному інституті» на кафедрі «Машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв» був розроблений каскадний дисково-шестеренний екструдер для переробки полімерних матеріалів [4] в якому на першій стадії в якості розплавлювача-гомогенізатора використовується дисковий екструдер з дозованим живленням. Цей екструдер працює в «голодному» режимі, забезпечуючи кероване інтенсивне плавлення й змішування в зоні завантаження й пластикації завдяки можливості змінення частоти обертання черв'ячно-дискової частини, а також кероване змішування в дисковій зоні завдяки можливості змінення величини робочого зазору без зміни продуктивності. Дисковий екструдер має просту конструкцію і низькі питомі енергетичні показники. Проте тиск, що створюється дисковим екструдером складає 0,6 -1 МПа, чого не достатньо для формування виробів [5].

Для подолання цього недоліку на другій стадії все частіше встановлюється шестеренний насос, який працює при вхідному тиску 0,5-5 МПа і вихідному від 15 до 30 МПа [6]. З сучасної точки зору шестеренні насоси не можуть бути ігноровані, якщо виробляється високоякісний продукт. Незважаючи на просту конструкцію шестеренного насосу це високоточний об'ємний насос з можливістю створювати високі тиски з мінімальним температурним навантаженням. Встановлення шестеренного насосу між черв'ячним екструдером і формуючим інструментом чи в каскадному дисково-шестеренному екструдері дозволяє :

- створювати необхідний тиск ;
- згладжувати пульсацію тиску ;
- запобігати термодеструкції полімеру;
- зменшувати перевитрати сировини і кількість браку;
- зменшувати загальні ресурсо-енерго затрати. [7]

Продуктивність каскадного дисково-шестеренного екструдера лімітується продуктивністю шестеренного насосу, яка може бути визначена за формулою [8]:

$$Q_{\Phi} = 2 \cdot \pi \cdot b_1 \cdot n \cdot \left(R_{\Sigma}^2 - R^2 - \frac{t_0^2}{12} \right) \pm \frac{U \cdot b \cdot h}{2} - \frac{\Delta p}{12 \cdot \mu \cdot l} \cdot b \cdot h^3, \quad (1)$$

де: Q_{Φ} – фактична продуктивність;

b_1 – ширина шестерні;

R_{Σ} – радіус кола виступів шестерні;

R – радіус основного кола;

t_0 – крок зачеплення зубів по основному колу;

n – гасотаоертання шестерень;

U – колова швидкість рухомих поверхонь відносно нерухомих;

h_{Σ} – зазор між поверхнями тертя;

μ – не ньютонівська в'язкість, що залежить від швидкості зсуву та температури;

Δp – перепад тиску в насосі;

b – середня ширина каналу;

l – довжина каналу.

Перша складова рівняння відображає теоретичну продуктивність, яка залежить тільки від геометрії зубчатого зачеплення. Друга складова виражає втрати цієї продуктивності в зазорах в залежності від швидкості рухомої пластини відносно нерухомої. Третя складова виражає втрати продуктивності в зазорах, і яка залежить від перепаду тиску Δp , в'язкості μ і від величини зазорів h . Оскільки з одного боку втрати продуктивності через зазори є небажаними, а з іншого боку необхідно змащувати поверхні тертя, то значення другою складовою не повинна перевищувати значення третьої, бо це призведе, до «сухого тертя» і, як наслідок, до заклинювання насосу. Тобто колова швидкість рухомої частини не повинна перевищувати критичне значення обертання шестерні, яка визначається за рівнянням [8].

$$U_{кр} = \frac{\Delta p \cdot h^2}{6 \cdot L \cdot \mu} \quad (2)$$

Приймаючи до уваги, що найбільша колова швидкість буде на радіусі кола виступів шестерень, то тоді критична частота обертання буде визначатись рівнянням [8].

$$n_{кр} = \frac{\Delta p \cdot h^2}{12 \cdot L \cdot \mu \cdot \pi \cdot R_B} \quad (3)$$

Як видно з цього рівняння критична частота обертання шестерень залежить окрім геометричних розмірів насоса також від в'язкості розплаву. Це значить, що для різних матеріалів з різною в'язкістю при тих же геометричних розмірах насоса, максимальна продуктивність буде різною - для більш в'язких матеріалів нижчою, ніж для менш в'язких.

Теоретична продуктивність шестеренного насоса на виході ділиться на два потоки обернено пропорційно до сумарного опору каналів: один потік проходить через формуючий інструмент, а інший повертається в зону всмоктування через зазори. Продуктивність через формуючий інструмент визначається по формулі [9].

$$Q = \frac{\Delta p \cdot B \cdot H^3}{12 \cdot L \cdot \mu} \quad (4)$$

де: B – ширина каналу;

L – довжина каналу;

μ – в'язкість розплаву;

H – висота каналу.

Порівнюючи вираз 4 і третю складову рівняння 1 видно, що вони однакові за формою запису, але величини, що характеризують геометричні розміри каналів для формуючого інструменту: $B = 0.3 \dots 1.2 \text{ м}$, $H = 2 \dots 4 \text{ мм}$, а величини, що характеризують геометричні розміри зазорів шестеренного насоса: $b = 20 \dots 40 \text{ мм}$, $h = 30 \dots 60 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$. Таким чином, видно, що витрата продуктивності через зазори буде приблизно в 100 разів менша ніж витрата через формуючий інструмент. Це означає, що при зміні пору формуючого інструмента на 1% продуктивність шестеренного насоса зміниться лише на 0,01% і загальна продуктивність екструзійної лінії залишиться фактично незмінною. Попередньо проведені дослідження показали, що перевитрата сировини через пульсації тиску не перевищує 1...2% проти 5...8% в черв'ячному екструдері без шестеренного насоса [10].

