

УДК 676.038

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

Assistent 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”.*

Keywords: 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 витати 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]:

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

де: $F(C_{vi})$ – значення функції за об'ємної концентрації шару волокон, $K_i = 0,813 \cdot 10^{-7}$, 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 $\hat{C}_{v,1}$ після збільшення на 1 кількість зневоднюючих пристроїв на будь-якій стадії зневоднення з номером $1 < i$.

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

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

В кожному із цих варіантів потрібна 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 відрізнятися 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 а. Збіжність рекурентної процедури, розглянутої у варіанті (а) 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 розробленій математичній моделі процесу зневоднення волокнистої маси.

Таблиця 1 – Результати розрахунків параметрів процесу зневоднення волокнистої маси.

АПС, кг/т	τ , с	m_i , шт	w , $M^3/(M^2 \times c)$	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

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.

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. Tsepkało // Chemistry, Vol. 20, Iss. 3 (2011). - p. E19–E26.