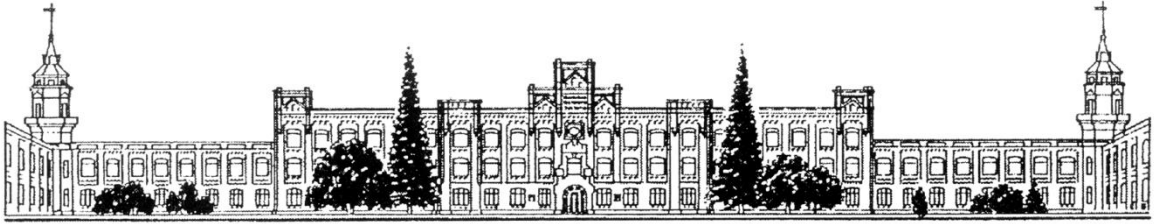


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»



ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ВИРОБНИЦТВА
БУДІВЕЛЬНИХ ТА ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ - 1. ОБЛАДНАННЯ
БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ
Лабораторний практикум з навчальної дисципліни

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальністю
6.050503 «Машинобудування»,
спеціалізація «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних
матеріалів»*

(денна форма навчання)

КПІ ім. Ігоря Сікорського
2018

Технологічне обладнання виробництва будівельних та полімерних виробів -
1. Обладнання будівельних матеріалів і виробів. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів, які навчаються за спеціальністю 6.050503 «Машинобудування», спеціалізація «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. І. Сівецький, В. М. Куриленко, І. І. Івіцький. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 45 с.

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 13 від 22.11.2018 р.) за поданням Вченої ради інженерно-хімічного факультету (протокол № 9 від 30.10.2018 р.)

Електронне мережне навчальне видання

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ ТА
ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ - 1. ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ
МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ**

Лабораторний практикум з навчальної дисципліни

Укладачі: *Сівецький Володимир Іванович*, канд. техн. наук, проф.
Куриленко Валерій Миколайович, аспірант
Івіцький Ігор Ігорович, канд. техн. наук

Відповідальний редактор: *Гондляр О. В.*, д-р. техн. наук, проф.

Рецензенти: *Степанюк А. Р.*, к-т техн. наук, доц.

Призначення лабораторного практикуму – закріпити та поглибити теоретичний програмний матеріал, оволодіти практичними навичками роботи в лабораторії полімерного обладнання шляхом самостійного експериментального дослідження полімерпереробного обладнання. Практикум містить описи 11 лабораторних робіт. Кожній групі робіт передують коротка теоретична частина, яка знайомить студентів з поняттями, використовуваними в роботах, обґрунтовується вибір теми, об'єкта і методу дослідження. Для кожної роботи сформульована мета, перераховані матеріали, обладнання, прилади, необхідні для її виконання. Далі наводиться опис прийомів, які використовуються для виконання конкретних завдань. У кінці кожної лабораторної роботи приведено список рекомендованої літератури, в якій більш детально розглянуті питання до представленої тематики. Для якісного виконання роботи і самоконтролю студентів запропоновані контрольні питання в кінці кожної лабораторної роботи. Залежно від програми читаного курсу, оснащення лабораторії, наявності необхідних матеріалів викладач може вибирати (варіювати) відповідні теми, роботи і завдання.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018

ВСТУП

Навчальну дисципліну «Технологічне обладнання виробництва будівельних та полімерних виробів - 1. Обладнання будівельних матеріалів і виробів» вивчають студенти інженерно-хімічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського, напрямку «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» протягом III курсу 6 навчального семестру. В процесі навчання студенти прослуховують курс лекцій, практичних занять та опановують лабораторний практикум.

Мета вивчення навчальної дисципліни:

- опанування загальними поняттями та навиками, пов'язаними з основними проблемами, що виникають під час функціонування сучасних промислових та інших технологічних об'єктів по виготовленню полімерної продукції;
- формування розуміння основних напрямків та підходів до вивчення обладнання переробки полімерів;
- усвідомлення перспективи створення та впровадження нових видів технологій та устаткування в даній галузі.

Виконуючи лабораторні роботи, студенти мають змогу практично ознайомитися з деякими видами машин, що застосовуються на виробництві полімерних матеріалів, вивчити їх будову та можливості з метою створення в майбутньому власних прототипів і обслуговування існуючої техніки у сфері хімічного машинобудування.

Основне **завдання** навчальної дисципліни – сформулювати чітке уявлення у студентів про безпосередню діяльність на майбутньому робочому місці, як інженера, втіливши отримані знання в справу свого життя.

Після вивчення навчальної дисципліни, студент повинен зрозуміти основні проблеми, спричинені функціонуванням головних видів виробництва, орієнтуватись у можливих шляхах впровадження технологій, зрозуміти принципи роботи обладнання з яким в подальшому буде працювати, створювати нові принципи технологічних процесів за рахунок впровадження нових технологій та їх принципових обмежень.

Під час виконання лабораторних робіт студенти засвоюють практичні елементи реалізації деяких технологій полімерного обладнання.

Лабораторний практикум складається з одинадцяти робіт, а саме:

Лабораторна робота №1. Вивчення умовних позначень елементів структурних та кінематичних схем. Лабораторна робота №2. Дослідження конструкції черв'яків екструдера. Лабораторна робота №3. Вивчення конструкції вузлів упорних підшипників черв'ячних екструдерів. Лабораторна робота №4. Вивчення конструкції пристроїв для охолодження та виштовхування черв'яків екструдерів. Лабораторна робота №5. Дослідження конструкції корпусів черв'ячних машин. Лабораторна робота №6. Дослідження конструкції головки для формування погонажних виробів. Лабораторна робота №7. Вивчення

принципу роботи черв'ячного екструдера. Лабораторна робота №8. Дослідження конструкції осцилюючого змішувача. Лабораторна робота №9. Вивчення конструкції двочерв'ячного змішувача. Лабораторна робота №10. Вивчення конструкції і кінематики дискового екструдера. Лабораторна робота №11. Вивчення конструкції та дослідження циклограми роботи гідравлічного преса.

Кожну з даних робіт належить виконати, за протоколювати і здати викладачу. Завершення роботи полягає у поданні оформленого протоколу, результатів, висновків та знань розділів теоретичного матеріалу, що стосується конкретної лабораторної роботи.

Студенти виконують лабораторні роботи самостійно або побригадно за вказівкою викладача. Захист лабораторних робіт та їх оцінювання відбувається виключно індивідуально при бесіді з викладачем.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРІВ

Студент до початку виконання роботи зобов'язаний вивчити правила техніки безпеки і безпечні методи роботи в лабораторіях переробки полімерів. Про вивчення правил техніки безпеки та отриманні інструктажу з безпечних методів роботи студент розписується в спеціальному журналі по техніці безпеки. Відповідальність за це несе керівник лабораторії. Студенти, що не вивчили правил техніки безпеки і не пройшли інструктаж, до виконання лабораторних робіт не допускаються.

Студент (група студентів) виконує тільки ту роботу, яка призначена викладачем, а при виконанні роботи користується тільки тими приладами, які знаходяться на його робочому столі і вказані в описі роботи.

Правила безпеки

1) Під час роботи в лабораторії дотримуйтесь чистоти, порядку і правил техніки безпеки, оскільки безладність, поспішність або неохайність в роботі часто призводять до нещасних випадків з тяжкими наслідками.

2) Забороняється в лабораторії пити воду, приймати їжу, палити.

3) Усі полімерні матеріали слід зберігати тільки у відповідному посуді з етикетками.

4) Студентам забороняється приступати до роботи, не погодивши плану роботи з керівником.

5) Після закінчення користування лабораторними установками, потрібно негайно відключити електроприлади та повністю їх знеструмити. Йдучи з лабораторії, перевірте закінчення всіх процесів.

6) Особи, що порушують правила безпеки, притягуються до відповідальності.

Перша допомога при виникненні травм

- При враженні електричним струмом – знеструмити постраждалого (не забувайте про власну безпеку!);

- При електричних опіках і ранах – накладіть стерильні пов'язки;

- При раптовій зупинці серця – нанесіть прекардіальний удар по грудині та приступіть до реанімації;

- При кровотечі – накладіть кровоспинний джгут, стисну пов'язку;

- При переломах кісток кінцівок – шини (можна використати будь-які підручні засоби);

- Характерними ознаками отруєння хімікатами є рясне слиновиділення, поява на обличчі, слизової рота і губ хімічних опіків. У результаті може пропасти голос, посиніти шкіра, утруднюючи дихання. У деяких випадках спостерігається блювота, нерідко з кров'ю.

Після всіх перелічених випадків обов'язково викличте швидку допомогу!

Вимоги до оформлення протоколу лабораторної роботи

Перед тим, як оформляти свій перший протокол, потрібно ознайомитися з ГОСТ 3008–95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення»

Протоколи лабораторних робіт записують від руки, або друкують на листах формату А4 (210x297мм), використовуючи при цьому шрифт Times New Roman, з 12–м розміром та міжрядковим інтервалом 1,0. Але в окремих випадках, коли цього вимагає ситуація, з дозволу викладача можна змінювати вказані параметри. Ще однією особливістю при оформленні протоколу є те, що всі листи мають містити рамку, у перший лист протоколу, принципово, вставляється «велика» рамка, всі ж наступні – повинні мати «малу» рамку. «Велика» рамка на першому листі повинна бути коректно заповнена: вказаний номер лабораторної роботи, її повна назва, підписані виконавець та перевіряючий роботи, вказані група та факультет навчального закладу. Також має бути вказана загальна кількість сторінок та проведена нумерація сторінок на протязі всього протоколу. Протокол кожної роботи складається з її назви, мети, теоретичних відомостей, списку основної та додаткової літератури, опису методики в такому обсязі, який надасть змогу успішно виконати всі практичні завдання.

Далі наводяться результати лабораторної роботи: результати вимірювань, кінематичні схеми, необхідні розрахунки, кінцеві результати, графіки, діаграми (де потрібно). Закінчується протокол загальним висновком, який описує нові навички, або результати, отримані та усвідомлені студентом після виконання лабораторної роботи.

Після завершення лабораторної роботи оформлений протокол надається викладачу для перевірки.

Під час оцінювання враховується:

- I. правильність оформлення та структури протоколу лабораторної роботи;
- II. якість і точність виконання всіх операцій у ході лабораторної роботи, знання та розуміння її методики;
- III. знання теоретичних основ процесів і розділів лекційного курсу, що стосуються конкретної лабораторної роботи;
- IV. використання в роботі не тільки стандартного набору літератури, а залучення нових джерел, наприклад мережі «Internet» та інших засобів, що сприяють кращому засвоєнню даного матеріалу.

Під час виконання лабораторних робіт потрібно бути уважним і акуратним! Невеликі неточності, недотримання методики можуть спричинити незадовільний результат і повторне виконання роботи для отримання позитивного результату.

Приклад структури оформлення першої сторінки протоколу показана нижче.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №...

Повна назва лабораторної роботи

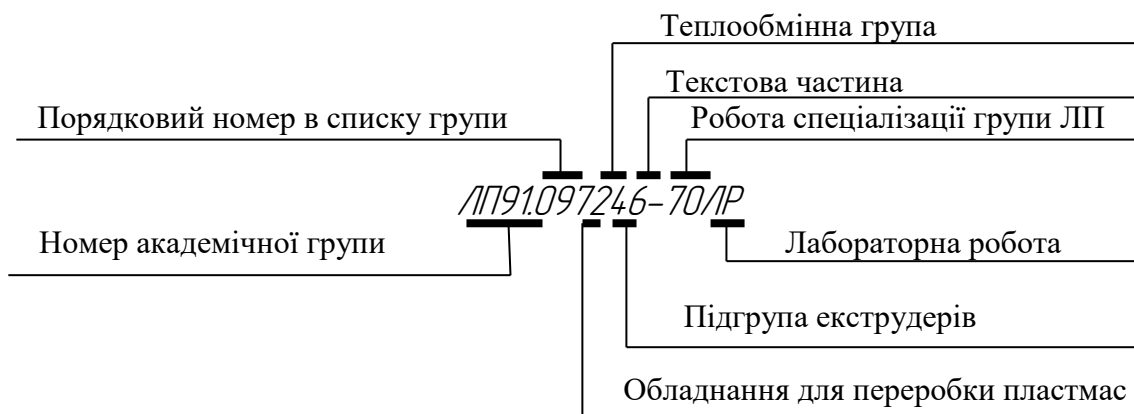
Мета: сформулювати конкретні завдання, які мають бути розглянуті при проведенні даної роботи.

Хід лабораторної роботи:

Поетапно розписати план проведення лабораторної роботи впродовж всього заняття, бажано із зазначенням часу, який буде виділений на кожен із пунктів.

Теоретичні відомості

В даній частині протоколу має бути розкритий та освоєний студентом теоретичний матеріал, який повністю відповідає темі роботи. Обсяг якого повинен складати не менше 4 сторінок. Теоретичний матеріал повинен містити в собі не тільки текстову частину, а бажано і схеми, рисунки, графіки і т. д..



Завдання на лабораторну роботу

Перелік завдань, які потрібно виконати при виконанні лабораторної роботи.

Контрольні запитання

Перелік питань, на які потрібно відповісти по закінченню виконання даної лабораторної роботи.

Використані джерела:

Повний список літератури та інтернет ресурсів, які були використані при виконанні даної лабораторної роботи.

					ЛП91.097246-70ЛР			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Разроб.		Іванов І. І.			Вивчення умовних позначень елементів структурних та кінематичних схем	Літ.	Арк.	Архів
Перевір.		Сівецький В. І.					1	12
Реценз.						НТУУ «КПІ», ІХФ, ХПСМ		
Н. Контр.								
Затверд.		Сівецький В. І.						

