

С.Д. БЕСЕДА

В.М.ТАРАН, доктор технічних наук

Український державний університет харчових технологій

ПНЕВМОТРАНСПОРТУВАННЯ НЕХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ М'ЯСОКОМБІНАТІВ

Наведено результати дослідження процесу пневмотранспортування нехарчової сировини м'ясокомбінатів. Визначено величини деяких реологічних характеристик продукту.

Міжопераційне транспортування нехарчової сировини м'ясокомбінатів здійснюється переважно за допомогою ручних візків, що призводить до значного зростання частки ручної праці, погіршення санітарно-гігієнічного стану виробничих цехів тощо. Використання конвеєрів як засобів транспортування значно підвищує завантаженість цехів транспортувальним обладнанням, зростають енергозатрати на виробництво одиниці готової продукції.

Використання трубопровідного транспорту дає змогу звести до мінімуму ручну працю в процесі транспортування, звільнити виробничі приміщення від габаритного металосемного обладнання, автоматизувати процес транспортування, значно поліпшити санітарно-гігієнічний стан цехів. Процес повторюється циклічно, залежно від накопичення порції сировини.

Для транспортування нехарчової сировини використовується стиснене повітря тиском до 0,55...0,6 МПа. Значення тиску залежить від багатьох факторів: виду сировини, довжини і конфігурації траси трубопроводу, наявності додатково введеної води тощо. З достатньою для технічних розрахунків точністю тиск, потрібний для переміщення сировини по заданій траєкторії, можна визначити за складовими втрат тиску або з використанням рівняння гідравлічного уклону. Ці способи передбачають використання реологічних характеристик продукту.

Для нехарчової сировини м'ясокомбінатів не визначено основні реологічні показники, тому були проведені експерименти з їх визначення. Для досліджень використовувалась експериментальна установка пневмотранспортування нехарчової сировини, змонтована у виробничих цехах м'ясокомбінату. Серії дослідів проводилися з мінімальними тисками стисненого повітря, при яких досліджувана маса має можливість переміщуватись по трубопроводу, тобто коли дотичні напру-

ження в системі “труба – сировина” досягають величини граничного напруження зсуву. Як досліджуваний продукт використовувалась подрібнена м’якушева сировина, а також її суміш з подрібненою кістковою сировиною, об’ємна частка якої становила 30%. Під час проведення дослідів до сировини додаткова вода не вводилась.

За результатами дослідження обраховувались значення пластичної (структурної) в’язкості η і граничного напруження зсуву τ_0 . Були визначені максимальне напруження зсуву у в’язкопластичному середовищі (біля стінок труби) τ_{\max} і максимальний градієнт швидкості зсуву (біля стінок труби) $\left(\frac{dv}{dr}\right)_{\max}$ при параболічному розподіленні швидкостей для структурного руху сировини в межах довжини “пробки” продукту. За результатами обробки дослідних даних побудовано графіки залежності граничного напруження зсуву τ_0 від максимального градієнта швидкості зсуву $\left(\frac{dv}{dr}\right)_{\max}$ (див. рисунок). Прямі лінії графіка є графічним зображенням рівняння Букінгама без останнього його члена:

$$\tau_{\max} = \eta \left(\frac{dv}{dr}\right)_{\max} + \frac{4}{3}\tau_0.$$

На основі побудованих графіків структурну в’язкість можна визначити як тангенс кута нахилу прямих ліній до осі абсцис (для м’якушевої сировини – за рядом 1, для суміші м’якушевої і кісткової сировини – за рядом 2). Динамічний опір зсуву τ_0 визначено як 3/4 величини τ_{\max} , утворюваної перетином лінії графіка і віссю ординат.

Оцінити результати дослідів (наявність лінійного зв’язку між змінними) дає можливість кореляційний аналіз, проведений за методикою, що викладена в праці А.Г. Бондаря “Математическое моделирование в химической технологии.» (К.: Вища шк. Голов. изд-во, 1973). Значення коефіцієнта регресії r коливаються в межах 0,731...0,748 для різних видів продукту. Після обробки статистичних даних були отримані лінійні форми зв’язку змінних, які одночасно є зображенням рівняння Букінгама.

За наведеною вище методикою визначено пластичну в’язкість η і граничне напруження

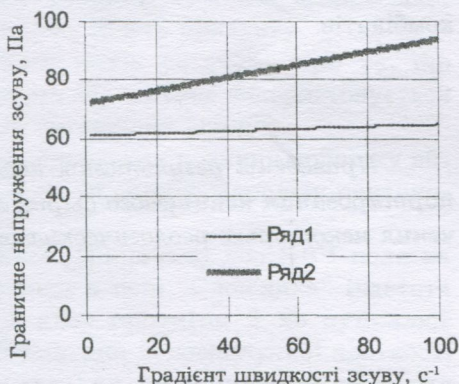


Рис. Графік залежності граничного напруження зсуву сировини від градієнта швидкості зсуву

зсуву τ_0 . Для кишкової сировини вони становлять: $\eta = 0,0427 \text{ Па} \cdot \text{с}$, $\tau_0 = 45,6 \text{ Па}$; для суміші кишкової і м'якушевої сировини $\eta = 0,0958 \text{ Па} \cdot \text{с}$, $\tau_0 = 55,3 \text{ Па}$.

Тиск, потрібний для циклічного пневмотранспортування, можна визначити кількома основними способами: за відомими втратами на одиницю довжини трубопроводу; за складовими втрат тиску з урахуванням конфігурації транспортного трубопроводу; з використанням рівняння гідравлічного уклону. Останні два способи передбачають використання реологічних характеристик продукту. Отримані значення η і τ_0 використано для розрахунку втрат тиску стисненого повітря під час пневмотранспортування нехарчової сировини по трубопроводу з технічно обумовленою швидкістю.

Порівняння значень тисків, потрібних для переміщення порцій продукту різного складу, що отримані розрахунками і зафіксовані під час проведення експериментів, показало особливо якісний збіг даних для випадку використання рівняння гідравлічного уклону. Середнє абсолютне відхилення становить 5...7%. Значення пластичної (структурної) в'язкості η і граничного напруження зсуву τ_0 ми отримали для технічної сировини різних видів, яку використовують для виробництва сухих тваринних кормів. Ці дані можуть використовуватися проектними організаціями і виробничниками при проектуванні ліній трубопроводного транспорту на підприємствах м'ясної промисловості.

Висновок. Отримані в процесі дослідження значення η і τ_0 дають можливість з високою точністю визначити тиск стисненого повітря, потрібний для пневмотранспортування нехарчової сировини м'ясокомбінатів.

Одержано редколегією 12.05.99 р.

Приведены результаты исследования процесса пневмотранспортирования непищевого сырья мясокомбинатов. Определены значения некоторых реологических характеристик продукта.