

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОДИНАМІЧНОГО
ВИПРОМІНЮВАЧА ЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ

Михайлова Л. М., к.т.н., проф., e-mail: mihajlovaimsg@gmail.com

Рудь А. В., док. філ. проф. e-mail: anatoliyrudj@gmail.com

Грушецький С. М., к.т.н., доц. e-mail: g.sergiy.1969@gmail.com

Павельчук Ю. Ф., к.т.н., доц. e-mail: yuriy3372@gmail.com

Корчак М. М., к.т.н., доц. e-mail: korchak_nikolay@ukr.net

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Актуальність досліджень. Застосування гідродинамічного випромінювача звукових коливань для промивання волокнистих матеріалів, зокрема вовни, водними розчинами задля видалення з них ґрунтових і гнойових забруднень, рослинних решток і жиропоту з максимальним збереженням природних властивостей волокна для текстильної промисловості дозволить розробити нову технологію з меншим споживанням енергоресурсів і води.

Мета досліджень. Уточнення параметрів гідродинамічного випромінювача (ГДВ) у вигляді періодичної решітки в одній площині під час обробки водними розчинами волокнистих матеріалів, зокрема вовни.

Основні матеріали досліджень. Для визначення оптимальних конструктивних параметрів ГДВ (довжина стрижнів, ширина стрижнів, кількість стрижнів в овні) був проведений багатofакторний експеримент, де X_1 , X_2 , X_3 кодовані значення, а не фізичні параметри ГДВ. В якості відгуку взята частота звукових коливань, яку випромінює ГДВ. Значення факторів та інтервали варіювання наведені в таблиці

Таблиця

Значення факторів в експерименті

Інтервал і рівень факторів	Довжина стрижнів, см	Ширина стрижнів, мм	Кількість стрижнів, шт.
	X_1	X_2	X_3
Нульовий рівень $X_i = 0$	28	3	19
Інтервал варіювання γ_i	2	1	1
Верхній рівень $X_i = +1$	30	4	20
Нижній рівень $X_i = -1$	26	2	18

При використанні стандартної методики побудови планів другого порядку складені матриці: планування експерименту, розрахунку коефіцієнтів регресії, визначення дисперсії адекватності [1, 2, 3]. Після проведення змін і розрахунків отримано рівняння регресії, яке пов'язано з X_i – кодованими факторами та емпірично визначаємими коефіцієнтами b_0 , b_i , b_{ij} , b_{ii} , що визначають плин процесу

$$Y = 1,4 + 1,2X_1 + 1,0X_2 + 0,3X_3 + 2,0X_1X_2 + 1,8X_1X_3 + 1,5X_2X_3 + 1,6X_1^2 + 0,5X_2^2 + 0,2X_3^2, \quad (1)$$

де Y – частота звукових коливань; X_1 – кодоване значення довжини стрижнів; X_2 – кодоване значення ширини стрижнів; X_3 – кодоване значення кількості стрижнів.

Перевірка значущості коефіцієнтів регресії проводилася при рівні значущості $\alpha=0,001$ за критерієм Стьюдента. Всі коефіцієнти в рівнянні (1) виявилися значущими.

На підставі перевірки даного рівня на адекватність моделі за критерієм Фішера зроблено висновок, що рівняння адекватно описує реальним процесом, і, отже, дозволяє оцінити характер впливу кожного з чинників на функцію відгуку. Крім того, стало можливим практичне використання отриманої моделі для прогнозування значень вихідного параметра Y в області варіювання параметрів X_i . Для знаходження оптимальних параметрів процесу вирішено систему рівнянь в якій прирівняли до нуля значення градієнтів компонентів, що обчислені за виразом

$$\frac{\partial Y}{\partial x_i} = b_i + 2b_{ii}x_i + \sum_{j=1}^n b_{ij}x_j = 0, \quad (2)$$

де x_i, x_j – кодоване значення фактору, по якому береться похідна, та взаємодіюча з ним, відповідно; b_i, b_{ii}, b_{ij} – коефіцієнт рівняння регресії.