Лабораторна робота №1

Вивчення умовних позначень елементів структурних та кінематичних схем

Мета: вивчити основні кінематичні позначення, навчитися читати та складати кінематичні схеми з використанням умовних графічних зображень у відповідності до стандартів.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина
 - 1.1 Перевірка наявності студентів
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття
2. Вивчення загальних відомостей, які відносяться до складання кінематичних схем.
 - 2.1 Заповнення таблиці 1.1..
3. Складання кінематичної схеми екструдера або його вузла за вказівкою викладача.
4. Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

Кінематична схема — зображення, яке пояснює принцип дії механізму, що передає рух (привід черв'ячного екструдера чи гідравлічний привід литтєвої машини, механізм дозування матеріалу на вході в черв'ячний екструдер, редуктор валкової машини, ударний механізм преса і т. д.). За кінематичною схемою можна визначити послідовність передавання руху від його джерела (найчастіше це двигун) до робочого органу (шнек екструдера, валки каландра).

На рис. 1.1. наведено кінематичну схему черв'ячного екструдера. Усі елементи екструдера на схемі показано умовними графічними позначеннями. В загальних рисах вони нагадують деталі, які ними зображені. Розміри зображень елементів на схемі можуть бути довільними, але пропорційними розмірам цих елементів в натурі.

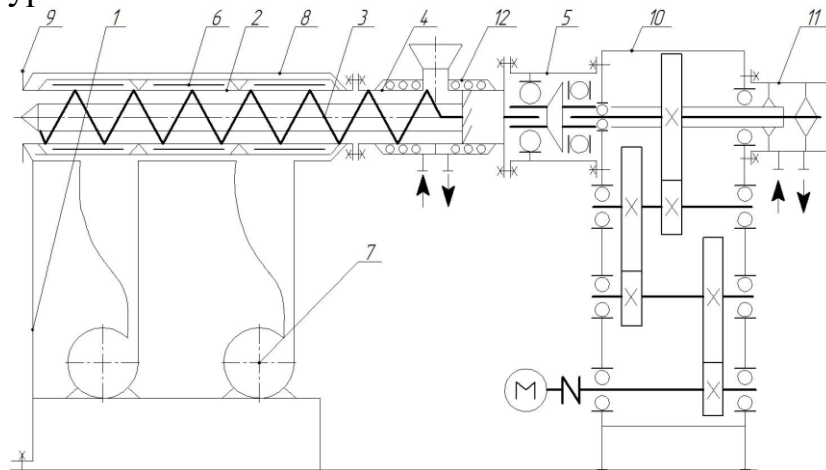


Рис. 1.1. Кінематична схема одночерв'ячного екструдера:

- 1 – станина; 2 – корпус; 3 – черв'як; 4 – корпус завантажувальної горловини;
5 – вузол упорного підшипника; 6 – нагрівачі; 7 – вентилятори; 8 – кожух;
9 – фланець; 10 – редуктор; 11 – система охолодження черв'яка (барботер); 12 – система охолодження корпусу завантажувальної горловини.

На кінематичних схемах зображують тільки ті елементи механізму, які беруть участь у передаванні руху (вали, зубчасті колеса, муфти та інші). Схему вписують у спрощений контур зображення виробу, всередині якого знаходиться показаний на схемі механізм.

Умовні позначення на кінематичних схемах виконують суцільними товстими основними лініями. Контур виробу, в який вписують схему, обводять суцільною тонкою лінією.


Всім елементам кінематичних схем надають порядкові номери, починаючи від джерела руху. Порядкові номери елементів проставляють на поличках ліній-виносков. Під поличкою вказують деякі параметри елемента механізму (потужність і частоту обертання вала двигуна, діаметри шківів, кількість зубів зубчастих коліс).

Таку послідовність вивчення будови механізму і передавання ним руху називають читанням кінематичної схеми.

Завдання на лабораторну роботу

1. Заповнити табл. 1.1., яка буде містити основні умовні кінематичні позначення, та їх пояснення.

Табл. 1.1. Приклад таблиці кінематичних позначень

<u>Елемент</u>	<u>Умовне позначення</u>
Вал, вісь, стержень	
Нерухоме з'єднання з валом	Далі за прикладом...
Підшипники (всі типи):	
Муфти (всі типи):	
Пасова передача: а) без уточнення типу пасу б) передача плоским пасом в) передача клиноподібним пасом г) передача зубчастим пасом	
Ланцюгова передача (всі типи):	
Передачі зубчасті циліндричні, конічні (всі типи):	
Черв'ячні передачі з циліндричним черв'яком	
Передачі зубчасті реєчні (всі типи):	
Пружини (всі типи):	
Двигуни (всі типи):	
+ допоміжні елементи	

2. Скласти, використовуючи умовні позначення, кінематичну схему екструдера або його вузла за вказівкою викладача.

Контрольні запитання

1. Який документ називається схемою?
2. Яка схема називається кінематичною?
3. Яке призначення схеми?
4. На які види підрозділяються схеми в залежності від видів і зв'язків елементів, які входять в склад виробу?
5. На які види підрозділяються схеми в залежності від призначення?
6. Що зображується на структурній схемі?
7. Що зображується на функціональній схемі?
8. Що зображується на принциповій схемі?
9. Яке призначення кінематичної схеми?
10. Чи потрібно зберігати масштаб і пропорції в розмірах при складанні кінематичних схем?
11. Які правила виконання нумерації елементів на кінематичній схемі?
12. Чим кінематична схема відрізняється від складального креслення?
13. Чи всі елементи, які входять у виріб, позначають на схемах?
14. Про що можна дізнатися з кінематичної схеми виробу?

Рекомендована література

1. ГОСТ 2.701-2008. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению [Текст]. Взамен ГОСТ 2.701-84; введ. 2009-07-01. – М.: Стандартинформ, 2009. – 15 с. (Единая система конструкторской документации).
2. ГОСТ 2.703-68. Правила выполнения кинематических схем [Текст]. Введ. 1971-01-01. – М.: Стандартинформ, 2008. – 6 с. (Единая система конструкторской документации).
3. ГОСТ 2.721-74. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения [Текст]. Введ. 1975-07-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 34 с. (Единая система конструкторской документации).
4. ГОСТ 2.770–68. Обозначения условные графические в электрических схемах. Элементы кинематики. [Текст]. Введ. 1971-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 13 с. Единая система конструкторской документации).
5. Шевченко Е. П. Чтение машиностроительных чертежей. Справочное пособие. – СПб.: Наука и Техника, 2003 – 192 с.
6. uk.wikipedia.org/wiki/Принципова_кінематична_схема

Дослідження конструкції черв'яків екструдера

Мета: вивчити особливості конструктивних зон черв'яків для переробки термопластів. Навчитися розрізняти черв'яки для різних матеріалів, знати технологічні зони та технологію виготовлення черв'яків.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина
 - 1.1 Перевірка наявності студентів
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття
2. Вивчення загальних відомостей та наочний огляд зразків черв'яків екструдера.
 - 2.1 Зняття базових конструктивних розмірів на наявних в лабораторії зразках черв'яків.
 - 2.2 Виконання ескізу черв'яка згідно знятих розмірів.
3. Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

В залежності від типу полімерного матеріалу, що перероблюється, черв'яки екструзійно-групового обладнання конструктивно відрізняються між собою геометрією гвинтового каналу. Але всі черв'яки, як правило, мають декілька конструктивних зон, рис. 2.1.:

1. хвостовик – призначений для передачі обертового моменту черв'яка, сприйняття вісьових зусиль, що розвиваються на ньому і їх передачі на вузол опорного підшипника, а також для виконання функції підшипника ковзання так і вузла ущільнення, який повинен запобігати потраплянню перероблюваного матеріалу до вузла опорного підшипника.
2. зона завантаження – в більшості випадків виконується з найбільшою глибиною гвинтового каналу або/і кроком.
3. зона дозування, яка забезпечує заданий тиск на виході з гвинтової навивки.

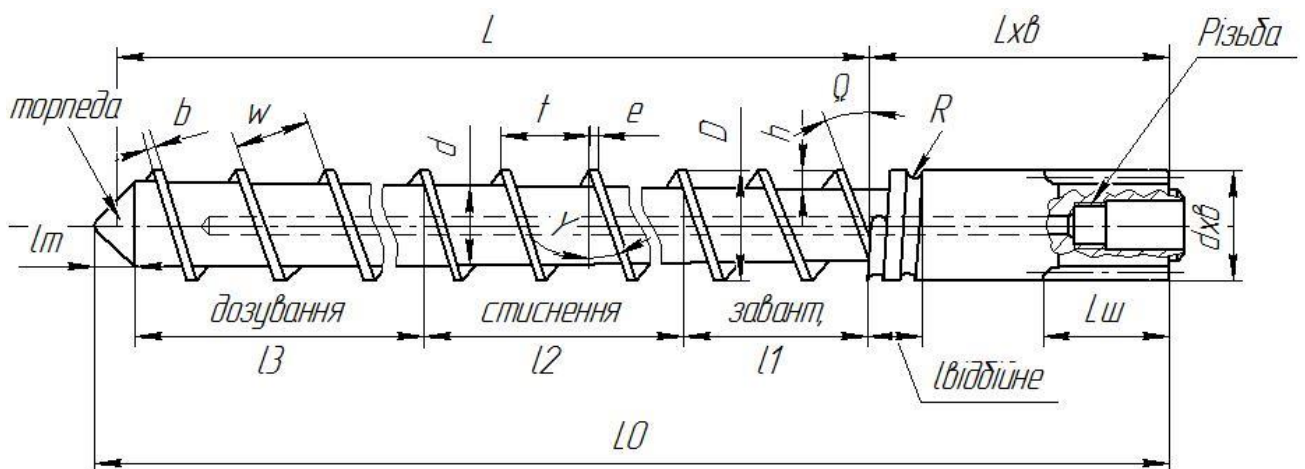


Рис. 2.1. Приклад основних параметрів та технологічних зон черв'яка

Окрім цих основних і характерних для більшості конструкцій черв'яків зон, черв'яки можуть мати декілька інших конструктивних зон.

4. зона вакуумування, тобто збільшення глибини або/і кроку гвинтового каналу. Вона призначена для здійснення дегазації полімеру в ЧМ.

5. зона змішування, вона може бути виконана у вигляді зворотно направлених витків (1–5), виступів типу фрези, петлеві, виступ-впадина.

На ряду з типовими конструктивними зонами різноманіття конструкцій черв'яків також зумовлюється відмінністю геометричних параметрів гвинтової навивки для різних ПМ, що в першу чергу визначається різними коефіцієнтами тертя.

В залежності від типу ПМ черв'яки поділяються на 3 основні групи:

1. черв'яки для ПМ з широким температурним інтервалом пластикації (розм'якшення, ПС, його сополімери, пластикований ПВХ, полікарбонат (ПК) та ін.). Вони мають зону завантаження $(4-6)t=L_1$. Зона стиснення, як правило, реалізується за рахунок зменшення глибини каналу $(7-13)D$ – довжина зони. Зона дозування складає $(3-8)D$. При цьому бажано, щоб зона пластикації співпадала з довжиною конструктивної зони стиснення. Але при різних режимах екструзії це важко забезпечити, так як довжина зони пластикації сильно залежить від технологічних режимів і виготовляти черв'яки для кожного режиму економно не вигідно. Цей тип черв'яків повинен забезпечувати ступінь стиснення матеріалу $i=2,5-3$.

2. Черв'яки для матеріалів з низькою термостабільністю і широким інтервалом температур розм'якшення. Зона завантаження для них аналогічна попередній групі. Зона стиснення $l_2=(12-18)D$. Зона дозування в більшості випадків відсутня. Ступінь стиснення $i=1,5-2$. (ПЕ).

3. Черв'яки для високо кристалічних матеріалів. Зона завантаження $l_1=(14-16)D$, а зона стиснення $l_2=(1,5-2)D$. Зона дозування $l_3=(4-7)D$. Їм характерний максимальний ступінь стиснення $i=3-4,5$.

Для цих груп черв'яків для переробки ТП рекомендуються ряд довжин, L складає: $L=(20,25,30)D$. Спеціальні черв'яки можуть мати $L=(35-40)D$.

Ширина гребня витків e зазвичай приймається $(0,08-0,12)D$. Збільшення e приводить до збільшення витрат енергії на обертання черв'яка, тобто на зсув розплаву в зазорі між гребнем та корпусом, і навпаки, зменшення зумовлює втрати продуктивності машини за рахунок збільшення перетікання через гребінь.

Величина потоку втрат через гребінь пропорційна 3-й ступені величини зазору між гребнем і циліндром (Δ). У зв'язку з цим продуктивність машини різко падає при збільшенні Δ , що особливо відчутно при роботі з головками великого опору. Нові корпуси та черв'яки конструюють з зазором $(0,002-0,005)D$. В цьому випадку навпаки, перше значення відповідає більшому D .

Завдання на лабораторну роботу

1. За вказівкою викладача, на одному із зразків черв'яка зняти базові конструктивні розміри аналогічно рис. 1.2.
2. Накреслити ескіз черв'яка згідно знятих розмірів.
3. Визначити відмінності конструкції черв'яків для базової групи термопластів від черв'яків для переробки еластомерів.
4. Дослідити конструктивні відмінності зони завантаження черв'яків від зон стиснення та дозування.

Контрольні запитання

1. Чим відрізняються черв'яки для переробки термопластів від черв'яків для переробки реактопластів?
2. Назвіть особливості виготовлення черв'яків.
3. Назвіть основні геометричні параметри черв'яка.
4. Назвіть особливості «торпеди» черв'яка, відбійної частини та підшипника ковзання.
5. Назвіть способи з'єднання черв'яків з приводним валом.
6. Проаналізуйте конструкції змішувачів черв'яків.
7. Обґрунтуйте конструктивні зони черв'яка та їх основні характеристики.
8. Назвіть конструкційні матеріали, з яких виготовляють черв'яки та методи їх обробки.
9. Обґрунтуйте зусилля, які діють на черв'як.
10. У якому випадку черв'як вважають нежорстким?