Висновок

Було створено систему каскадної дисково-шестеренної екструзії, де в якості розплавлювача гомогенізатора встановлено дисковий екструдер, а для створення тиску використано шестеренний насос. Шестеренний насос, що встановлюється після дискового екструдера внаслідок його конструктивних особливостей згладжує пульсації продуктивності на формуючому інструменті і дозволяє зменшити перевитрати сировини і енергії.

Література

1. Рауендаль К. Экструзия полимеров [Текст]: пер. с англ. А.Я.Малкина. – СПб.: Профессия, 2006 – 768с.
2. Сайт «Вітман-груп» [Електронний ресурс]. – Режим доступу :<http://www.wittmann-group.com/>
3. Сайт «БассКомаундінг» [Електронний ресурс]. – Режим доступу :<http://www.busscorp.com/ru>
4. Швед М.П., Швед Д.М., Мурдід Н.В, Мікульонок І.О. «Каскадний дисково-шестеренний екструдер для переробки полімерних матеріалів» с. 74–77, укр., Іл. 2. Табл. 1. Бібліогр.: 13 назв.
5. Швед М. П.; Швед Д. М.; Петренко О. В. Використання каскадних схем і дозуючих шестеренних насосів в екструзії полімерів
6. Сайт «Маг-Пумп» [Електронний ресурс]. – Режим доступу :<http://www.psgdover.com/>
7. Корнієнко Я. М., Кузьміна В. О., Швед М. П., Швед Д. М., «Високоточне ресурсоощадне екструзування полімерів», Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. Випуск №1, 2011

8. Кузьміна В.О., Корнієнко Я.М. Швед М.П., Швед Д.М, “Дослідження продуктивності шестеренного насоса в лінії для виробництва рукавної плівки”. “Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій” – О.: 2010. – с. 321-327.
9. Ким В.С. Теория и практика экструзии полимеров [текст]: \ В.С. Ким. – М.: Химия. 2005-2005 567 с.
10. Швед М. П., Швед Д. М., Луценко І. В., Богатир А. С. Переваги використання каскадних схем та дозуючих шестеренних насосів при екструзії полімерів // Технологический аудит и резервы производства. 2013.№2 (9).

УДК 547; 54.01; 66.096.5-932.2

ПРОЦЕС УТВОРЕННЯ КРИСТАЛІЧНО-АМОРФНИХ ТВЕРДИХ СТРУКТУР З ОРГАНІЧНИМИ СПОЛУКАМИ

Слободянюк К.С., магістрант, Степанюк А.Р., канд. техн. наук, доц.
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ

Представлено фізичну модель утворення кристалічно-аморфних твердих структур, основні положення фізичної моделі. Надана технічна реалізація процесу утворення кристалічно-аморфних структур із заданими властивостями. Обґрунтовано застосування техніки псевдозрідження.

Presented by the physical model of the crystal-amorphous solid structures, the main provisions of the physical model. The technical realization of the formation of crystalline-amorphous structures with desired properties. The use of pseudo liquefaction technology.

Ключові слова: фізична модель, мікрочастинки, масопередача, диспергатор, композити, колоїдні частинки.

Мінеральні добрива – це екзогенні хімічні сполуки, за своїм складом поділяють на прості (містять лише один компонент із головних елементів живлення) і комплексні (містять не менше двох головних елементів живлення). Прості мінеральні добрива, залежно від елементу живлення, поділяють на азотні, фосфорні, калійні, магнієві, сірчані, тощо, а комплексні – на складні, складно-змішані і змішані. За характером безпосередньої дії на ґрунт і рослини мінеральні добрива класифікують як фізіологічно й біологічно кислі, хімічно й фізіологічно лужні та фізіологічно нейтральні [1].

Світова тенденція компенсації втрат родючості ґрунтів проводилась за рахунок внесення мінеральних добрив. Серед комплексних заходів, спрямованих на вирішення проблеми забезпечення власних продовольчих потреб України, важливе місце займає створення нового покоління органо-мінеральних добрив.

Сульфат амонію є високоефективним азотним добривом, застосування якого забезпечує високу агрономічну і економічну ефективність вирощування основних сільськогосподарських культур [2].

Розробка теоретичних засад процесу утворення кристалічно-аморфних структур при переробці розчинів сульфату амонію з підвищеним вмістом органічних сполук – є актуальною.

Для одержання кристалічно-аморфних структур з розподіленням компонентів на нанорівні доцільно застосовувати ізотермічну кристалізацію з високими коефіцієнтами переносів [3]. Розміри кристалів повинні бути в межах $1\text{-}5\cdot 10^{-6}$ м, серед яких розподілені колоїдні частинки аморфних органічних речовин (гумінові речовини). Розмір кристалів визначається інтенсивністю теплових потоків. Утворені мікрочастинки служать центрами для кристалізації в разі повторного нанесення рідкої фази. Таким чином утворюється дендровидна кристалічна структура з мінеральних компонентів. У просторі мікрочастинки за рахунок багатократної кристалізації утворюється кристалічний каркас з мінеральних речовин, між якими розподіляються гумати. Кристалічний каркас забезпечує міцність утвореного композита, в якому хаотично розподілені наночастинки гумінових речовин. Кристалічно-аморфна структура, що утворилася, має: розгалужену мережу мікроструктур, високу абсорбційну здатність (рис.1).