

УДК 678.057.2

## АНАЛІЗ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ВАЛЬЦЮВАННЯМ

І.О. Мікульонок

(Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», Київ, Україна)

*Досліджено залежність енергетичних параметрів процесу безперервного вальцювання псевдопластичних матеріалів залежно від величини міжвалкового проміжку і коефіцієнта фрикції в ньому. Аналіз зроблено для випадків розміщення вальцьованого матеріалу як на передньому (тихохідному), так і на задньому (швидкохідному) валках вальців.*

Одним з видів обладнання, на якому можна реалізувати повний цикл перероблення полімерних відходів, є вальці безперервної дії [1]. При цьому одночасне введення в міжвалковий проміжок полімеру й різних твердих і рідких інгредієнтів, у тому числі і спінювальних агентів, дає можливість одержувати якісну суміш, яка в результаті регулювання температур валків і їх швидкостей прилипає до одного з них. Прилипання перероблюваного матеріалу здійснюється зазвичай до більш гарячого валка, а у випадку однакових температур валків - до більш швидкохідного з них.

Класифікацію вальців здійснюють за рядом характерних конструктивних або технологічних ознак [2, 3], при цьому однією з основних характеристик вальців є фрикція - відношення колових швидкостей суміжних валків (зазвичай фрикція  $f$  - це відношення колових швидкостей швидкохідного й тихохідного валків; значення фрикції не менше одиниці. Величину, обернену фрикції, називають коефіцієнтом фрикції  $c$  [1]).

Завантаження вихідної суміші на вальці безперервної дії зазвичай здійснюють з одного торця бочки валка, а відбір - з іншого. У деяких випадках завантаження вихідної суміші на вальці здійснюють з обох торців валка, а відбір - посередині, або завантаження в центрі валка, а відбір - з обох його торців. Знімання готової композиції у вигляді безперервної стрічки, підрізування якої здійснюється спеціальними ножами, зазвичай знімають убік механізму регулювання величини міжвалкового проміжку вальців.

Схема вальцювання, у якій завантаження матеріалу здійснюють з одного краю валків, а його відбір - з протилежного, забезпечує максимальний час вальцювання, а отже і найбільшу якість одержуваної композиції. Після виходу з міжвалкового проміжку на ділянці завантаження вальцьована суміш покриває один з валків: передній (тихохідний) або задній (швидкохідний) і знову повертається в міжвалковий проміжок, розтікаючись вздовж нього. Далі ця послідовність дій повторюється. На кожному оберті суміш, просувається по спіралі до місця знімання її з вальців у вигляді безперервної стрічки, яку подають на наступну стадію перероблення.

Таким чином, при безперервному вальцюванні матеріал послідовно проходить ділянки міжвалкового проміжку, які чергуються із зонами контакту суміші з нагрітим до певної температури валком з одного боку та оточуючим середовищем з іншого. При цьому температура матеріалу поступово збільшується. З метою інтенсифікації змішування прагнуть до збільшення кількості проходів суміші крізь проміжок, однак при цьому знижується продуктивність вальців і зростає небезпека термодеструкції компонентів суміші.

Як показує промислова експлуатація вальців, інтенсифікувати процес вальцювання можна в першу чергу регулюванням величини міжвалкового проміжку  $2H_0$ , а також коефіцієнта фрикції  $c$ . Аналіз інтенсифікації процесу безперервного вальцювання за рахунок регулювання величини міжвалкового проміжку й коефіцієнта фрикції в ньому було здійснено для змішувально-підігрівальних вальців ВПСм-Пд 2400 (850\*850)Лі виробництва ВАТ «НВП „Більшовик”», м. Київ. Діаметр бочки кожного валка 850 мм, а її довжина - 2400 мм. Базове значення фрикції - 1,6 (коефіцієнт фрикції 0,625). Розрахунки здійснювали для лінолеумної композиції на основі

полівінілхлориду за умови максимальної лінійної швидкості швидкохідного валка 50 м/хв, початкової температури вихідної композиції 150 °С, температури валка, на якому перебуває вальцьована композиція - 155 °С, і температури валка, вільного від вальцьованої композиції - 150 °С.