Рекомендована література

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства полимерных материалов. – М.: Химия, 1986. – С. 268.
2. Сівецький В.І., Радченко Л.Б. Основи моделювання та конструювання черв'ячних екструдерів. Навч. пос. К.: «Політехніка», 2002. – 164 с.
3. Сівецький В.І., Сідоров Д.Е., Сокольський О.Л. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Київ «Політехніка» 2003. – 56.
4. Сокольський О.Л., Сівецький В.І. Конструювання та розрахунок формуючого інструменту і оснастки для переробки пластмас. - К.: СПД Січкара, 2010. – 104 с.
5. Гиберов З.Г. Механическое оборудование заводов пластмасс. М., Машиностроение, 1977.
6. Орлов Л. И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х книгах. Изд. 2, кн. 1. М: Машиностроение, 1977.- 623 с.
7. Гевко Б. М. Технология изготовления спиралей шнеков. – Львов: Выща шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1986. – 128 с.
8. Мак-Келви Д. М. Переработка полимеров / Д. М. Мак-Келви; Пер. с англ. – М.: Химия, 1965. – 442 с.

Лабораторна робота №3

Вивчення конструкції вузлів упорних підшипників черв'ячних екструдерів

Мета: – Порівняльний аналіз конструкції вузлів упорного підшипника на екструдері.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина
 - 1.1 Перевірка наявності студентів
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття
2. Вивчення загальних відомостей вузла опорного підшипника черв'ячного екструдера.
 - 2.1 Розроблення кінематичних схем вузлів опорних підшипників різноманітного розташування.
 - 2.2 Опис роботи машини та упорного підшипника зокрема на розроблених кінематичних схемах.
3. Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

За розташуванням вузла упорного підшипника екструдери поділяють на схеми з вузлом, вмонтованим у редукторі, виносним, розташованим на передній або на задній стінці редуктора.

Вузол упорного підшипника є невід'ємною і дуже відповідальною складовою будь-якої черв'ячної машини. Він сприймає на себе значні осьові зусилля, якими навантажений черв'як під час роботи, і замикає їх на циліндричний корпус екструдера. Корпус вузла упорного підшипника є з'єднуючою частиною між корпусами екструдера і редуктора, забезпечуючи співвісність черв'яка та редуктора.

Упорний підшипник повинен сприймати значні змінювані у часі зусилля і при цьому мати якомога більший ресурс роботи, оскільки його ремонт потребує суттєвих матеріальних затрат і часу. Тому для екструдерів середніх і великих типорозмірів підшипник часто виготовляють спеціально. Іноді вибирають упорний тип підшипника, але найчастіше конічний радіально–упорний і завжди роликівий, оскільки він здатен сприймати більші навантаження. У сучасних конструкціях підшипників використовують конічні ролики зі сферичною боковою поверхнею.

З метою зменшення габаритів вузлів упорних підшипників в осьовому напрямку екструдера застосовують упорний підшипник ковзання на основі фторопластових кілець або інших сучасних конструкційних матеріалів з високими технічними характеристиками.

Розташування вузла упорного підшипника в окремому корпусі незалежно від редуктора забезпечує зручність його ремонту, але збільшує габарити машини.

Менші габарити мають конструкції машин з вузлом упорного підшипника, скомбінованого з редуктором і розташованим в самому редукторі

або на його передній стінці. Найбільш розповсюджена конструкція з вузлом упорного підшипника на передній стінці редуктора.

Розташування вузла упорного підшипника на задній стінці редуктора забезпечує найлегший доступ до нього. Але за таким компонованням осьове зусилля передається від черв'яка на упорний підшипник через вал редуктора, додатково навантажуючи його. Це потребує посилення і ускладнення конструкції редуктора та знижує його надійність.

Найкращі умови роботи має вузол упорного підшипника, розміщений в корпусі редуктора. Такий редуктор не є стандартним, а проектується спеціально для даної машини. Ремонт такого підшипника тягне за собою демонтаж кришки та вихідного вала редуктора.

Варіант конструктивного оформлення вузла упорного підшипника обирається залежно від типорозміру машини і серійності його виготовлення.

Приклад конструктивного виконання вузла упорного підшипника показано на рис. 3.1.,3.2.

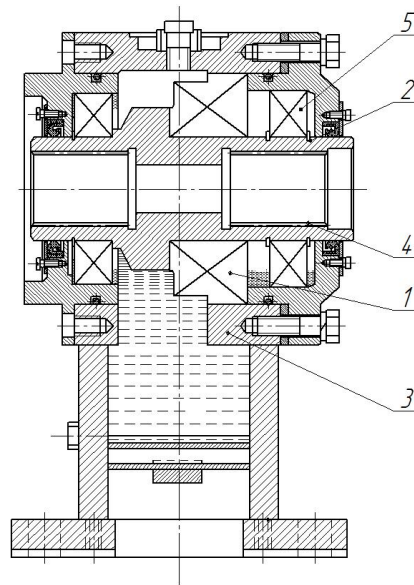


Рис. 3.1. Конструкція вузла опорного підшипника в окремому корпусі:

1 – упорний підшипник; 2 – вал; 3 – корпус; 4 – шліци; 5- радіальний підшипник

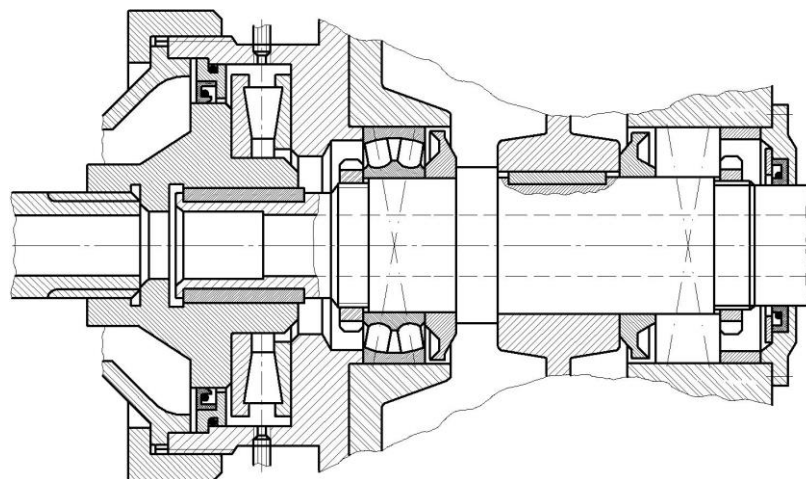


Рис. 3.2. Упорний підшипник конічно-роликівий

Завдання на лабораторну роботу

1. За вказівкою викладача розробити кінематичні схеми вузлів опорних підшипників: вмонтованим у редукторі, виносним – розташованим на передній та задній стінках редуктора.
2. На розроблених кінематичних схемах провести нумерацію вузлів та деталей, розшифрувати та зробити короткий опис принципу роботи даного виду та положення опорного підшипника.

Контрольні запитання

1. Які існують види упорних підшипників?
2. Назвіть варіанти розташування вузла упорного підшипника, їх переваги та недоліки.
3. Як обрати тип конструктивного оформлення вузла опорного підшипника по величині заданого навантаження?
4. Назвіть переваги конструктивної схеми виносного вузла опорного підшипника.

Рекомендована література

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства полимерных материалов. – М.: Химия, 1986. – С. 268.
2. Радченко Л.Б., Сівецький В.І. Основи моделювання і конструювання черв'ячних екструдерів, 2002. – 149 с..
3. Сівецький В.І. «Комп'ютерне проектування екструзійного полімерного устаткування» – Київ «Політехніка» 2003р.
4. Насонкін Г.О. Сівецький В.І. «Основи розрахунку і конструювання машин» – Київ «Політехніка» 2010р.
5. Гуль В. Е., Акутин М. С. Основы переработки пластмасс. – М: Химия, 1985. – 401 с.
6. Силин В. А. Динамика процессов переработки пластмасс в червячных машинах. – М.: Машиностроение, 1970. – 150 с.
7. Радченко Л. Б. Переробка термопластів методом екструзії: Навч. Посіб. – К.: ІЗМН, 1999. – 220 с.
8. Ким В. С. Теория и практика экструзии полимеров / В. С. Ким. – М.: КолосС, 2005 – 566 с.

Лабораторна робота №4

Вивчення конструкції пристроїв для охолодження та виштовхування черв'яків екструдерів

Мета: вивчити особливості конструкції та роботи виштовхувача та барботера, навчитися розробляти їх конструктивно-кінематичні схеми.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина
 - 1.1 Перевірка наявності студентів
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття
2. Вивчення загальних особливостей конструкції та роботи пристроїв для охолодження та виштовхування.
 - 2.1 Розроблення ескізів та конструктивно-кінематичних схем виштовхувача та барботера.
 - 2.2 Опис принципу роботи отриманих пристроїв.
3. Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

У багатьох випадках, при роботі з черв'ячним екструдером, потрібно демонтувати робочий орган – черв'як. Це можуть бути найрізноманітніші ситуації: поломка, профілактичні роботи, чищення машини і т. д.. Без спеціального обладнання ця операція займає багато часу та зусиль працівників, особливо при демонтажі черв'яків великих діаметрів. В якості специфічного обладнання при виконанні даної операції виступає такий пристрій, як виштовхувач. Не слід забувати, що даний термін також застосовується в машинах для лиття під тиском, а саме виштовхувачі готового виробу з півформи, на що варто звернути увагу і розрізнити дані речі!

Виштовхувач – це пристрій для демонтажу черв'яка з корпусу екструдера. Виштовхувач дозволяє зменшити зусилля та час на виймання черв'яка з циліндра.

В загальному випадку, виштовхувач, рис. 4.1, складається з таких елементів: виштовхуючої штанги, шарового з'єднання, гайки, гвинта та змінної штанги, також існують виштовхувачі, конструкції яких відрізняються від описаної вище.

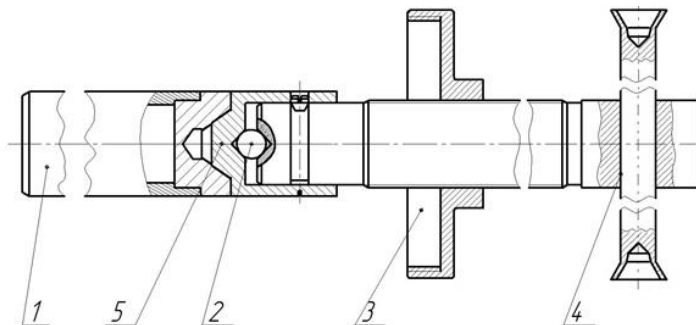


Рис. 4.1. Конструкційна схема виштовхувача:

- 1 – виштовхуючи штанга; 2 – шарове з'єднання; 3 – гайка; 4 – гвинт;
5 – змінна штанга

Працює виштовхувач наступним чином: виштовхуюча штанга 1 впирається в хвостовик черв'яка, гайка 3 фіксується до корпусу екструдера, після чого гвинт 4 потрібно обертати за годинниковою стрілкою, в результаті чого штанга 1 виштовхує черв'як з корпусу екструдера в напрямку головки.

Барботер – механізм, який призначений для охолодження черв'яка екструдера. Він має варіант конструктивного оформлення теплообмінного пристрою типу «труба в трубі». Особливість якого полягає у необхідності забезпечення підводу та відводу теплоносія до обертового робочого органу – черв'яка. Для охолодження черв'яків у них виконуються наскрізні отвори, або отвори зі сторони хвостовика заданої довжини. Приклад конструктивного оформлення барботеру зображено на кінематичній схемі, рис. 4.2.

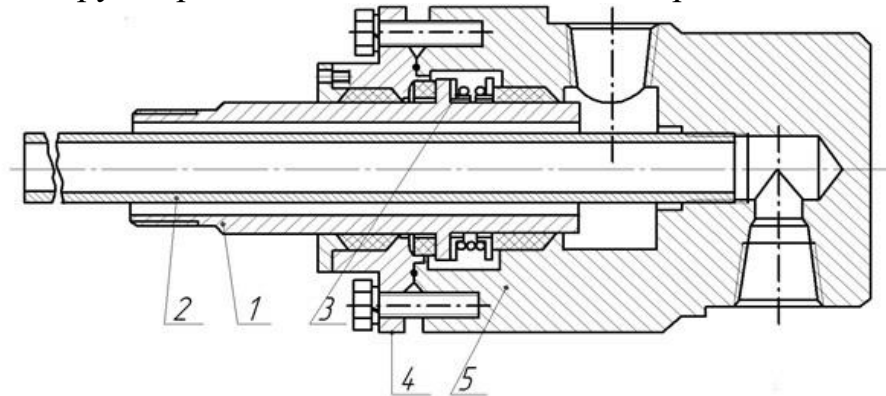


Рис. 4.2. Приклад ескізу та кінематичної схеми барботера:

1 – труба нерухома, 2 – труба обертова, 3 – пружина, 4 – кришка, 5 - корпус

Завдання на лабораторну роботу

1. Розробити конструктивно-кінематичні схеми виштовхувача та барботера
2. Проставити нумерацію вузлів та деталей на отриманих схемах та описати їх принцип роботи.

Контрольні запитання

1. Опишіть існуючі види конструкцій виштовхувачів та барботерів.
2. Проаналізуйте тонкості роботи барботера та виштовхувача.
3. Запропонуйте шляхи вдосконалення даних пристроїв.

