

РОЗРОБКА САК СТАБІЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ЕКСТРУДОВАНОГО МАТЕРІАЛУ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ УЛЬТРАЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ ПРИ ЙОГО ФОРМУВАННІ

Ніколаєв А.А., студент, Халімовський О.М., к.т.н., доц.

НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Сокольський О.Л., к.т.н., доц.

НТУУ «КПІ», кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Вступ. Екструзійне формування виробів з композиційних матеріалів на основі полімерів набуває все більш широкого використання. Проблемі дослідження процесу та обладнання для екструзії термопластів у шнекових (черв'ячних) машинах присвячено багато робіт [1, 2].

При формуванні композиційних полімерних виробів стадія просочення волокнистих наповнювачів полімерною матрицею набуває важливого значення [1]. При цьому ефективним є використання безперервного методу просочення безпосередньо в процесі формування цих виробів [2]. Вже доведена (як теоретично, так і експериментально) ефективність застосування низькочастотного ультразвуку (УЗ) для приготування реактопластичної полімерної матриці, а також для просочування і дозованого нанесення при одержанні «традиційних» композиційних полімерних матеріалів (ПКМ) та наномодифікованих ПКМ [1].

Мета роботи. Метою статті є розробка принципів побудови та алгоритму функціонування системи автоматичного керування (САК), що забезпечує виготовлення полімерної плівки з необхідними показниками якості на основі аналізу ефективності екструзійного просочування полімерною матрицею волокнистих наповнювачів з використанням ультразвукової дії.

Матеріали дослідження Як відомо [3], ступінь світлопроникності полімерної плівки залежить від її показників якості. Відповідно доцільним є побудова системи керування, яка забезпечує задані показники якості плівки за рахунок підтримання ступеня світлопроникності виробу. Враховуючи те, що ступінь світлопроникності виробу пов'язана з ефективністю просочування та часом перебування полімерного матеріалу в зоні УЗ-обробки, підтримання його значення на необхідному рівні можна забезпечити за рахунок регулювання швидкостей обертання шнеків екструдера і, відповідно, дозуючих пристроїв, а також зміною частоти УЗ-коливань. Технологічна схема установки із застосуванням оптичного датчика для визначення ступеня світлопроникності плівки представлена на рис. 1. При роботі установки полімерний матеріал потрапляє в головку 3, де просочує волокнистий наповнювач під дією УЗ-коливань, що спотворені УЗ-інструментом 4. Прозорість сформованого виробу 5 оцінюється за даними, що формує оптичний датчик 6. Система керування згідно із своїм алгоритмом роботи оцінює ступінь світлопроникності і, в залежності його відхилення від заданої величини за допомогою електроприводу

2 змінює швидкість обертання шнека екструдера 1. Таким чином забезпечуються необхідна якість виробу.

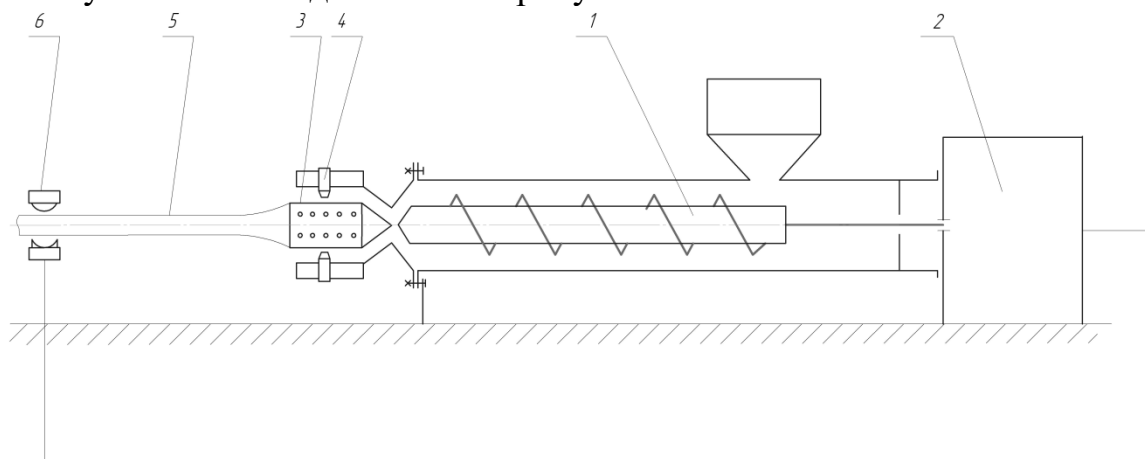


Рисунок 1 – Схема установки: 1 – шнек екструдера; 2 – електропривод; 3 – головка; 4 – УЗ-інструмент; 5 – виріб, що екструдуються; 6 – оптичний датчик

Експериментальні дані [3] свідчать про те, що зі збільшенням часу УЗ-обробки швидкість просочування збільшується, проте після 5-ї секунди підвищення цього часу стає малоефективним. Крім того, враховуючи залежність повздовжнього просочування від частоти ультразвукових коливань та час виходу кривої насичення [3] до свого практично усталеного значення, пошук режиму УЗ-коливань для підтримання необхідного значення коефіцієнта прозорості можливо також забезпечити підлаштуванням величини завдання частоти коливань генератора при стабілізації швидкості обертання шнека екструдера.