Як видно з рис. 1-4, вальцювання з перебуванням суміші на швидкохідному валку забезпечує не лише меншу температурну неоднорідність композиції, а і трохи меншу енергоємність процес

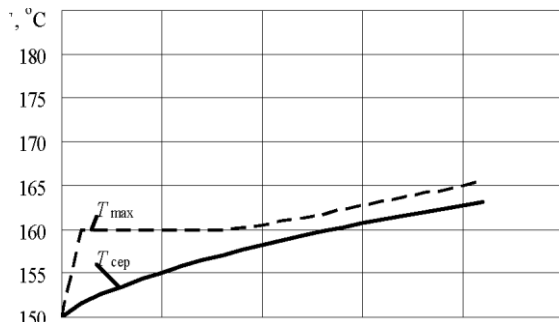


Рис. 1. Залежність максимальної  $T_{\max}$  і середньої  $T_{\text{сер}}$  температури композиції під час вальцювання з перебуванням композиції на швидкохідному валку від кількості проходів  $n$  композиції крізь міжвалковий проміжок ( $f=1,6$ ;  $2H_0=0,008$  м) (об'ємна продуктивність 0,626 л/с; питома робота змішування 0,241 МДж/л)

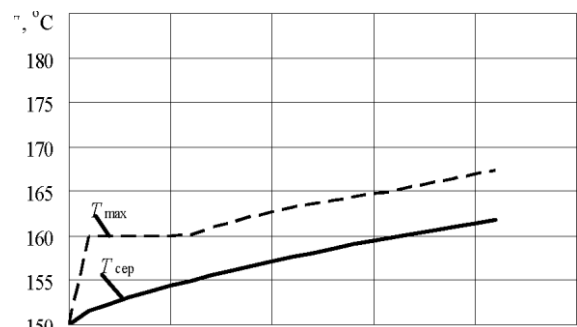


Рис. 2. Залежність максимальної  $T_{\max}$  і середньої  $T_{\text{сер}}$  температури композиції під час вальцювання з перебуванням композиції на тихохідному валку від кількості проходів композиції крізь міжвалковий проміжок ( $f=1,6$ ;  $2H_0=0,008$  м) (об'ємна продуктивність 0,626 л/с; питома робота змішування 0,244 МДж/л)

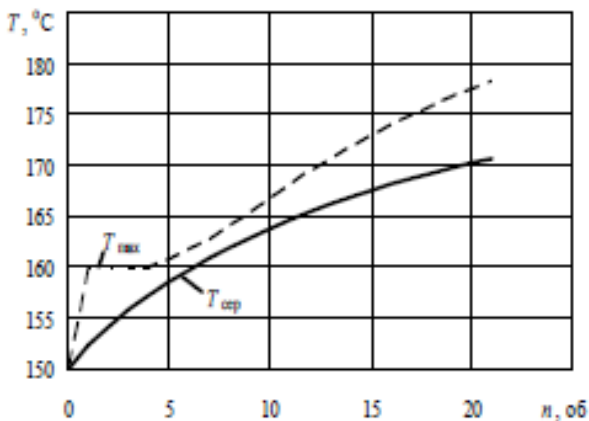


Рис. 3. Залежність температур  $T_{\max}$  і  $T_{\text{сер}}$  композиції під час вальцювання з її перебуванням на швидкохідному валку ( $f=4,0$ ;  $2H_0=0,008$  м) (об'ємна продуктивність 0,483 л/с; питома робота змішування 0,271 МДж/л)

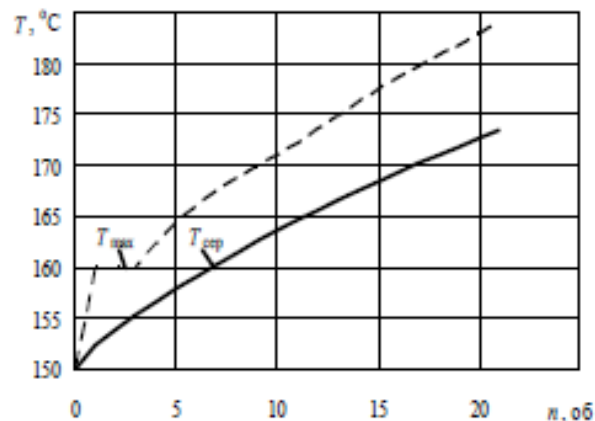


Рис. 4. Залежність температур  $T_{\max}$  і  $T_{\text{сер}}$  композиції під час вальцювання з її перебуванням на тихохідному валку ( $f=4,0$ ;  $2H_0=0,008$  м) (об'ємна продуктивність 0,483 л/с; питома робота змішування 0,273 МДж/л)

Зменшення коефіцієнта фрикції за умови збереження інших параметрів вальцювання істотно інтенсифікує процес розігрівання композиції, однак при цьому збільшується і енергоємність процесу (рис. 6-9).

