

ДО ПИТАННЯ ФІЛЬТРУВАННЯ ВОДОРОСТІ СПІРУЛІНИ

Голодний І. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ)

Приведені особливості фільтрування та визначені постійні коефіцієнти проходження процесу фільтрування тонко дисперсної суспензії спіруліни.

Постановка проблеми. Суспензія – це неоднорідна рідинна багатофазна система, яка характеризується розміром твердих частинок дисперсної фази:

- грубі суспензії – розмір частинок більше 100 мк,
- тонкі суспензії – 0,5...100 мк,
- муті – 0,1...0,5 мк,
- колоїдні розчини – менше 0,1 мк.

Суспензія спіруліни відноситься до тонких суспензій, у якій розмір твердих частинок (клітини спіруліни) мають величини 6...8 мк, що потребує додаткових досліджень при її фільтруванні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фільтрування – це процес розділення неоднорідних систем за допомогою пористої перегородки, яка затримує одну фазу цих систем і пропускає інші. На основі результатів досліджень при постійній різниці тиску встановлено, що можливі три види фільтрування із закупорюванням пор, які характеризуються різними закономірностями [1, 2]:

- фільтрування із закупорюванням кожної пори однією твердою частинкою;
- фільтрування з поступовим закупорюванням однієї пори кількома твердими частинками;
- фільтрування проміжного виду.

Мета досліджень. зниження енерговитрат при отриманні водоростевих концентрованих поживних речовин.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження процесу фільтрування суспензії спіруліни проводився з використанням положень теорії і практики розділення суспензії та комп'ютерної статистичної обробки експериментальних даних.

Основні матеріали дослідження. Суспензія характеризується ваговим співвідношенням рідкої і твердої фаз ($P:T$). Це співвідношення виражають через вагову долю χ твердої фази в суспензії [1]:

$$P:T = (1-\chi)/\chi. \quad (1)$$

При умові, що об'єм суспензії рівний сумі об'ємів твердої ρ_{me} і рідкої ρ_p фаз густина суспензії ρ_c визначається:

$$1/\rho_c = \chi/\rho_{me} + (1-\chi)/\rho_p, \quad (2)$$

Звідси

$$\rho_c = 1/[\chi/\rho_{me} + (1-\chi)/\rho_p], \text{ кг/м}^3. \quad (3)$$

Об'ємна доля твердих частинок в суспензії знаходиться за формулою:

$$q = \chi \cdot \rho_c / \rho_{me}. \quad (4)$$

В'язкість суспензії μ_c залежить від в'язкості μ_0 суцільної фази (рідинної) і об'ємної концентрації q дисперсної (твердої) фази. В'язкість розведених суспензій залежить від концентрації твердої фази і не залежить від розміру частинок.

Визначають її за формулою А.І. Бачинського:

$$\mu_c = \mu_0(1+4,5q). \quad (5)$$

В суспензії спіруліни дисперсійною фазою виступає живильний розчин, а дисперсною – клітини самої водорості. Живильний розчин являє собою розчинені у воді солі. Загальна кількість розчинених солей в одному літрі води в грамах називається солоністю, визначається в промілях і позначається $S, ‰$. Дослідження фізико-механічних властивостей проводилися на стандартному живильному середовищі Заррука, солоність якого складає $S=22,4 ‰$.

Густина дисперсної фази (твердої) при дослідженні визначали експериментально. Спіруліна була висушена і спресована у таблетки. П'ять таблеток було зважено на технічних вагах і визначено їхні лінійні розміри – діаметр та висота. Густина абсолютно сухої спресованої спіруліни складає $\rho_{me} = 1061,736 \text{ кг/м}^3$. При цьому похибка результатів досліджень менше 1%. Розрахункові рівняння процесу фільтрування для різних видів приведено в [2]. Найбільш поширений і проявляється достатньо чітко вид фільтрування з поступовим закупорюванням пор багатьма твердими частинками. До цього виду фільтрування і відноситься суспензія спіруліни.

Промислові фільтри розподіляються за режимами роботи на фільтри періодичної і безперервної дії, а по величині робочого тиску – на вакуум-фільтри і фільтри, які працюють під тиском. Зважаючи на те, що клітини спіруліни під великим тиском руйнуються, то в подальших дослідженнях фільтри, що працюють під тиском, не розглядаються. При виборі фільтра необхідно враховувати такі фактори:

- а) мета процесу фільтрування – отримання тільки цінного осаду чи лише фільтрату або одночасно отримання осаду і фільтрату для наступного використання;
- б) властивості суспензії і осаду;
- в) інші умови процесу – масштаби виробництва, простоту обслуговування, вартість установки, експлуатаційні витрати і ін.