Рекомендована література

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства полимерных материалов. – М.: Химия, 1986. – С. 268.
2. Рябинин Д.Д. Лукач Ю.Е. «Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых смесей»: М.Москва 1965 г.
3. ru.wikipedia.org/wiki/Барботёр
4. Тадмор З. Теоретические основы переработки полимеров / З. Тадмор, К. Когос; Пер. с англ. под. ред. проф. Р. В. Торнера. – М.: Химия, 1984 – 632 с.
5. Басов Н.И., Брой В. Техника переработки пластмасс. – М.: Химия, 1985.
6. <http://base.ukrpatent.org/searchINV/>

Лабораторна робота №5

Дослідження конструкції корпусів черв'ячних машин

Мета: – вивчити особливості конструкції корпусів різного призначення та оформлення.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина.
 - 1.1 Перевірка наявності студентів.
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття.
2. Вивчення загальних особливостей конструкції корпусів черв'ячних машин.
 - 2.1 Виконання ескізів різних типів корпусів.
 - 2.2 Опис особливостей конструкцій та напрямів модернізації отриманих корпусів.
3. Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

Корпус є одним з найголовніших вузлів черв'ячної машини (ЧМ). Існує декілька видів корпусів ЧМ: складані по довжині, роздільні, суцільні та корпус завантажувальної горловини, рис. 5.1. В машинах невеликих типорозмірів в даний час ще використовуються варіанти оформлення корпусу, як товстостінного циліндра, навантаженого обертовим моментом, що передається від черв'яка вісьовим зусиллям від тиску, що розвивається в матеріалі або вісьовим зусиллям від обертового моменту на черв'яку, згинаючим моментом в разі консольного виконання корпусу та ін.

Крім силових факторів, корпус ЧМ сприймає також і температурні напруження від різниці температур по товщині, так як він, як правило, виконується товстостінним, виходячи з умов забезпечення заданого розподілу температури по його довжині.

Так, розрахунок корпусу залежить від його конструктивних частин та варіанту їх оформлення. Наприклад: якщо корпус має окрему завантажувальну і власне циліндричну частини, зон пластикації та видавлювання, то їх розрахунок відрізняється, у зв'язку з різними силовими параметрами, що діють в цих зонах.

Для забезпечення довговічності корпусу шляхом можливості ремонту за рахунок заміни внутрішньої робочої поверхні, корпус виконують складаним по товщині з власне корпусу та гільзи. Вона монтується в ньому нерухомо за рахунок стопорних гвинтів або шпонок, або посадки з натягом.

Для полегшення умов заміни гільзи, вона встановлюється в корпус без натягу, елементи, які запобігають повертання гільзи (гвинти або шпонки) розраховують на зріз від обертового моменту. Товщину гільзи вибирають з конструктивних міркувань, виходячи з умов розміщення стопорних елементів і перевіряють лише залежностями Ляме.

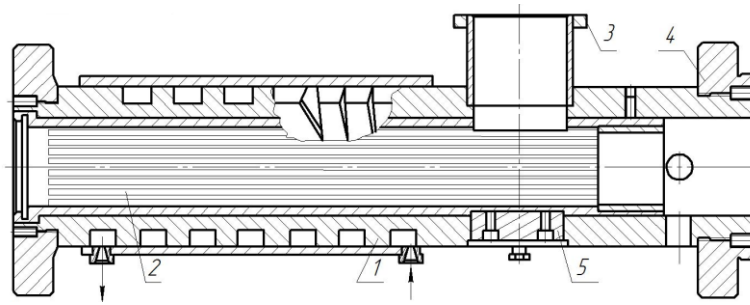


Рис. 5.1. Корпус завантажувальної горловини черв'ячного екструдера в розрізі:

1 – корпус, 2 – повздовжні пази, 3 – завантажувальна горловина,
4 – фланець, 5 – штопор

Завдання на лабораторну роботу

1. Провівши патентний пошук корпусів ЧМ, розробити власні ескізи корпусу: складаного по довжині, роздільного, суцільного і корпусу завантажувальної горловини.
2. Описати нововведення, які були застосовані при розробці корпусів.

Контрольні запитання

1. Назвіть види корпусів ЧМ.
2. Проаналізуйте особливості конструкції корпусів ЧМ.
3. Назвіть напрями модернізації конструкцій корпусів ЧМ.
4. Назвіть конструкційні матеріали, з яких виготовляють деталі корпуса та види заготовок для їх виготовлення.
5. Назвіть вимоги до деталей корпуса й методи їх обробки для подовження терміну роботи.
6. Назвіть методи з'єднання корпуса з гільзою.
7. Чим відрізняється конструкція корпуса поблизу завантажувальної горловини від його конструкції в інших зонах?
8. Які основні навантаження діють на корпус в зоні завантаження?
9. Які основні навантаження діють на корпус в області зони дозування?

Рекомендована література

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства полимерных материалов. – М.: Химия, 1986. – С. 268.
2. Мікульонок І. О. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 200 с.
3. Г. Шенкель. Шнековые прессы для пластмасс. – ГХИ: 1962. – С. 466.
4. Радченко Л.Б., Сівецький В.І. Основи моделювання і конструювання черв'ячних екструдерів.
5. Сопротивление материалов / Под ред. Г. С. Писаренко. – К.: Вища шк., 1986. – 775 с.
6. Общетехнический справочник. / Под общ. Ред.. Е. А. Скороходова. – М.: Машиностроение, 1990. – 496 с.

Лабораторна робота №6

Дослідження конструкції головки для формування погонажних виробів

Мета: – дослідити особливості конструкцій головок для формування погонажних виробів.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина
 - 1.1 Перевірка наявності студентів
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття
2. Вивчення загальних особливостей конструкції формувальних головок черв'ячних машин.
 - 2.1 Розроблення ескізів формувальних головок для виробництва труб, плівки та профілю.
 - 2.2 Опис нововведень, які були застосовані при розробці ескізів головок.
- 3 Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

Класифікація екструзійних головок

1. За напрямом виходу виробу:
 - прямоточні, в яких напрям виходу розплаву співпадає з віссю черв'яка;
 - кутові, частіше за все напрям виходу розплаву повернений на 90° відносно осі черв'яка;
 - офсетні, є різновидом кутових, в яких здійснюється подвійний поворот, внаслідок чого виріб формується в напрямі, паралельному осі екструдера. Такі головки можуть застосовуватися при багатострумінній екструзії, при виробництві деяких видів кабелів або профілів з сердечником.
2. За конфігурацією формуючої щілини:
 - плоскощілинні;
 - кільцеві;
 - гранулюючі;
 - профільні.
3. За призначенням:
 - 1) головки для грануляції;
 - 2) головки для рукавної плівки;
 - 3) плоскощілинні головки для плоскої плівки і листів;
 - 4) головки для виробництва труб, рукавів і армованих шлангів;
 - 5) профільні головки;
 - 6) головки для виготовлення порожнистих профільних виробів;
 - 7) головки для виробництва моно– і бікомпонентних волокон (останні – соекструзією).

Фактори, що враховуються при конструюванні головок

Геометричні параметри формуючих каналів, а отже і конструктивне оформлення головки визначається реологічними властивостями розплаву із вимогами до виробу.

Гідравлічний опір каналів головки повинен знаходитись у області оптимальних робочих характеристик екструдера. Це означає необхідність узгодження типорозміру машини, геометрії черв'яка і технологічних режимів з геометрією виробу, каналів головки і бажаною продуктивністю.

Розподіл швидкостей розплаву на виході з головки повинен бути максимально однорідним. Невиконання цієї умови призводить до різнотовщинності виробу, утворенню складок і вигинів профілю у напрямі ділянок з меншою швидкістю.

Частково ці явища можна компенсувати за рахунок прийому виробу з швидкістю, більшій максимальній швидкості виходу розплаву з формуючої щілини (так звана фільерна витяжка), застосуванням пристроїв регулювання товщини щілини або установкою додаткових калібруючих пристроїв.

Фільерна витяжка не повинна перевищувати певної величини - 10-20%, (хоча буває і більше, до 100%) щоб уникнути розривів профілю і появи залишкових напружень, ведучих до викривлення і спотворення форми.

Розміри формуючих каналів повинні проектуватися з урахуванням витяжки, усадки, розбухання екструдату.

При високих швидкостях екструзії можуть виникати дефекти поверхні внаслідок високоеластичної деформації, досягнення граничної міцності при зсуві і адгезійній міцності. Це явище прогнозується по досягненню теоретичної або експериментально визначеної критичної швидкості зсуву.

Слід уникати різких перепадів перетину каналу, при яких критична швидкість зсуву знижується: кути переходів повинні бути по можливості малими або такими, що плавно зменшуються. Форма перерізу каналу повинна забезпечити відсутність зон застою (мертвих зон). Тому передні і задні кути звужень і розширень каналів не повинні перевищувати $45 - 60^\circ$.

Більшість екструзійних головок мають канали, що складаються з вхідних, розподільчих та формуючих ділянок. Кінцеві форма і розміри профілю екструзійних виробів оформляються мундштуком, який складається з матриці, яка формує зовнішні поверхні, і дорну - формує внутрішні поверхні, рис. 6.1.

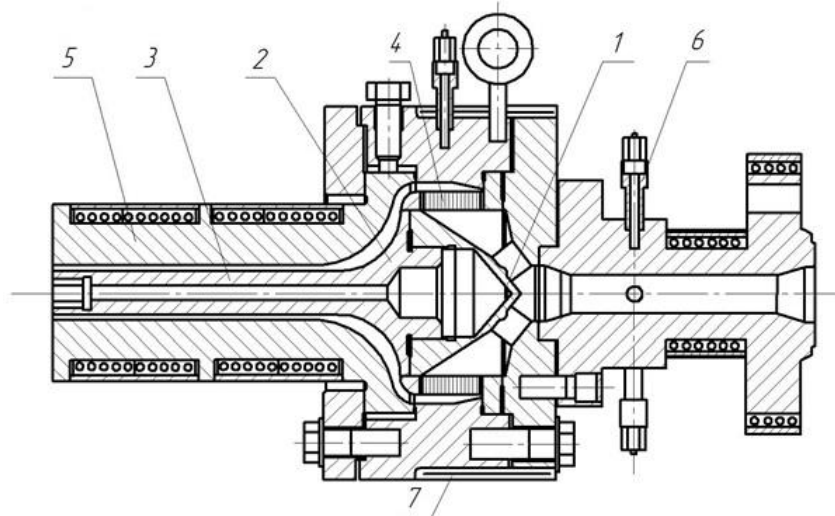


Рис. 6.1. Конструкція головки для виробництва труб:

1 – розсікач, 2 – проміжний дорн, 3 – формуючий дорн, 4 – фільтруюча решітка, 5 – матриця, 6 – термопара, 7 - нагрівники

Завдання на лабораторну роботу

1. Провівши патентний пошук головок ЧМ, розробити ескізи: головок для виробництва труб, плівки та порожнистих виробів.
2. Описати нововведення, які були застосовані при розробці.

Контрольні запитання

1. Опишіть існуючі види конструкцій формувальних головок ЧМ.
2. Проаналізуйте особливості конструкцій головок ЧМ.
3. Проаналізуйте робочі характеристики формувальних головок та обґрунтуйте їх побудову.
4. Запропонуйте шляхи вдосконалення конструкцій формувальних головок для виробництва труб, профілю, плівки.
5. Обґрунтуйте функціональний зв'язок екструдера й формувальної головки. Проаналізуйте робочі точки екструдера для формування певного виробу.

Рекомендована література

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов. – М.: Химия, 1991.
2. Сокольський О.Л., Сівецький В.І. Конструювання та розрахунок формуючого інструменту і оснастки для переробки пластмас. – К.: СПД Січкара, 2010. – 104 с.
3. Сокольський О. Л. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас : навч. посіб. О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, І. О. Мікульонюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 130 с.
4. Каплун Я. Б. Формующее оборудование экструдеров : учеб. пособ. Я. Б. Каплун, В. С. Ким. – М.: Машиностроение, 1986. – 80 с.
5. Шерышев М. А. Основы конструирования формующего инструмента для переработки пластмасс : учеб. пособие М. А. Шерышев – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2007. – 152 с.
6. Володин В. П. Экструзия профильных изделий из термопластов / В. П. Володин; – Спб.: Профессия, 2005. – 480 с.

Вивчення принципу роботи черв'ячного екструдера

Мета: вивчити особливості та принцип роботи черв'ячного екструдера.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина
 - 1.1 Перевірка наявності студентів
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття
2. Вивчення загальних відомостей та ознайомлення з конструкцією черв'ячної машини, представленої у лабораторії (ЧП 32x20).
 - 2.1 Підготовка екструдера до запуску, розігрів та вихід на робочий режим.
 - 2.2 Безпосереднє виконання л/р – отримання полімерного виробу із введенням ІД.
 - 2.3 Аналіз отриманих зразків.
3. Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

Для проведення лабораторної роботи з вивчення принципу роботи черв'ячного екструдера була застосована лабораторна установка на базі черв'ячного преса ЧП 32x20. До складу лінії, рис.7.1, окрім черв'ячного преса 1 також входять: інжекційний пристрій 2, ванна охолодження 3, тягнучий 4 та відрізний пристрій 5.