Для виразу (1) отримана наступна система рівнянь:

$$\begin{aligned}\frac{\partial Y}{\partial X_1} &= 1,2 + 2X_2 + 1,8X_3 + 2 \times 1,6X_1 = 0; \\ \frac{\partial Y}{\partial X_2} &= 1,0 + 2X_1 + 1,5X_3 + 2 \times 0,5X_2 = 0; \\ \frac{\partial Y}{\partial X_3} &= 1,0 + 2X_1 + 1,5X_3 + 2 \times 0,5X_2 = 0.\end{aligned}\quad (3)$$

Для визначення оптимальних параметрів гідродинамічного випромінювача звукових коливань була розглянута хвиля одиночного стрижня і хвиля від періодичної системи стрижнів. Визначення параметрів системи ГДВ були уточнені в результаті багатofакторного експерименту.

Дослідження коливань одиночного стрижня дало можливість визначити його геометричні та фізичні параметри для отримання потрібної частоти ультразвуку. Перехід від одиночного коливачого стрижня до періодичної решітки дає можливість обчислити характеристики ансамблю коливачих стрижнів з урахуванням періоду і взаємодії одного з одним.

Теоретичні дослідження показують, що для мийки волокнистих матеріалів, наприклад вовни, в безперервному потоці водного розчину необхідно використати плоскі гідродинамічні перетворювачі звукових коливань на частоті 1 – 2 кГц з такими параметрами: довжина стрижнів 25 – 30 см, ширина стрижнів 3 – 4 мм, товщина стрижнів 1 – 2 мм, період решітки перетворювача 5 – 6 мм, кількість стрижнів 18 – 20.

Для промивання шару волокнистого матеріалу товщиною 0,15 – 0,20 м на сітчастому транспортері необхідна інтенсивність звукових коливань 1 – 1,5 Вт/см² з коливальною швидкістю не менше 0,2 м/с. ГДВ з частотою звукових коливань 1 – 2 кГц та інтенсивністю 1 Вт/см² повинен розташовуватися над шаром матеріалу на відстані $5 \cdot 10^{-3}$ м. В результаті багатofакторного експерименту були уточнені конструктивні параметри ГДВ звукових коливань: довжина стрижнів 26 см, ширина стрижнів 4 мм, кількість стрижнів 19 шт., частота звукових коливань 1,3 кГц. Для даної моделі ГДВ звукових коливань товщина стрижнів становила величину 1,3 мм, а період решітки 5 мм. Величина інтенсивності звукових коливань на частоті 1,3 кГц становила 1,2 Вт/см², а коливальна швидкість 0,21 м/с. Інтенсивність і коливальна швидкість вимірювалися на відстані $7 \cdot 10^{-3}$ м від площини випромінювача звукових коливань.

Висновок. Результати дослідження показують, що для мийки волокнистих матеріалів, зокрема вовни в безперервному потоці водного розчину необхідно використовувати гідродинамічні перетворювачі звукових коливань на частоті 1,3 кГц з такими параметрами: довжина стрижнів 26 см, ширина стрижнів – 4 мм, товщина стрижнів – 1,3 мм, період решітки перетворювача – 5 мм, кількість стрижнів 19 шт. Гідродинамічний випромінювач з частотою звукових коливань 1,3 кГц, інтенсивністю 1,2 Вт/см² і з коливальною швидкістю не менше 0,2 м/с повинен розташовуватися над шаром волокнистого матеріалу на відстані $7 \cdot 10^{-3}$ м.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Агамбаєв М. Основи планування науково-дослідного експерименту / М. Агамбаєв, А. З. Іванов, Ю. І. Терехов. – Ташкент: Укітувачі, 2004. – 336с.
2. Косуліна Н. Г. Визначення параметрів електромагнітного випромінювання для енергоінформаційної дезінфекції вовни при її попередній обробці / Косуліна Н. Г. Черенков О. Д., Чорна М. А. // Східноєвропейський журнал корпоративних технологій. – 2017, № 2/5 (86). С. 52 – 59.
3. Михайлова Л. М. Визначення параметрів акустичної системи для основної обробки вовни / Михайлова Л. М., Косуліна Н. Г., Черенков О. Д. // Східноєвропейський журнал корпоративних технологій. – 2018. № 3/5 (93). – С. 61 – 69.