

## 23. Математична модель процесу періодичного вібоекстрагування з пророщеної зернової сировини

Христина Липка, Анна Деркач  
Віктор Бодров, Наталія Попова

*Національний університет харчових технологій*

**Вступ.** Потребам харчових, фармацевтичних, хімічних, тощо, виробництв. З невеликою продуктивністю за кінцевим продуктом, отриманим із використанням екстрактів із пророщеної зернової рослинної сировини, відповідає розроблений та виготовлений нами вібоекстрактор періодичної дії [1]. З метою отримання раціональних режимів екстрагування в таких апаратах поставлена мета розробити математичну модель процесу, перевірити її на адекватність в умовах реальних експериментів, розробити алгоритм та програму розрахунків на ЕОМ.

**Матеріали і методи.** В основу моделі покладено сучасні теоретичні відомості щодо детермінізму масообмінних процесів, зокрема дифузійного процесу екстрагування в системі тверде тіло-рідина. Вивчено та досліджено технологічні, фізичні та теплофізичні властивості попередньо пророщеної, подрібненої, відсортованої та класифікованої рослинної сировини – вівса. Проаналізовано та визначено найсуттєвіші входні параметри твердої та рідкої (екстрагент-води) фаз так інтервали їх варіювання, а саме: масовий гідромодуль 10-14; розмір частинок 0,8-2,0, мм; температура двофазової суміші 50-65, °С; амплітуда коливань віброприводу 16-24, мм; частота коливань віброприводу 2-6 Гц; тривалість екстрагування 30-60, хв.

Визначено для сировини такі сталі, як вміст розчиненої сухої речовини, масовий коефіцієнт набухання, криві рівноваги двофазової системи. За вихідні параметри прийнято наступні: кількість екстракту, вміст сухої речовини в екстракті, вміст білків в екстракті, повні та питомі витрати енергії на процеси.

Модель процесу містить матеріальні та теплові баланси, кінетичні залежності теплообміну та масообміну, гідравлічні, енергетичні, та техніко-економічні залежності.

### Результати.

#### А) Технологічний розрахунок містить:

1. Загальний матеріальний баланс  $G_e + G_c = G_{ш} + G_{ек}$ , де  $G_e, G_c, G_{ш}, G_{ек}$  – відповідно, маса екстрагенту, сировини, шроту та екстракту, кг.

2. Матеріальний баланс за сухою речовиною (СР)  $G_c C_c = G_{ш} C_{ш} + G_{ек} C_{ек}$ , де  $C_c, C_{ш}, C_{ек}$  – відповідно, масові частки сухої речовини у сировині, шроті та екстракті.

3. Матеріальний баланс за часткою розчиненої сухої речовини  $G_c C'_c = G_{ш} C'_{ш} + G_{ек} C'_{ек}$ , де  $C'_c, C'_{ш}, C'_{ек}$  – відповідно, масові частки розчинної сухої речовини у сировині, шроті та екстракті.

4. Рівняння визначення матеріального балансу за екстрагентом, кількості екстракту, частки СР в екстракті, частки розчинної та нерозчинної СР в екстракті та частки екстрагенту в екстракті.

**Б) Масообмінні розрахунки:** Відношення рушійних сил на кінець та початок екстрагування  $E = 0,87(Fo)^{0,5} (Re_{п})^{-0,315} (Pr')^{0,20}$ , де Fo – дифузійний критерій

Фур'є;  $Re_n$  – пульсаційний критерій Рейнольдса;  $Pr'$  – дифузійний критерій Прандтля.

**В) Тепловий розрахунок** містить рівняння загального теплового балансу та його складових, а саме, суми і кількості теплоти, що надходить в апарат із всіма вхідними матеріальними складовими, сумі кількості теплоти, що виводиться з апарата всіма кінцевими матеріальними складовими та втраченої теплоти. Теплові баланси складено для двох періодів, а саме, для періоду нагрівання двофазової суміші до температури екстрагування та для періоду власно екстрагування. Мають місце рівняння тепловіддачі, теплопередачі, поверхні теплообміну та витрат нагрівної пари, відповідно для першого і другого періодів.

**Г) Гідравлічний розрахунок** містить рівняння визначення витрат напорів та витрат енергії (потужності двигунів насосів для подачі екстрагенту та виведення екстракту).

**Д) Розрахунок витрат енергії** на вібропривід містить рівняння витрат енергії на переміщення маси суміші, маси контейнера та маси рухомих вузлів віброприводу.

**Є) Техніко-економічний розрахунок** містить рівняння для розрахунку річних витрат нагрівної пари та грошових витрат на її використання, амортизаційних річних витрат, річних витрат на роботу насосів та питомих річних витрат на одиницю маси екстракту.

**Висновки.** Розроблена та перевірена на адекватність математична модель процесу періодичного віброекстрагування з пророщеної зернової сировини дозволяє моделювати процес на ЕОМ з метою визначення раціональних режимів за технологічними та техніко-економічними показниками і може бути покладена в основу конструктивних розрахунків при проектуванні аналогічних апаратів.

### **Література.**

1. Патент 99991 України на винахід, МПК В01 D11/02(206.01), № а 2011 12896 25.10.12, Бюл. № 20. Зав'ялов В.Л., Бодров В.С., Мисюра Т.Г., Попова Н.В., Варганова І.В, Мілготін О.І.
2. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування. Навч. Посіб. /за ред. проф. І.Ф. Малежика, – К.:НУХТ, 2012, – 543с.