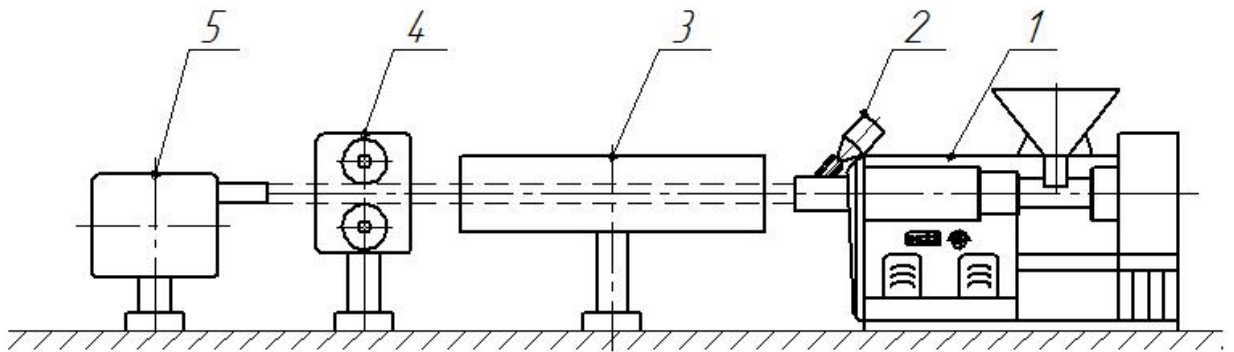


Рис. 7.1. Технологічна лінія формування виробів типу «Стренга» (пояснення в тексті)

Прес черв'ячний ЧП 32x20, рис. 7.2, призначений для переробки гранульованих термопластів у однорідний розплав та рівномірного вичавлювання крізь формуючу головку. Прес складається з наступних вузлів та агрегатів: циліндричного товстостінного корпусу 1, всередині якого обертається черв'як 2 від електродвигуна постійного струму (на рис. не розкрито), клинопасової передачі, яка закрита захисним кожухом 3 та одноступінчастого циліндричного редуктора 4. Частота обертання черв'яка від 20 до 100 об/хв. Завантаження робочого матеріалу в корпус 1 здійснюється крізь основний живильний бункер 5.

Тепловий режим підтримується від нагрівників 6 та системи водяного охолодження циліндру 7. Всі складальні одиниці пресу змонтовані на зварній рамі 8, а циліндр закритий спеціальним кожухом 9.

Додатково установка містить щит електричного живлення 10, пульт управління 11 та різноманітне допоміжне обладнання.

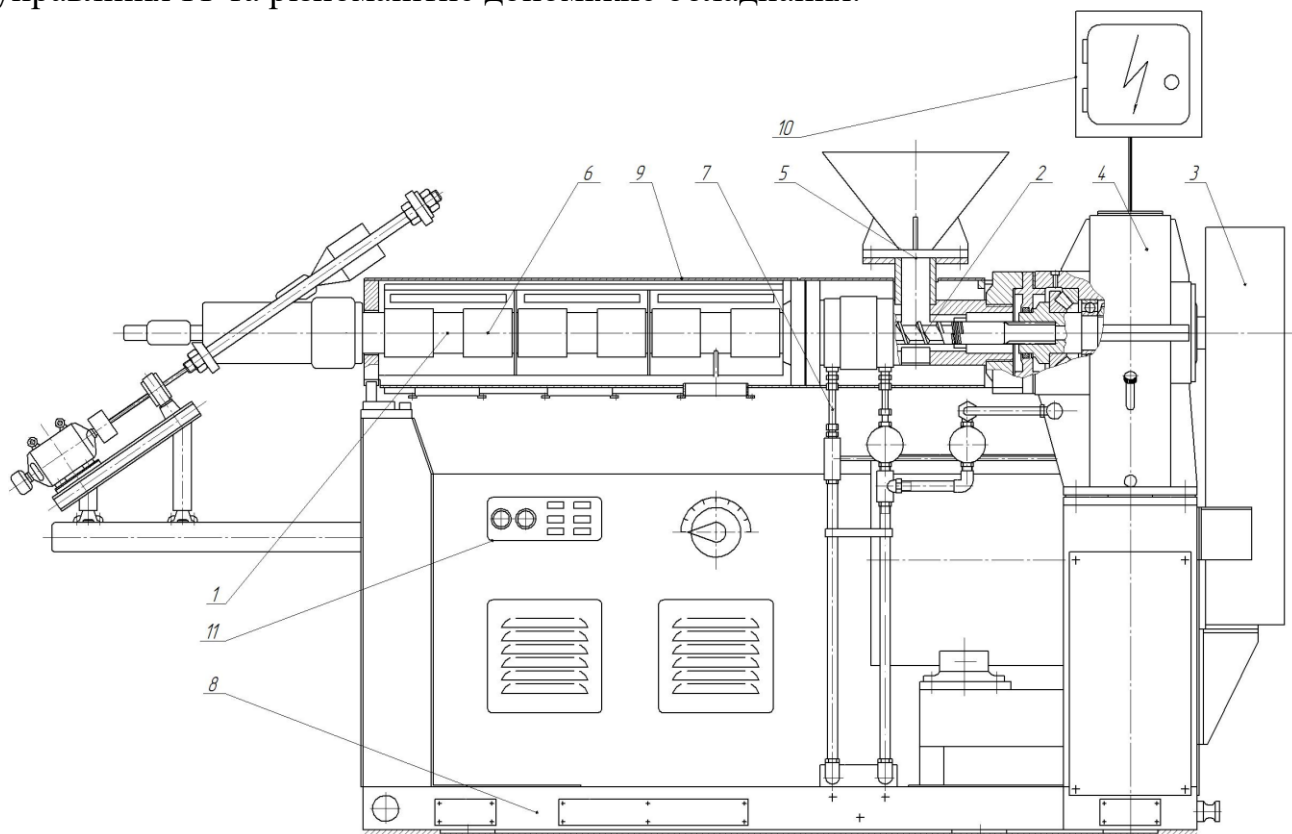


Рис. 7.2. – Черв'ячний прес ЧП32x20 (пояснення в тексті)

На виході до корпусу черв'ячного преса кріпиться за допомогою різьбового з'єднання екструзійна головка зі встановленим на поверхні її корпусу інжекційного механізму для введення інтелектуальних датчиків, рис. 7.3. Екструзійна головка 1 з формуючим циліндричним каналом 2, який призначений для формування зразків типу «стренга» з поліетилену низького тиску (ПЕНТ) діаметром 6 мм. Головка 1 має прямоточну конструкцію. Обігрів головки здійснюється електронагрівачем опору 3, також вона обладнана інжекційним пристроєм 4 для дозованого введення інтелектуальних датчиків. Комп'ютерне моделювання показало, що найбільш оптимально його встановлювати під кутом 30° до осі формуючого каналу. Інжекційний пристрій 4 обладнаний додатковим живильним бункером 5 у якому інтелектуальні датчики попередньо змішуються з полімером, також конструкція інжекційного пристрою 4 передбачає наявність камери 6, обігрів якої здійснює електронагрівач опору 7. Нагрівальна камера 6 також оснащена поршнем 8, який здійснює зворотно-поступальний рух завдяки чому і відбувається процес інжекції під заданим тиском суміші інтелектуальних датчиків з досліджуванним матеріалом безпосередньо в формуючий канал головки 1 із заданою періодичністю циклу з метою збільшення тиску інжекції та запобігання завчасного змішування основного потоку полімеру з дозованим. При цьому тиск в гідроциліндрі інжекції значно перевищує тиск в формуючому каналі,

що дозволяє занурювати датчики на задану глибину. Для погашення збурюючих коливань, які виникають в формуючому каналі 2 під час інжекції порції суміші інтелектуальних датчиків з досліджуваним матеріалом, головка 1 дообладнана ще однією додатковою ділянкою формуючого каналу 9, яка має свій окремий обігрів від нагрівача 10. Збільшивши довжину формуючого каналу, тим самим запобігається утворення дефектів поверхні на готовому виробі.

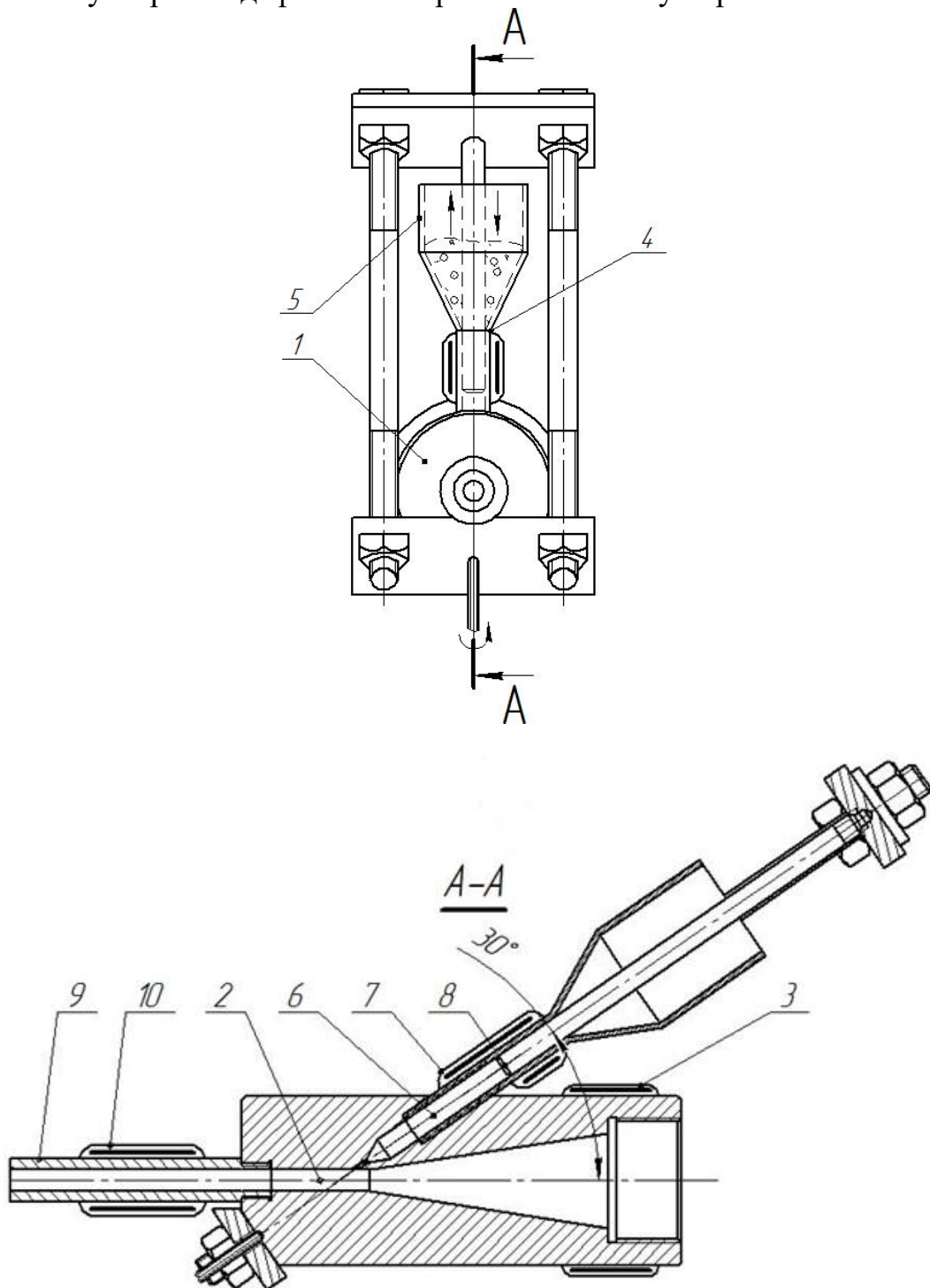


Рис. 7.3. Екструзійна головка (пояснення в тексті)

Ванна охолодження призначена для охолодження отримуваних зразків з метою запобігання короблення та зміни їх геометрії. Встановлювалася ванна охолодження в лінії одразу після черв'ячного преса. Корпус ванни являє собою жолоб. На правій та лівій торцевій та проміжній стінках якого отвори зі змінними резиновими ущільненнями. На корпусі розташовані вузли роликів важільного типу, які можуть виставлятися над «стренгою» та два трубопроводи з підводом та відводом охолоджуючої рідини. Корпус ванни має можливість вертикального та поперечного переміщення для центрування його вісі з віссю головки.

В тягнучому пристрої за основу було взято два колеса, які обертаються назустріч один одному, крізь які через направляючі проходила «стренга». Завдяки зустрічному обертанню, колеса із заданим зусиллям рівномірно витягують стрічку отриманої циліндричної «стренги» в напрямку відрізного пристрою.

Відрізний пристрій призначений для різки виробів різноманітного профілю з полімерних матеріалів на відрізки заданої довжини і встановлюється у лінії після тягнучого пристрою. Керування пристроєм виконується з пульту керування.

Лабораторна установка працює наступним чином.

На приладі ПД- регулятора температури МікРа 600 задається необхідна температура обігріву для кожної зони і за допомогою хомутових нагрівальних елементів опору і хромель-алюмелевими термопарами, починається нагрів установки до виходу на необхідні температурні параметри. Таким чином, схема керування температурними режимами забезпечує підтримання заданої температури з похибкою 2%.

Температура підтримується за допомогою одноканального ПД- регулятора температури МікРа 600. Для зворотного зв'язку була використана хромель-алюмелева термопара.

Після виходу на робочий температурний режим в основний живильний бункер 5, рис. 7.2, завантажувався досліджуваній полімерний матеріал, а в додатковий бункер 5, рис. 7.3, порція суміші інтелектуальних датчиків з досліджуваним матеріалом. Далі з основного живильного бункера 5, рис. 7.2, матеріал захоплювався витками черв'яка 2, рис. 7.2 та транспортувався в напрямку формуючої головки 1, рис. 7.3. Пройшовши формуючий канал 2, рис. 7.3, головки 1, рис. 7.3, порція суміші інтелектуальних датчиків з досліджуваним матеріалом потрапляла в нагрівальну камеру 6, рис. 7.3 та витримувалась там вказаний час. По закінченню даної операції в рух через привід приводився поршень 8, рис. 7.3, який із вказаним інтервалом інjektував суміш інтелектуальних датчиків з досліджуваним матеріалом в основний потік. Пройшовши ванну охолодження через певний час t екструдат за допомогою відрізного пристрою відрізався таким чином, щоб відсічений відрізок мав довжину від 50 до 100 мм і обов'язково містив у внутрішній структурі введені інжекційним пристроєм інтелектуальні датчики. В результаті отримуємо зразки екструдата для різних матеріалів при змінних значеннях чисел обертів черв'яка та температурних режимів.

Завдяки використанню даної установки з'явилася можливість вводити інтелектуальні датчики крізь формуючу головку безпосередньо в виробу під час процесу екструзії, що дасть змогу при подальшій експлуатації виробів контролювати їх напружено-деформований стан та інші параметри.

