

Остапенко Аліна Анатоліївна

*асистент кафедри екології та технології рослинних полімерів
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»*

Остапенко Алина Анатольевна

*ассистент кафедры экологии и технологии растительных полимеров
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»*

Ostapenko Alina

*Assistant of Department of Ecology and Technology of Plant Polymers
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

Сачок Роман Володимирович

*кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»*

Сачок Роман Владимирович

*кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры машин и аппаратов
химических и нефтеперерабатывающих производств
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»*

Sachok Roman

*Ph.D., Senior lecturer of Department of machines and apparatus of chemical and petroleum industries
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ЗНЕВОДНЕННЯ ВОЛОКНИСТОЇ СУСПЕНЗІЇ З МАКУЛАТУРИ З ВИКОРИСТАННЯМ АМФОТЕРНИХ ПОЛІМЕРНИХ СМОЛ

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ВОЛОКНИСТОЙ СУСПЕНЗИИ ИЗ МАКУЛАТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АМФОТЕРНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ

INTENSIFICATION OF THE PROCESSES OF DEHYDRATION OF FIBROUS SUSPENSION FROM PAPER WITH USING AMPHONER POLYMER RESINS

Анотація. Розроблено математичну модель процесу зневоднення волокнистої маси із макулатури з використанням амфотерної полімерної смоли Ультрарез 200.

Ключові слова: Амфотерна полімерна смола, волокниста маса, процес зневоднення.

Аннотация. Разработана математическая модель процесса обезвоживания волокнистой массы из макулатуры с использованием амфотерной полимерной смолы Ультрарез 200.

Ключевые слова: Амфотерная полимерная смола, волокнистая масса, процесс обезвоживания.

Abstract. A mathematical model of a process of dehydration of pulp from wastepaper using amphoteric polymer resin «Ultrares 200».

Key words: Amphoteric polymer resin, pulp, dehydration.

Досягнення нової науки фізико-хімічної механіки [1, 2], а також накопичені знання в області технології паперового виробництва [2, 3], теорії фільтрації [3, 4] дають змогу по-новому підійти до процесу зневоднення волокнистої маси із макулатури і листоутворення на сітці папероробної машини. Оскільки кількість зневоднювальних пристроїв впливає на довжину паперо- і картоноробної машини, можна визначити границі збільшення або зменшення кількості зневоднювальних пристроїв, розраховуючи можливі варіанти формування паперу або картону [4]. Час зневоднення є одним із основних параметрів, які обумовлюють швидкість, продуктивність та розміри формуючого пристрою. Фактично від точності визначення часу листоутворення і зневоднення волокнистої маси залежить надійність технологічного розрахунку будь-якого формуючого пристрою та формуючої частини машини в цілому [4]. Амфотерні полімерні смоли, які все ширше застосовуються як прискорювачі швидкості зневоднення волокнистої маси в процесі формування, в більшості випадків одночасно є сильними флокулянтами. Тому важливим є створення таких умов введення їх в масу, щоб час активної флокуляції волокон на сітку формуючого пристрою не випереджав стадію листоутворення. Покращення зневоднення паперової маси надає можливість збільшити швидкість машини, покращити показники якості паперу та картону [2, 5], знизити витрати пара при виробництві паперу і картону. Все це пояснює необхідність проведення уточнення фізичної моделі поведінки волокнистої маси із макулатури під час її зневоднення і формування паперового полотна з використанням АПС на прикладі Ультрарез 200 [5].

Метою досліджень є визначення кількості зневоднювальних пристроїв на сітковому столі за рахунок використання АПС, а також проведення розрахунку можливих варіантів процесу формування паперу і картону.

На підставі фізичної моделі зневоднення волокнистої маси із макулатури для математичної моделі на i -ій стадії процес зневоднення описується рівнянням [4]:

$$F(C_{v,i-1}) - F(C_{vi}) = K_3 \frac{C_v \cdot i - 1}{C_{vi}} \times \Delta P_i \times m_i \times \tau_{ci}; \quad i = \overline{1, n} \quad (1)$$

де: $F(C_{vi})$ — значення функції за об'ємної концентрації шару волокон, $K_3 = 0,813 \cdot 10^{-7}$, τ_{ci} — час зневоднення на одному зневоднювальному пристрої на i -ї стадії, m_i — кількість зневоднювальних пристроїв

Розв'язання рівняння (1) знаходиться на межі допустимої області, тому приймаємо $\Delta P_i = \gamma^i \Delta P_0$, $i = 1, 2, \dots$. У роботі прийнята схема обмеженого перебору, за якої на i -му кроці приймаємо $m_i = 1$ і розраховуємо C_{vi} із

нелінійного рівняння (1) методом хорд. Потім знову розраховуємо нове значення $\hat{C}_{v,i}$ після збільшення на 1 кількість зневоднюючих пристроїв на будь-якій стадії зневоднення з номером $l < i$.

При цьому приймаємо, що якщо $C_{vi} > \max\{\hat{C}_{v,l}\}$, $l < i$, то формуємо i -стадію, в іншому випадку збільшуємо число зневоднюючих пристроїв на q -ій стадії на 1, де $q = \text{argmax}\{\hat{C}_{v,l}\}$, $l < i$.