Для розділення суспензії спіруліни найбільш підходять стрічкові безперервної дії фільтри, на яких досягається чітке розділення осаду і фільтрату мало-концентрованих суспензій. Дослідження процесу фільтрування суспензії спіруліни проводились на лабораторному стенді, який виготовлений у вигляді лотка

50×50×40 см. Дно лотка виготовлено з фільтрувального матеріалу, яким була тканина з вічками розміром 100...115 мк. Для постійного підтримання рівня суспензії в лотку (постійного тиску над фільтрувальною перегородкою) суспензія акумулювалась в місткості, з якої, по мірі проходження рідини через фільтр, подавалась у лоток. Величини, що входять у рівняння фільтрування розділяються на постійні та змінні. У всіх випадках змінними величинами являються об'єм фільтрату й час фільтрування, постійними – опір фільтрувальної перегородки та початкова швидкість фільтрування. В практичному значенні знаходження постійних величин необхідне для визначення продуктивності фільтрувальної установки, яка призначена для розділення суспензії із заданими властивостями, в даному випадку суспензії спіруліни. Попередньо приймаємо, що фільтрування спіруліни проходить з поступовим закупорюванням пор фільтрувальної перегородки. При цьому процес фільтрування проходить згідно рівняння [2]:

$$k'\tau/2 = \tau/q - 1/W_{\text{поч}}, \quad (6)$$

де q – об'єм фільтрату, який отриманий з 1 м^2 верхні фільтрування, $\text{м}^3/\text{м}^2$; τ – час фільтрування, с; $W_{\text{поч}}$ – початкова швидкість фільтрування, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ або $\text{м}/\text{с}$; k' – коефіцієнт пропорційності.

Фільтрування спіруліни проводили наступним чином. В фільтрувальний лоток подавали суспензію, в якому підтримували постійний рівень суспензії на висоті 30 см. Через певні проміжки часу вимірювали кількість отриманого об'єму фільтрату. Через дві години проходження фільтрату практично припинялося. За результатами досліджень побудована залежність $q/\tau = f(\tau)$ (рис. 1), якою є пряма лінія, що підтверджує попередні припущення, що процес фільтрування суспензії спіруліни проходить з поступовим закупорюванням пор.

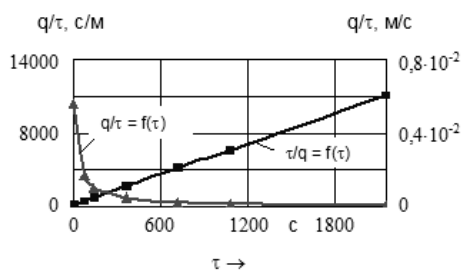


Рисунок 1 – Характеристика процесу фільтрування суспензії спіруліни

Отримана пряма нахилена до осі абсцис під кутом, тангенс якого $k'/2=6,65 \text{ м}^{-1}$, і відсікає на осі ординат відрізок $1/W_{\text{поч}}=180 \text{ с}/\text{м}$. Звідси $k=13,3 \text{ м}^{-1}$ і $W_{\text{поч}}=0,0056 \text{ м}/\text{с}$. Із основного рівняння фільтрування визначаємо середню швидкість фільтрування:

$$q/\tau = 1/(k'\tau/2 + 1/W_{\text{поч}}). \quad (7)$$

Підставляємо значення k' і $W_{\text{поч}}$ і будемо залежність $q/\tau = f(\tau)$ (рис. 1). Із графіка видно, що середня швидкість фільтрування швидко зменшується в само-

му початку процесу, що потребує великих розмірів фільтрувальної перегородки і частого її чищення.

Залежність середньої швидкості фільтрування від об'єму отриманого фільтрату описується рівнянням:

$$W = W_{\text{поч}}(1 - k'q/2). \quad (8)$$

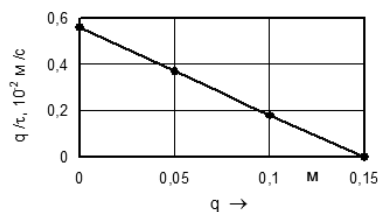


Рисунок 2 – Залежність швидкості фільтрування суспензії від об'єму отриманого фільтрату

Із рівняння видно, що залежність виражається прямою лінією, що й підтвердили результати досліджень (рис. 2). Будеться така пряма за двома точками: при наближенні величини q до нуля величина q/τ наближається до $W_{\text{поч}}$; при наближенні q до q_{max} величина q/τ прирівнюється нулю.

Висновки. Суспензія спіруліни малоконцентрована і відноситься до тонких суспензій. Чітке розділення осаду і фільтрату таких суспензій досягається на стрічкових безперервної дії фільтрувальних установках. Встановлено, що для фільтрувальної перегородки з вічками 100...115 мк початкова швидкість фільтрування рівна $0,0056 \text{ м}/\text{с}$, коефіцієнт пропорційності – $13,3 \text{ м}^{-1}$. Фільтрування проходить з поступовим закупорюванням пор фільтрувальної перегородки.

Список використаних джерел

1. Плановский А. Н. Процессы и аппараты химической технологии / А. Н. Плановский, В. М. Рамин, С. З. Каган. – М.: Госхимиздат, 1962. – 847 с.
2. Жужиков В. А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий / В. А. Жужиков. – М.: Химия, 1971. – 440 с.

Аннотация

К ВОПРОСУ ФИЛЬТРОВАНИЯ ВОДОРОСЛИ СПИРУЛИНЫ

Голодный И. М.

Приведены особенности фильтрования и определены постоянные коэффициенты прохождения процесса фильтрования тонкодисперсной суспензии спирулины.

Abstract

FEATURES FILTERING OF THE SLURRY SPIRULINA

I. Golodnyi

Peculiarities filtration and determined constant coefficients of pass filtering process of the slurry spirulina.