Характеристика досліджуваних полімерних матеріалів

Дослідження реологічних і гідродинамічних властивостей провести для наступних полімерних матеріалів:

- а) поліетилен низького тиску марки 15313-003 (ГОСТ 16337-77);
- б) поліетилен високого тиску (ПЕВТ 15803-020) за ГОСТ 16337;
- в) севілен марки 11104-030 (ТУ 6-05-1636-97).

Вибір зазначених матеріалів в якості об'єкта дослідження обумовлений їх технологічними властивостями, що задовольняють вимогам, які пред'являються до матеріалів для виготовлення виробів методом екструзії.

Температури дослідження при проведенні експериментів для обраних полімерних матеріалів: ПЕНТ 15313-003 (150...180 °С), ПЕВТ 15803-020 (130...170°С), севілен 11104-030 (130...170 °С).

Завдання на лабораторну роботу

1. Ознайомитись з конструкцією черв'ячної машини, представленої у лабораторії (ЧП 32х20).
2. Підготувати екструдер до запуску, розігріти та вийти на робочий режим.
3. Отримати зразки полімерних виробів із введенням у їх внутрішню структуру ІД.
4. Проаналізувати роботу екструдера в цілому та отримані зразки продукції.

Контрольні запитання

1. Від яких факторів залежить продуктивність екструдера?
2. Наведіть переваги та недоліки роботи екструдера.
3. Для чого потрібне охолодження завантажувальної воронки екструдера?
4. Запропонуйте шляхи вдосконалення конструкцій вузлів екструдера.

Рекомендована література

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов. – М.: Химия, 1991.
2. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю.А. Михайлин. — СПб. : Научные основы и технологии, 2009. — 660 с.
3. Касьянова О. В. Прессы и литьевые машины для переработки полимеров / О. В. Касьянова [Электрон. дан.]. – Кемерово.: КузГТУ, 2014.
4. Мак Келви Д. М. Переработка полимеров. – М.: Химия, 1965. – 442 с.
5. Рябинин Д. Д. Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых смесей / Д. Д. Рябинин, Ю. Е. Лукач. – М.: Машиностроение, 1965 – 363 с.
6. Торнер Р. В. Теоретические основы переработки полимеров (Механика процессов) / Р. В. Торнер. – М.: Химия, 1977 – 464 с.

Лабораторна робота №8

Дослідження конструкції осцилюючого змішувача

Мета: вивчити особливості конструкції осцилюючого змішувача та навчитися розробляти конструктивно-кінематичні схеми.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина.
 - 1.1 Перевірка наявності студентів.
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття.
2. Вивчення загальних особливостей конструкції осцилюючого змішувача.
 - 2.1 Розробка ескізів та конструктивно-кінематичних схем осцилюючого змішувача.
 - 2.2 Простановка позицій вузлів і деталей та опис роботи розроблених конструкцій.
- 3 Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

Осцилюючий змішувач призначений для змішування і пластикації ПВХ та інших термопластів безперервним способом.

Завантаження компонентів суміші виконується через завантажувальний бункер.

Корпус змішувача виконано роз'ємним по вертикальній осі. В середині кожної половини корпусу встановлено зуби, які входять в пази гвинтової навивки черв'яка. Корпус має зони обігріву і зони охолодження. Черв'як охолоджується водою за допомогою барботера.

Осцилюючі черв'яки виконують з сталі марки 38ХМЮА термообробленої. При роботі черв'як виконує складний рух: за один оберт він виконує зворотно-поступальний рух з певним ходом (в залежності від кроку різьби). Для отримання обертового і зворотно-поступального руху черв'як з'єднаний з вихідним валом спеціального редуктора. Кінематичну схему осцилюючого змішувача представлено на рис.8.1.

Черв'як приводиться в обертовий рух за допомогою електродвигуна через конічну пару 9, одне колесо якої закріплене на колінчастому валі 14, а інше на валу 10. Для того, щоб надати черв'яку зворотно-поступального руху його з'єднують через вузол опорного підшипника 11, з колінчастим валом 14, який в свою чергу обертається за допомогою циліндричного редуктора.

Колінчастий вал виконаний таким чином, щоб переміщувати черв'як вздовж осі, при цьому гвинтова навивка повинна проходити між лопатками корпусу 5. При збільшенні обертів тим самим ми збільшимо і кількість зворотно-поступальних рухів.

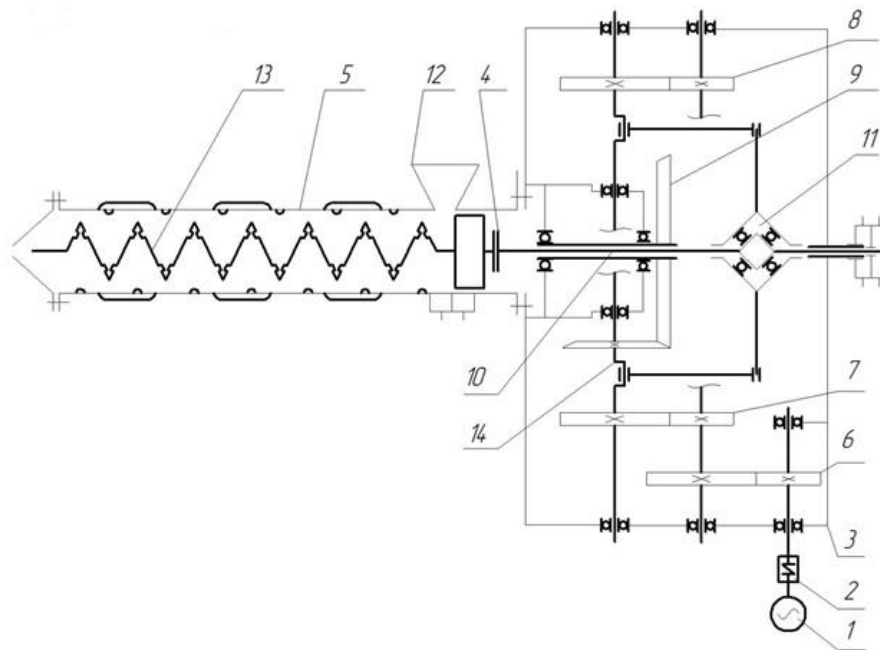


Рис. 8.1. Конструкція осцилюючого змішувача:

1 – двигун, 2,4 – муфта, 3 – редуктор, 5 – корпус, 6,7,8,9 – конічна пара, 10- вал, 11 – опорний підшипник, 12 – завантажувальна горловина, 13 – черв'як, 14 – колінчастий вал

Завдання на лабораторну роботу

1. Провівши патентний пошук конструкцій осцилюючих змішувачів, розробити змішувачі з вісьовим рухом корпуса або лопатей, розробити власні ескізи конструкцій осцилюючого змішувача.
2. Описати нововведення, які були застосовані при розробці даного типу обладнання.

Контрольні запитання

1. Опишіть існуючі види конструкцій осцилюючих змішувачів.
2. Проаналізуйте особливості роботи осцилюючих змішувачів.
3. Запропонуйте шляхи вдосконалення конструкції осцилюючого змішувача.

Рекомендована література

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства полимерных материалов. – М.: Химия, 1986. – С. 268.
2. Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс. – ГХИ: 1962. – С. 466.
3. Рябинин Д. Д. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей / Д. Д. Рябинин, Ю. Е. Лукач. – М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.
4. Ким В. С. Диспергирование и смешение в процессах производства и переработки пластмасс / В. С. Ким, В. В. Скачков. – М.: Химия, 1988. – 239 с.
5. Сайти пошуку патентів: Укрпатент, ФПС, Google Patent Search, Rupto
6. Бернхардт Э. Переработка термопластичных материалов / Э. Бернхардт; Пер. с англ. под. ред. Г. В. Виноградова. – М.: ГНТИ химич. лит-ры, 1962. – 747 с.

Лабораторна робота №9

Вивчення конструкції двочерв'ячного змішувача

Мета: дослідити особливості конструкції двочерв'ячного змішувача, проаналізувати існуючі конструкції та навчитися розробляти конструктивно-кінематичні схеми.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина
 - 1.1 Перевірка наявності студентів
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття
2. Вивчення загальних особливостей конструкції та роботи двочерв'ячного змішувача.
 - 2.1 Розробка ескізів та конструктивно-кінематичних схем двочерв'ячного змішувача.
 - 2.1 Розробка схеми вузла регулювання і розподілу зусиль між опорними підшипниками двочерв'ячного змішувача.
 - 2.2 Розробка кінематичних схем приводів з одностороннім та зустрічним обертанням черв'яків.
 - 2.3 Простановка позицій вузлів і деталей та опис роботи даних машин.
 - 3 Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

Двочерв'ячні змішувачі являються універсальними машинами, що допускає їх широке використання для різних процесів переробки полімерних матеріалів. Найбільш ефективно двочерв'ячні машини використовують при гранулюванні термопластів, коли необхідно об'єднати одночасно декілька операцій: змішування, пластикацію, дегазацію, гомогенізацію, видавлювання розплаву через решітку з одночасним порізом на гранули.

Черв'яки в таких машинах можуть розміщуватись по різному. Наприклад, вони можуть бути як з заціпленням так і без. Для зменшення габаритів черв'яки можуть бути конічними при цьому розміщеними під кутом. Такі випадки конструювання машин пов'язані зі зменшенням їх габаритів. Так, наприклад, при розміщенні черв'яків паралельно з заціпленням виникає проблема розміщення і конструкції вузлів опорних підшипників, так як їх діаметр набагато більший ніж міжосьова відстань між черв'яками.

Вузол опорних підшипників може бути виконаний, наприклад, як показано на рис. 9.1 з одним багаторядним і одним великим опорними підшипниками.

Багаторядний опорний підшипник працює наступним чином. Через опорну п'яту осьове зусилля передається втулці і рухомому кільцю опорного підшипника. Потім частина цього зусилля через ролики, нерухоме кільце, регулюючу гайку з втулкою передаються на пружину, а з неї на секцію корпусу. Зусилля, що залишилось після деформації пружини передається через штангу до наступної опорної п'яти, яка також передає частину зусилля через підшипник на пружину, а частину далі, через штангу, на наступну п'яту. Кількість рядів

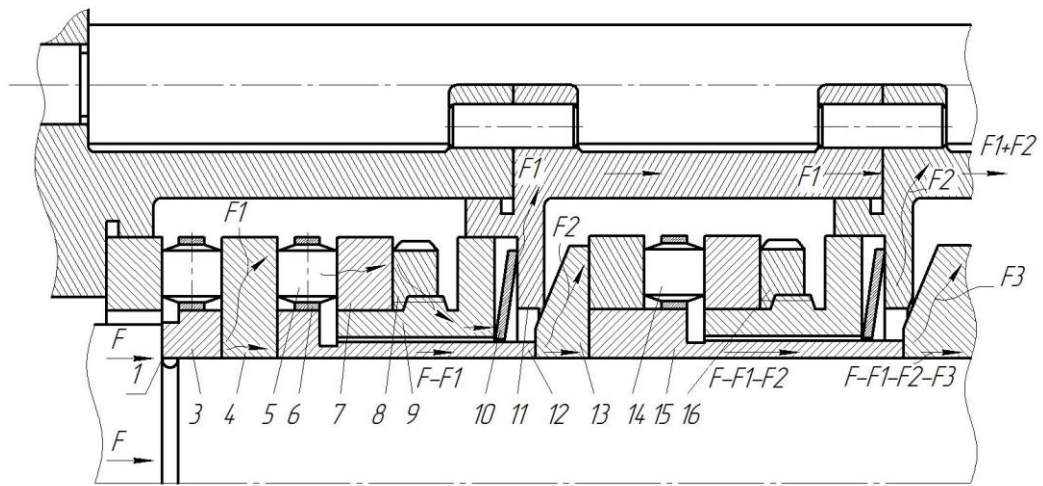


Рис. 9.2. Вузол опорного підшипника двочерв'ячного змішувача:

1 – опорний бурт шпинделя, 2 – шпиндель, 3 – втулка, 4, 7 – кільці ОП, 5, 14 – ролики ОП, 6 – сепаратор роликів, 8, 16 – регулюючі гайки, 9 – регулююча втулка, 10 – пружина, 11 – секція корпусу підшипника, 12, 15 – дистанційні втулки, 13 – упорне кільце

Завдання на лабораторну роботу

1. Дослідити конструкцію двочерв'ячного змішувача.
2. Розробити ескіз та кінематичну схему конструкції двочерв'ячного змішувача.
3. Розробити схему вузла регулювання і розподілу зусиль між опорними підшипниками двочерв'ячного змішувача.
4. Скласти кінематичну схему приводів з одностороннім та зустрічним обертанням черв'яків.
5. Описати роботу отриманих конструкцій.

Контрольні запитання

1. Опишіть існуючі види конструкцій двочерв'ячних змішувачів.
2. Проаналізуйте особливості роботи двочерв'ячних змішувачів та їх вузлів опорних підшипників.
3. Запропонуйте шляхи вдосконалення даних конструкцій.