Для деякого значення γ можливі наступні варіанти:

а) $C_{vn} > C_k$, $\Delta P_n \leq \Delta P_{max}$, $C_{v,n-1} < C_k$,

б) $C_{vn} \leq C_k$, $\Delta P_n > \Delta P_{max}$, $\Delta P_{n-1} \Delta < \Delta P_{max}$.

В кожному із цих варіантів потрібно своя процедура знаходження рішення [6]. Припустимо, що γ_0 — корінь алгебраїчного рівняння:

$$\Delta F = \sum_{i=1}^n K_3 C_{v,i-1} m_i \tau_{ci} \frac{\Delta P_0 x^i}{C_{vi}} \quad (2)$$

відносно невідомої змінної x . Тепер із нелінійного рівняння (2) можна знайти нові значення об'ємних концентрацій волокон на стадіях зневоднення. Цим кроком закінчується одна ітерація. Після декількох ітерацій значення концентрації C_{vn} буде відрізнитися від заданої об'ємної концентрації волокон C_k на допустиму величину ϵ . Корінь γ_0 знаходиться в інтервалі $[1, \gamma]$ і за $\gamma_0 < 1$ задача вирішення не має.

Нехай $\hat{\gamma}$ задовольняє рівнянню $\Delta P_0 \hat{\gamma}^n > \Delta P_{max}$. Розраховуємо нові значення тиску на стадіях за формулою: $\Delta P_i = \hat{\gamma}^i \Delta P_0$. Далі методом обмеженого перебору, але вже без збільшення кількості стадій, збільшуємо кількість зневоднювальних пристроїв до тих пір, поки не прийдемо до варіанту *a*. Збіжність рекурентної процедури, розглянутої у варіанті (*a*) базується на наступних постулатах. Функція F монотонна і для неї справедливо $F(x) > F(y)$ за $x < y$, $V_x, y \in (0, 1)$. Об'ємна концентрація, що відходить зі стадії, більше тієї, що поступає, тобто $C_{vi} > C_{v,i-1}$, $i = 1, n$. Зі зменшенням тиску, об'ємна концентрація волокон, що відходить на стадії також спадає.

В таблиці 1 наведено результати розрахунків параметрів процесу зневоднення волокнистої маси із макулатури, який відбувається під час формування паперу з використанням АПС на прикладі Ультрарез 200 згідно розробленої математичної моделі процесу зневоднення волокнистої маси.

Таким чином, проведеними дослідженнями показано, що математичне моделювання процесу зневоднення волокнистої маси з використанням АПС дозволяє визначити оптимальну кількість зневоднювальних пристроїв і вибрати мінімальну довжину картоно- та папероробних машин, що дозволяє збільшити швидкість процесу зневоднення волокнистої маси.

Таблица 1

Результаты розрахунків параметрів процесу зневоднення волокнистої маси

АПС, кг/т	τ , с	m_i , шт	W , м ³ /(м ² ×с)	C_{vi} , кг/м ³
0	96,9	10	20,63	60,22
0,5	95,8	8	20,70	60,89
1	94,9	8	21,06	61,20
1,5	93,8	7	21,81	61,45
2	91,7	7	22,83	63,62
2,5	87,6	7	24,11	66,60
3	82,9	6	25,67	70,37
3,5	77,8	6	27,51	74,91
4	72,6	5	29,67	80,29
4,5	69,8	5	30,2	83,2
5	68,5	4	31,3	84,1
5,5	67,4	4	34,2	85,0
6	64,3	4	35,1	86,2

Література

1. Агеев М. А. К уравнению Дарси-Кугушева при фильтрации волокнистых суспензий в условиях деформирования волокнистого слоя / А. Я. Агеев, А. В. Синчук, А. Я. Агеев // Целлюлоза. Бумага. Картон. — 2003. — № 7–8, с. 37–41
2. Дулькин Д. А. Современное состояние и перспективы использования вторичного волокна из макулатуры в мировой и отечественной индустрии бумаги / Д. А. Дулькин, В. А. Спиридонов, В. И. Комаров. — Архангельск: Изд-во АГТУ — 2007. — 1118 с.
3. Кугушев И. Д. Теория процессов отлива и обезвоживания бумажной массы -М.: Лесная промышленность. — 1967. — 262 с.
4. Богомол, Г. М. Формование бумаги и картона: теория и практика / Г. М. Богомол. — К.: Задруга, 2008. — 416 с.
5. Остапенко А. А. Повышение качества бумаги из макулатуры химическими функциональными веществами / А. А. Остапенко, В. Н. Мороз, В. А. Барбаш, С. Ю. Кожевников, В. К. Дубовой, И. Н. Ковернинский // Химия растительного сырья. — 2012. — № 1. — С. 187–190.
6. Kornienko Y. Modelling of multifactor processes while obtaining multilayer humic-mineral solid composites / Y. Kornienko, R. Sachok, O. Tsepka // Chemistry, Vol. 20, Iss. 3 (2011). — p. E19–E26.