На рис. 5 наведено залежність питомої роботи вальцювання під час перебування композиції на швидкохідному валку, на рис. 6 - потужність, що споживається урухомником валків, а на рис. 7 - об'ємна продуктивність вальців (за умови знімання з вальців безперервної стрічки завширшки 0,1 м). Як видно з наведених рисунків, питома робота вальцювання збільшується зі зростанням фрикції і більш суттєво - зі зменшенням величини міжвалкового проміжку (останній факт пов'язаний зі зменшенням продуктивності при незначному зменшенні загальної потужності вальцювання). При цьому потужність, споживана урухомником валків, а також об'ємна продуктивність вальців зменшуються зі зростанням фрикції і збільшуються зі зростанням величини міжвалкового проміжку.

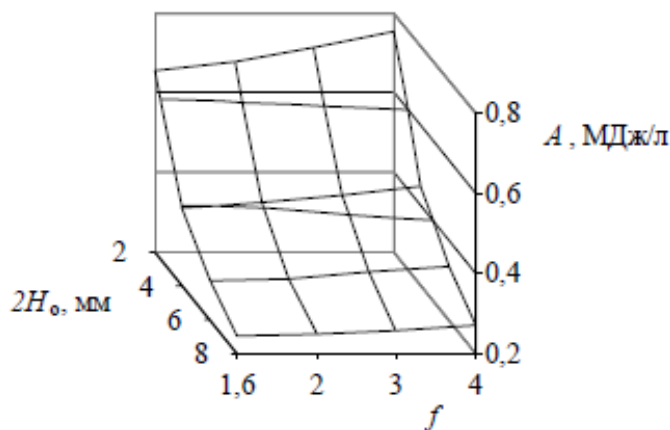


Рис. 5. Питома робота вальцювання на вальцях  $\varnothing 850 \times 2400$  мм

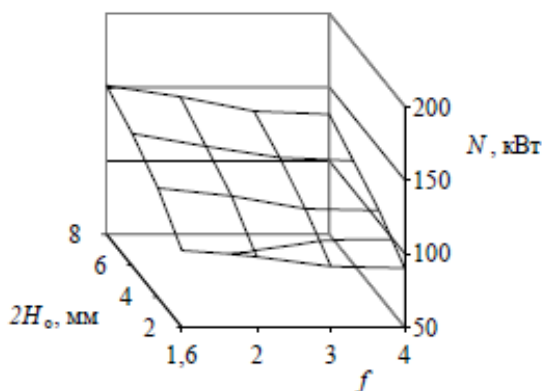


Рис. 6. Потужність урухомника вальців  $\varnothing 850 \times 2400$  мм

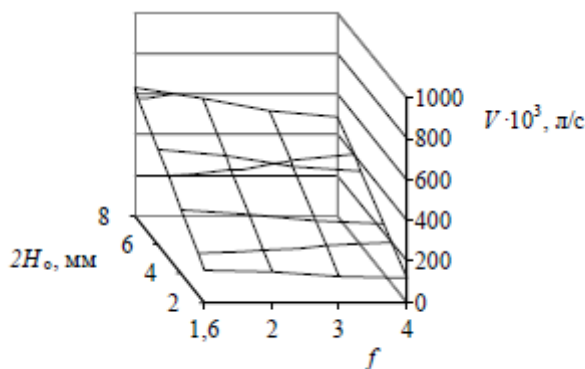


Рис. 7. Об'ємна продуктивність вальців  $\varnothing 850 \times 2400$  мм

Підсумовуючи викладене, можна зробити висновок, що більш ефективним за інших однакових умов є режим вальцювання за умови перебування вальцьованої композиції на швидкохідному валку при значенні коефіцієнта фрикції не менше від 0,5 (значенні фрикції/ не більше за 2,0). При цьому забезпечується більша температурна однорідність композиції, більш сприятливі температурні умови вальцювання, а також менша енергоємність.

#### **Перелік літератури:**

1. Мікульонок І.О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини : монографія. - К.: НТУУ «КПІ», 2009. - 264 с.
2. Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д., Метлов Б.Н. Валковые машины для переработки пластмасс и резиновых смесей. - М.: Машиностроение, 1967. - 296 с.
3. Каландрування полімерних матеріалів і гумових сумішей. Огляд методів і конструктивного оформлення / І.О. Мікульонок, Ю.Ю. Лукач, С.І. Кулініч, О.О. Кудренко // Хімічна промисловість України. - 2009. - № 4. - С.39-46.