Рекомендована література

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства полимерных материалов. – М.: Химия, 1986. – С. 268.
2. Г. Шенкель. Шнековые прессы для пластмасс. – ГХИ: 1962. – С. 466.
3. Бернхардт Э. Переработка термопластичных материалов. – М.: Госхимиздат, 1968. – 748 с.
4. Виноградов Г. В. Реология полимеров / Г. В. Виноградов, Р. Я. Малкин. – М.: Химия, 1977. – 440 с.
5. Сайти пошуку патентів: Укрпатент, ФПС, Google Patent Search, Rupto

Лабораторна робота №10

Вивчення конструкції і кінематики дискового екструдера

Мета: вивчити конструкції та експериментально дослідити осьові зусилля і крутні моменти, які розвиваються на робочих органах екструдера під час переробки термопластів та навчитися складати конструктивно-кінематичні схеми дискових екструдерів різного компонування та призначення.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина
 - 1.1 Перевірка наявності студентів
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття
2. Вивчення загальних особливостей конструкції дискового екструдера на прикладі лабораторної установки.
 - 2.1 Підготовка дискового екструдера до запуску, розігрів та вихід на робочий режим.
 - 2.2 Фіксація показань приладів та відбір пробних зразків екструдату для визначення продуктивності екструдера.
3. Розробка ескізу дискового екструдера.
 - 3.1 Складання конструктивно-кінематичної схеми дискового екструдера з рухомим корпусом, а також з механізмом регулювання зазору за рахунок переміщення обертового диска.
4. Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

В основу процесу дискового екструдера термопластів покладено ефект Вайсенберга. Суть цього ефекту в тому, що при зсувному деформуванні розплавів полімерів, які мають в'язко-пружні властивості поряд з тангенційними напруженнями зсуву виникають нормальні напруження. У разі колового зсувного деформування розплавів термопластів у дисковому зазорі екструдера матеріал під дією нормальних напружень зміщується до центра і видавлюється через вихідний отвір (формувальний мунштук або головку). У перше зразки дискових екструдерів являли собою короткий циліндричний корпус діаметром $D=0,1...0,2$ м, внутрішній торець якого був зроблений у вигляді плоского конічного або сферичного диска розміщеного в ньому обертового диска аналогічної геометрії. Для поліпшення умов завантаження матеріалу на периферії диска встановлюють лопасті різноманітних конструкцій. Особливості конструкції і технічна характеристика перших зразків дискових екструдерів наведено в літературі.

Перевагами дискових екструдерів поряд з простотою конструкції є можливість регулювання деформаційного режиму змінюванням величини дискового зазору і можливість зміни швидкості обертання диска. Крім того, для дискових екструдерів характерна змішувально-диспергуюча ефективність, самоочищення, зносостійкість і низька металомісткість.

Недоліком перших конструкцій дискових екструдерів є недостатнє розвинення тиску і його пульсація. Частково цей недолік усувається.

Тепер розроблені конструкції черв'ячно-дискових екструдерів, які відрізняються тим, що дискові робочі органи оснащені черв'ячною, завантажувально-пластикаційною зоною, тобто так звані черв'ячно-дискові комбіновані екструдери. Завантажувально-пластикаційна зона виконується у вигляді короткого черв'яка діаметром, що дорівнює або менший від діаметра диска. В останньому випадку дискові робочі органи утворюють прямий і зворотний дискові зазори, тобто дві дискові змішувальні зони.

Компонування черв'яка в поєднанні з диском дозволяє використати добру транспортувальну здатність черв'ячної зони і змішувальну здатність дискової, а також усунути при цьому недоліки, властиві чисто дисковим екструдерам.

Недоліки дискових екструдерів частково усуваються в дисково-черв'ячних екструдерах, що представляють собою комбінацію дискових і черв'ячних екструдерів. Видавлюється з отвору дискового екструдера розплав, потрапляє в циліндр з черв'яком, а вже з нього через форму-головку екструдується у вигляді профілю. Дисково-черв'ячні екструдери розвивають високий тиск і придатні для виготовлення профільованих виробів.

У дискових екструдерах термопласт розігрівається значно швидше і знаходиться менше часу, ніж в черв'ячних, що вигідно для термонестабільних матеріалів. Але дискові екструдери розвивають менший тиск (до 10 кгс/см²) і мають меншу продуктивність, ніж черв'ячні, що обмежує їх застосування.

У дисковому екструдері нагрів відбувається по всій масі матеріалу внаслідок інтенсивних деформацій зсуву. У результаті необхідна тривалість пластикації і гомогенізації матеріалу різко скорочуються, що особливо важливо для термонестабільних матеріалів.

У безчерв'ячному дисковому екструдері використані властивості еластичності розплавленого полімеру. Ця еластичність збільшує відміну розплавлених термопластів від ньютонівських рідин і утрудняє розрахунки і конструювання черв'ячних екструдерів, дуже вигідно використовується при новому способі дискової екструзії. Безчерв'ячний екструдер створений на принципі використання ефекту нормальної сили, яка виникає при зсуві в'язко-еластичного матеріалу між обертовими і нерухомих дисками. Рідина змінює свою форму і в ній виникають нормальні сили q , перпендикулярні силам зсуву матеріалу.

Опис лабораторної установки

Експериментальну установку, рис. 10.1, створено на основі промислового зразка дискового екструдера ЕД-5,5. Вона включає в себе такі основні складальні одиниці: корпус 1 зі встановленим у ньому черв'ячно-дисковим ротором 2, бункер зі шнековим живильником 3, механізм регулювання дискового зазору 4, вимірювальні системи осьових зусиль 5 і крутних моментів 6, рідинну систему термостатування 7 і вузол гідро- і струмознімання 8 систем контролю й регулювання температури, а також осьових зусиль і крутних моментів, які розвиваються на обертовому диску, привід 9.

Корпус екструдера 1 встановлений на трьох шпильках - напрямних механізми регулювання зазору 4, який дозволяє регулювати дисковий робочий зазор у діапазоні 0...0,01 м. Для контролю осьового зусилля, яке сприймається корпусом, шпильки - напрямні оснащені кільцевими гідравлічними месдозами 3.

Робочі об'єми месдоз заповнені індустріальним маслом і підключені до манометрів. Площа плунжера месдоз $F = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Ротор 2 екструдера діаметром 0,15 м являє собою вал, торцеву і бокову поверхні якого виконано у вигляді змінних диска і черв'яка з відношенням $L/D=1$.

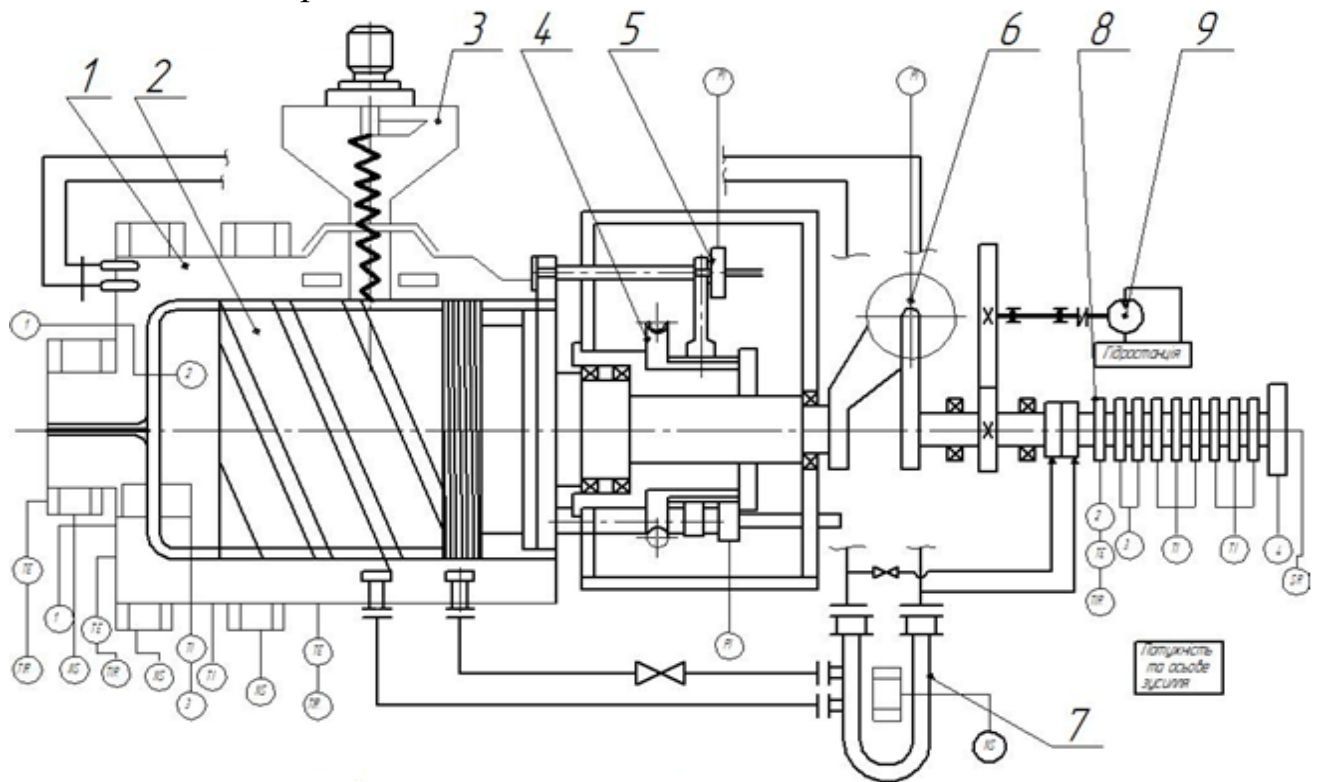


Рис. 10.1. Схема експериментальної установки

Крутний момент на валу ротора з урахуванням черв'ячної та дискової зон контролюється важільною системою 6, яка містить гідравлічну месдозу. Роздільні мембрани в гідравлічних месдозах систем осьових зусиль 5 і крутних моментів виконані з фторопластикової плівки товщиною $0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, що дозволяє здійснювати вимірювання контрольованих параметрів з точністю фіксуючих приладів.

Дослідження крутних моментів і осьових зусиль, які розвиваються безпосередньо на диску ротора, здійснюється тензометричним методом. Із цією метою на несучій шийці обертового диска, виконаній у вигляді вимірювального циліндра (месدوزи), змонтовані температуростійкі фольгові тензодатчики опору, що підключені до вимірювальних систем за допомогою струмознімача 8. Вимірювальні схеми осьових зусиль і крутних моментів складені на базі тензометричного підсилювача й мікроамперметрів постійного струму М265М класу точності 0,1.

Привід 9 екструдера включає планетарний редуктор, гідродвигун Г16-14, лопатевий насос БГ12-24, дросель Г55-14 і забезпечує безступінчасте регулювання частоти обертання ротора в діапазоні 0,28...21,4 1/с. Частота обертання ротора контролюється за допомогою високочутливого приладу на основі фотоелемента.

Матеріал завантажується в екструдер вертикальним шнековим живильником, установленим у конічному бункері й оснащеним регульованим

приводом постійного струму. Схему керування температурним режимом екструдера змонтовано на базі регулювальних потенціометрів типу КВП-1, хромель-копельових термопар і електричних нагрівальних елементів опору, встановлених у корпусі.

Для підвищення гнучкості й точності регулювання температурного режиму установка оснащена системою роздільного термостатування 7 температури обертового і нерухомого дисків.

Табл. 10.1 Результати експериментальних досліджень

Марка термопласту, ГОСТ	Висота дискового зазору Н, м	Швидкість обертання диску ω , 1/с	Температурний режим				Продуктивність			Крутні моменти				Осьові зусилля			
			Завантажувальна зона	Черв'ячна зона	Нерухомий диск	Переробл. матер.	Час відбору проби, с	Маса проби, кг	Продуктивн., кг/с	на роторі		на диску		на роторі		на диску	
										Поділка	Mp , Н м	Поділка	Mq , Н м	Поділка	R_k , Н	Поділка	R_q , Н

Завдання на лабораторну роботу

1. Ознайомитися з експериментальною установкою і вивчити інструкцію з техніки безпеки.
2. Запустити дисковий екструдер та після досягнення сталого режиму, тобто коли стабілізуються показники приладів, які контролюють температурний режим, крутні моменти і осьові зусилля на роторі й диску, зафіксувати показання приладів і занести їх до табл. 10.1.
3. Одночасно з фіксацією показань приладів методом відсікання екструдату відібрати проби для визначення продуктивності екструдера.
4. Використовуючи тарировальні графіки, визначити контрольовані параметри процесу в їх одиницях виміру СІ і занести до табл. 10.1
5. Побудувати графік залежності крутних моментів і осьових зусиль від висоти зазору.
6. Розробити ескіз дискового екструдера.

7. Скласти кінематичну схему дискового екструдера з рухомим корпусом, а також з механізмом регулювання зазору за рахунок переміщення обертового диску.

Контрольні запитання

1. Опишіть існуючі види конструкцій дискових екструдерів.
2. Проаналізуйте особливості дискових екструдерів.
3. Запропонуйте шляхи вдосконалення даних конструкцій.

Рекомендована література

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства полимерных материалов. – М.: Химия, 1986. – С. 268.
2. Сівецький В. І. Конструювання машин для переробки полімерів та композиційних матеріалів: Метод. вказівки до викон. лаборатор. Робіт для студ. спец. 7.090220 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» / В. І. Сівецький, Д. Е. Сідоров, О. Л. Сокольський та ін. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2003. – 56 с.
3. Остапчук М. Л. Дисковые экструдеры / М. Л. Остапчук, М. Л. Язловицкий, К. К. Бачинский, В. В. Бернацкий, Н. К. Жук, Я. Г. Кузьмина. – К.: Техніка, 1972. – 132 с.
4. Г. Шенкель. Шнековые прессы для пластмасс. – ГХИ: 1962. – С. 466.
5. Сайти пошуку патентів: Укрпатент, ФПС, Google Patent Search, Rupto.

Лабораторна робота №11

Вивчення конструкції та дослідження циклограми роботи гідравлічного преса

Мета: вивчити конструкцію і принцип дії, а також дослідити основні параметри гідравлічного преса; набути навичок складання гідравлічних схем пресу і його приводу.

Хід лабораторної роботи:

1. Організаційна частина
 - 1.1 Перевірка наявності студентів
 - 1.2 Перевірка готовності студентів до лабораторного заняття
2. Вивчення загальних особливостей та позначення елементів гідравлічної схеми гідравлічного преса.
 - 2.1 Складання кінематичної схеми гідравлічного преса та розроблення різноманітних варіантів підключення гідравлічної схеми до нього.
 - 2.2 Простановка позицій вузлів та деталей на розроблених схемах та опис їх роботи.
- 3 Формулювання висновків по лабораторній роботі.