Врахування наявності екстремуму для швидкості повздовжнього просочування від частоти УЗ-коливань передбачає розробку екстремальної САК. При визначенні принципів побудови такої системи необхідно враховувати час перебування розплаву в зоні дії УЗ-коливань, що в свою чергу пов'язано з формуванням відповідного сигналу завдання швидкості обертання шнека екструдера. Функціональна схема системи представлена на рис. 2. Керуючий пристрій (КП) формує сигнали керування перетворювачів частоти ПЧ1, ПЧ2 та ПЧ3 для забезпечення швидкостей руху асинхронних двигунів АД1, АД2 та АД3, які працюють з моментами навантаження $M_{н1}$, $M_{н2}$ та $M_{н3}$ відповідно. Дозуючі пристрої ДП1 та ДП2, які регулюють подачу складових полімерної суміші dM/dt і dm/dt за рахунок зміни швидкостей асинхронних двигунів ω_2 , ω_3 , дозволяють формувати необхідне співвідношення цих складових для отримання розплаву полімеру з заданими фізико-механічними характеристиками. Швидкість обертання шнека екструдера ω_4 визначає величину тиску p в зоні просочування і залежить від швидкості обертання ω_1 двигуна АД1 та передаточного числа редуктора. Величина сигналу оцінки показника світлопроникності v і тиску p передається до КП для аналізу та формування необхідних сигналів по чотирьом каналам керування. Вибір остаточної структури САК залежить від результатів порівняльного аналізу

капітальних витрат для технічної реалізації алгоритму функціонування розглянутих варіантів.

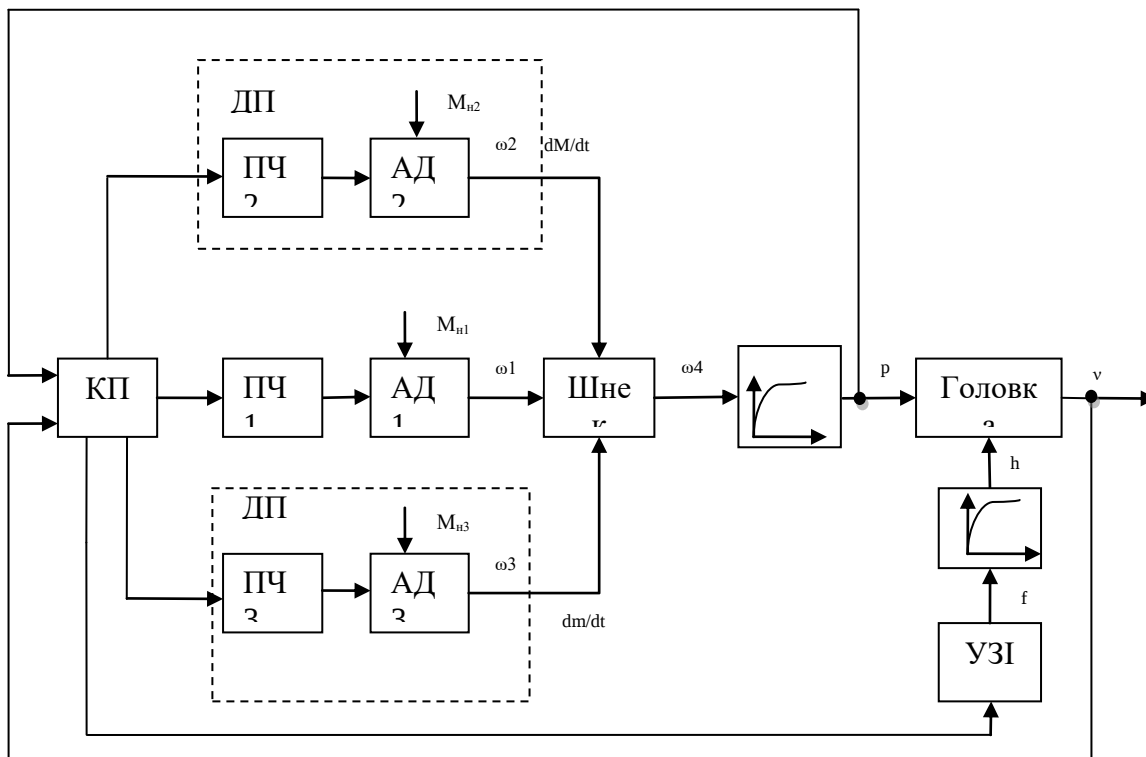


Рисунок 2 – Функціональна схема 4-х каналної САК стабілізації параметрів екструдованого матеріалу

Висновки. Визначені принципи побудови системи автоматичного керування, реалізація яких може забезпечити задані фізико-механічні параметри кінцевого продукту з урахуванням залежності зміни величини повздовжнього просочування від частоти ультразвукових коливань. Розроблено функціональну схему системи.

Перелік посилань

1. Колосов О.Є. Формування полімерних композиційних матеріалів із застосуванням фізико-хімічної модифікації (у двох частинах). Частина 1. Дослідження передумов направленої здійснення фізико-хімічної модифікації : монографія / О.Є. Колосов – К: НТУУ «КПІ», 2005. – 251 с.
2. Власов С.В. Основы технологии переработки пластмасс [текст]: [учебник для вузов] / С.В.Власов, Э.Л.Калинчев, Л.Б. Кандырин и др. / под ред. В.Н. Кулезнёва и В. К. Гусева. – М.: Химия, 2004. – 596 с.
3. Khalimovskyy O. Anwendung des Extrusionsverfahrens bei der Bildung von reaktoplastischen Kompositionen mit kürzer niederfrequenter Ultraschallbehandlung. // O.Khalimovskyy, W. Siwetsky, O. Kolosow, O. Sokolsky / Proc. of conf. "Technomer 2009" (ISBN 978-3-939382-12-6), Chemnitz, Germany, 12-13 Nov., 2015, [CD-ROM] Paper № P 7.2 (нім.).