Загальні теоретичні відомості

Пресування – це процес виготовлення з полімерних матеріалів виробів відкритої форми й заданих розмірів у прес-формі. Методи пресування поділяють на компресійний і трансферний.

Метод компресійного пресування використовують, як правило, для виготовлення виробів з порошкоподібних термореактивних матеріалів. Матеріал, що пресується, завантажується в папівформу, яка обігривається, де він під дією теплоти й тиску, розвинутого в матеріалі при змиканні прес-форми, пом'якшується і розтікається по внутрішньому об'єму форми займаючи її конфігурацію, і твердіє.

Метод трансферного пресування полягає в тому, що заздалегідь нагрітий і пластикований матеріал під тиском нагнітається в зімкнену форму.

За конструкцією пресове обладнання поділяють на механічне, гідромеханічне й гідравлічне. Гідравлічні преси є основними у переробній промисловості полімерних матеріалів і за своєю конструкцією поділяються на рамні й колонні з верхнім, нижнім і кутовим розміщенням головного циліндра.

На відміну від пресів машинобудівних виробництв преси для перероблення полімерних матеріалів укомплектовані системами контролю й регулювання температури напівформи.

Основними параметрами пресів є їх пресове зусилля, розміри робочого столу (нерухомої і рухомої плит), вільний хід стола чи рухомої плити і число можливих ходів рухомої плити за одиницю часу. Преси для перероблення пластмас виготовляються пресовим зусиллям 50 кН – 100000 кН з габаритними розмірами стола від 0,2*0,2м до 2х5м, і величиною ходу рухомої плити до кількох метрів і швидкістю дії від двох циклів за хвилину до одного циклу за 12 год.

Лабораторна експериментальна установка являє собою промисловий вертикальний рамний гідравлічний прес моделі Д2424 з індивідуальним приводом, ручним і напівавтоматизованим керуванням. Прес вертикального типу з верхнім розміщенням головного циліндра.

Основними вузлами преса є: рама (станина) зі столом (нерухомою плитою) для кріплення змінної нерухомої напівформи, встановлена в напрямних бокових стійках рами рухома плита (повзун з рухомою напівформою), головний гідроциліндр переміщень повзуна і розвитку пресового зусилля при змиканні прес-форми, механізм виштовхувача готових виробів, вузол-блок кінцевих вимикачів, гідропривід, шафа електрообладнання й керування

Головний циліндр преса вмонтований у верхній траверсі станини, а механізм виштовхувача – в нижній частині стола з центральним отвором і Т-подібними пазами для кріплення нерухомої напівформи. Механізм виштовхувача зібраний на базі гідроциліндра, плунжер якого коротко з'єднаний зі змінною проміжною плитою, на якій встановлені пальці для виштовхування виробів з гнізд нерухомої прес-форми.

Рухома плита (повзун) преса жорстко з'єднана зі штоком головного циліндра і може переміщуватися разом з ним у вертикальному напрямі в напрямних рами. Для запобігання вільному ходу повзуна в боковому напрямі зазор між напрямними рами і боковинами повзуна регулюється гвинтами

Для зменшення тертя напрямні змазуються густим мастилом.

Головний циліндр преса поршневого типу двосторонньої дії з робочим зусиллям 250 кН. Виконаний на основі сталюого циліндричного корпусу зі знімними кришками і чавунного поршня, коротко з'єднаного зі сталюим штоком. Ущільнення поршня і штока виконано гумовими манжетами, а кришок - кожаними прокладками. Циліндр виштовхувача поршневого типу двосторонньої дії, конструкції, аналогічної головному циліндру, але значно менших зусиль.

Вузол кінцевих вимикачів забезпечує можливість регулювання потрібного ходу повзуна і виштовхувачів залежно від розмірів (висоти) прес-форми (виробів, що пресуються), а також зменшення швидкості руху повзуна перед зімкненням прес-форми. Це запобігає розвитку гідравлічних і механічних ударів великої потужності. Вузол складається з кінцевих вимикачів, які дозволяють регулювати величину ходу повзуна вгору, крайнє верхнє його положення, початок сповільненого ходу повзуна вниз, початок і кінць ходу.

Гідравлічний привід включає в себе здвоєний насос типу ПА-480-Ю1Б, який розвиває високий (320-105 Па) і низький тиск (20-105 Па). Привід високого тиску використовується лише на стадіях остаточного закриття прес-форми й пресування і включається кінцевим вимикачем початку сповільненого ходу повзуна. Гідравлічний привід укомплектований також електроконтактним манометром, який дозволяє автоматично регулювати пресове зусилля.

Гідравлічний прес укомплектований також обладнанням для контролю і регулювання температури прес-форми. Електрообладнання керування і автоматизації розміщується в шафі керування на боковій стінці рами преса.

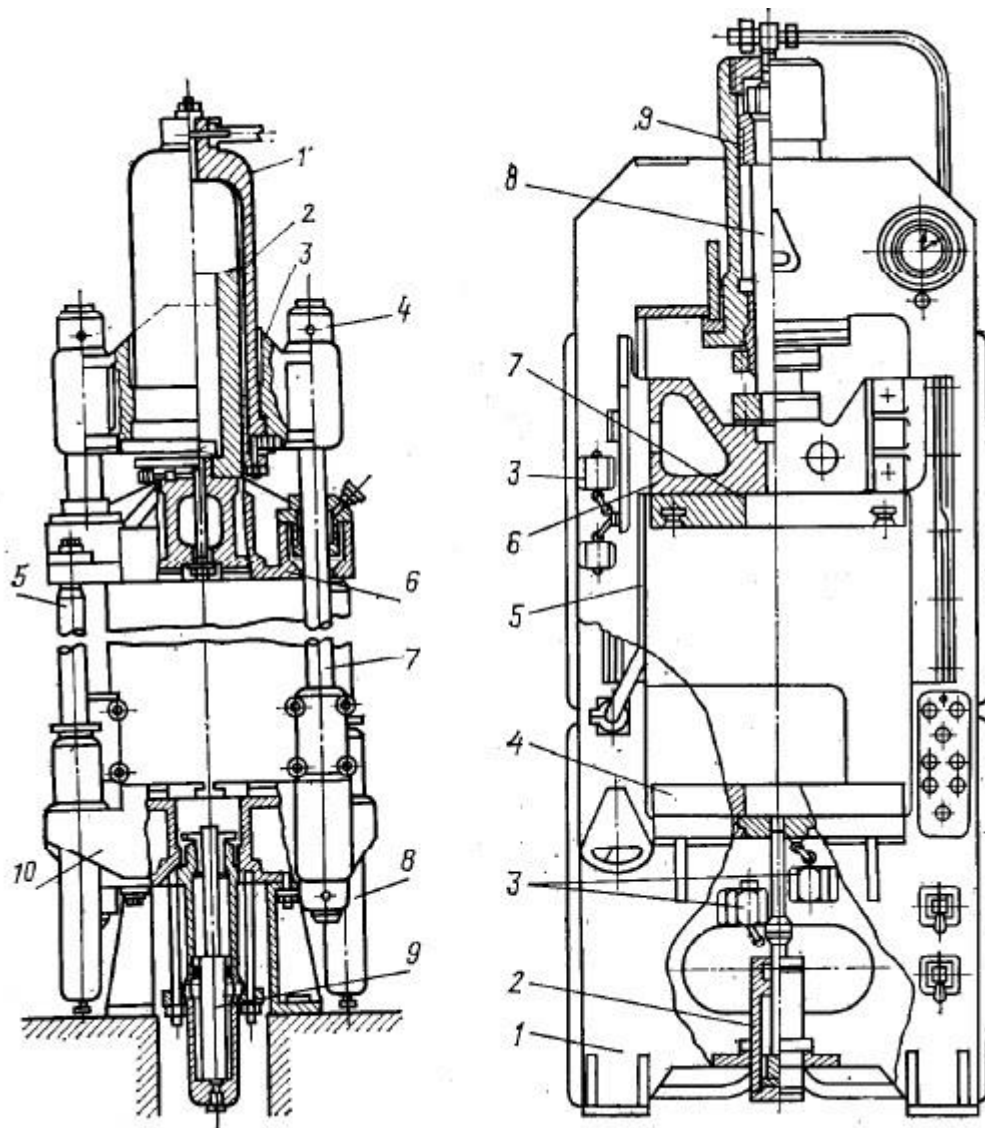


Рис. 11.1. Приклад конструкції гідравлічного колонного преса з верхнім розташуванням робочого циліндра:

1 – робочий гідроциліндр; 2 – плунжер; 3 – архітрав; 4 - гайка; 5 – шток поворотного циліндра; 6 – подвижна поперечина; 7 – колона; 8 – поворотний циліндр; 9 – гідроциліндр виштовхувача; 10 – стіл

Табл. 11.1. Головні технічні та конструктивні параметри (дані) гідравлічного преса

Параметр	Значення
Зусилля пресування, кН	
Зусилля зворотного ходу, кН	
Найбільший хід повзуна, м	
Розмір між стійками рами у проясненні, м	
Розмір стола, м	
Висота стола над рівнем полу, м	

Розміри прес-форми, м	
Кількість виробів, що пресується одночасно, шт.	
Площа пресування, м ²	
Питомий тиск пресування, МПа	
Швидкість опускання повзуна, м/с	
Швидкість підйому повзуна, м/с	

Табл. 11.2. Дані дослідження циклограми пресування

Вид операції	Тривалість операції, с	Тиск у головному циліндрі, МПа	Зусилля пресування, кН	Тиск у циліндрі виштовхувача, МПа	Зусилля виштовхування, кН
Завантаження					
Опускання повзуна					
Пресування					
Піднімання повзуна					
Виштовхування виробу					

Завдання на лабораторну роботу

1. Вивчити компонування базових вузлів преса й інструкцію з техніки безпеки.
2. Вивчити конструкцію і основні параметри гідропреса.
3. Вивчити позначення елементів гідравлічної схеми та вміти їх застосовувати при розробці гідравлічних схем.
4. Ознайомитися з роботою гідравлічного преса в режимі холостого ходу і зняти параметри згідно табл. 11.1.
5. Зняти циклограму роботи преса, зафіксувавши час циклу пресування і всіх його стадій, а також змінювання тиску під час пресування і виконання проміжних операцій згідно з табл. 11.2
6. За результатами проведених досліджень визначити швидкість і зусилля опускання та піднімання повзуна, зусилля пресування і виштовхування виробів, побудувати графік зміни тиску в головному циліндрі. Нанести межі і назву окремих стадій циклу.
7. Скласти кінематично-гідравлічну схему гідравлічного преса
8. На розроблених схемах проставити позиції вузлів і деталей та розшифрувати їх.

Контрольні запитання

1. З яких стадій складається цикл пресування?
2. Які способи пресування Ви знаєте?
3. Наведіть класифікацію пресів для переробки пластмас.
4. Як зв'язані між собою питомий тиск пресування і пресове зусилля?
5. Чим відрізняються преси для переробки пластмас від пресів механічних виробництв?
6. З яких основних вузлів складається гідравлічний прес?
7. Як визначити потрібний типорозмір преса?
8. Які параметри визначають типорозмір преса?
9. Запропонуйте шляхи вдосконалення конструкції преса.

Основна література

1. Сівецький В. І. Конструювання машин для переробки полімерів та композиційних матеріалів: Метод. вказівки до викон. лаборатор. Робіт для студ. спец. 7.090220 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» / В. І. Сівецький, Д. Е. Сідоров, О. Л. Сокольський та ін. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2003. – 56 с.
2. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов. – М.: Химия, 1991.
3. Касьянова О. В. Прессы и литьевые машины для переработки полимеров / О. В. Касьянова [Электрон. дан.]. – Кемерово.: КузГТУ, 2014.
4. Мак Келви Д. М. Переработка полимеров. – М.: Химия, 1965. – 442 с.
5. Сайти пошуку патентів: Укрпатент, ФПС, Google Patent Search, Rupto.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Техніка безпеки при роботі в лабораторії переробки полімерів.....	5
Вимоги до оформлення протоколу лабораторної роботи.....	6
Лабораторна робота №1 – Вивчення умовних позначень елементів структурних та кінематичних схем.....	8
Лабораторна робота №2 – Дослідження конструкції черв'яків екструдера..	11
Лабораторна робота №3 – Вивчення конструкції вузлів упорних підшипників черв'ячних екструдерів.....	14
Лабораторна робота №4 – Вивчення конструкції пристроїв для охолодження та виштовхування черв'яків екструдерів.....	17
Лабораторна робота №5 – Дослідження конструкції корпусів черв'ячних машин.....	19
Лабораторна робота №6 – Дослідження конструкції головки для формування погонажних виробів.....	21
Лабораторна робота №7 – Вивчення принципу роботи черв'ячного екструдера.....	24
Лабораторна робота №8 – Дослідження конструкції осцилюючого змішувача.....	29
Лабораторна робота №9 – Вивчення конструкції двочерв'ячного змішувача.....	31
Лабораторна робота №10 – Вивчення конструкції і кінематики дискового екструдера.....	34
Лабораторна робота №11 – Вивчення конструкції та дослідження циклограми роботи гідравлічного преса.....	39

Сівецький Володимир Іванович
Куриленко Валерій Миколайович
Івіцький Ігор Ігорович

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ВИРОБНИЦТВА
БУДІВЕЛЬНИХ ТА ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ - 1. ОБЛАДНАННЯ
БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ.**
Лабораторний практикум з навчальної дисципліни

*для студентів,
які навчаються за спеціальністю
6.050503 «Машинобудування»,
спеціалізація «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних
матеріалів»
денної форми навчання*

Комп'ютерна правка та верстка – *авторські*