

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАВИТКОВОМУ ЖИВИЛЬНИКУ

Мацуї А. М., Кондратець В. О.

Кіровоградський національний технічний університет, matsuyan@mail.ru

Завиткові живильники використовують для завантажування технологічних агрегатів рідким матеріалом, що здебільшого являє собою суміш подрібнених твердих мінералів з водою, з підняттям його з відмітки, яка розташована нижче завантажувальної горловини. Оскільки такий матеріал схильний розшаровуватися, у завитковому живильнику повинно забезпечуватися інтенсивне перемішування. Основним технологічним параметром завиткового живильника виступає необхідне співвідношення $K_{(T/P)}$ тверде/рідке, однак важливими є рівень рідкої суміші H та параметри хвильових процесів. Завитковий живильник звичайно містить два хоботи спіральної форми з круглим отвором у боковій стінці для розвантаження рідкого матеріалу на верхній відмітці. Завитковий елемент живильника кріпиться гвинтами до змінної воронки у цапфі обертового барабана основного технологічного агрегату. Завитковий елемент разом з барабаном здійснює n обертів за хвилину. Крім цього завитковий живильник містить приймальний пристрій рідкого матеріалу прямокутної форми шириною a і довжиною b . Рідкий матеріал до завиткового живильника надходить по нахиленому жолобу у вигляді твердих частинок мінералів, що подаються з попереднього технологічного процесу, і доданої води. Зміною доданої у жолоб води можливо підтримувати необхідне співвідношення тверде/рідке у нахиленому жолобі та приймальному пристрої завиткового живильника. При математичному моделюванні технологічного процесу змішування твердого і рідкого отримано рівняння

$$T \frac{dK_{(T/P)П}}{dt} + K_{(T/P)П} = K_{(T/P)Ж}, \quad (1)$$

де T – стала часу процесу; $K_{(T/P)П}$, $K_{(T/P)Ж}$ – параметри у приймальному пристрої та жолобі, з якого видно, що при зміні витрати твердого або води у нахиленому жолобі у приймальному пристрої завиткового живильника співвідношення тверде/рідке змінюється неоднозначно.

В усталеному режимі роботи кількість рідкого матеріалу, що надійшла за одиницю часу, відповідає його кількості, яка видалена з приймального пристрою. При цьому будь-якій продуктивності завиткового живильника відповідає певний рівень рідини H у його приймальному пристрої. При східчастій зміні витрати твердого або води у нахилений жолоб значення рівня рідини у приймальному пристрої завиткового живильника буде визначатись залежністю

$$T \frac{dH}{dt} + H = \frac{1}{k_2} \left[\left(\frac{1}{\delta_T} + \frac{k_1}{\delta_B} \right) Q_T + \frac{1}{\delta_B} Q_B \right], \quad (2)$$

де k_1 , k_2 – константи, що враховують вміст вологи у твердому і характеристику завиткового живильника; δ_B , δ_T – густини води і твердого; Q_B , Q_T – масова витрата води та твердого, яка отримана у процесі математичного моделювання. З

залежності (2) також витікає, що не спостерігається однозначної зміни рівня H при відхиленнях від певного усталеного значення витрати твердого або води.

В усталеному режимі роботи можна рахувати, що значення рівня пульпи практично не змінюється. Тому процеси взаємодії хобота завиткового живильника і рідкого матеріалу повторюються. Хобот при входженні у рідину створює штучну хвилю, вершини якої мають тенденцію бути короткими та гострими, а підосви – довгими та пологими. Ще однією особливістю даної хвилі є те, що в ній не створюється задня вершина, а лише передня у момент виходу хобота з рідини. У процесі математичного моделювання знайдені наближені оцінки даного хвильового процесу. Довжину хвилі наближено можна виразити залежністю

$$\lambda = 2\sqrt{R^2 - (R - H)^2}, \quad (3)$$

час створення вільної поверхні хвилі на рівні спокою рівнянням

$$t_{\text{вп}} = \frac{1}{3n} \arccos\left(1 - \frac{H}{R}\right), \quad (4)$$

час, впродовж якого відбувається часткове руйнування хвилі, - залежністю

$$t_{\text{рх}} = \frac{1}{6n} \left[180^\circ - 2 \arccos\left(1 - \frac{H}{R}\right) \right], \quad (5)$$

де R – радіус хобота.

Як видно з залежностей (3), (4), (5), всі параметри хвильового процесу залежать від рівня рідини H у приймальному пристрої. В усталеному режимі перехідний процес характеризується зміною рівня рідини у приймальному пристрої. Цикл впливу на рідину складає $t_{\text{рх}}$, він відбувається у стані рідини, який вона прийняла у перехідному процесі за час $t_{\text{рх}}$. Оскільки $t_{\text{рх}}$ залежність від рівня рідини, а також від нього змінюється період і довжина хвилі, то в різних режимах перехідні процеси і стан рідкої суміші перед захопленням дози можуть значно відрізнятись між собою. При невеликих рівнях рідини хвиля буде короткою і буде мати малу висоту. Найбільш довга хвиля сформує свою вершину, яка є найвищою біля стінки приймального пристрою. Відбившись від неї, буде рухатись у зворотному напрямі, але недовго. Перехідний процес при цьому буде мати значні коливання, що погано пригнічені.

Ідентифікація співвідношення тверде/рідке [1] при автоматичному управлінні процесом передбачає визначення рівня і тиску пульпи у певній точці приймального пристрою. Проведені дослідження показали, що відповідність середнього значення рівня рідини осередненому за хвильовими характеристиками значенню може бути досягнутою лише у центральній частині приймального пристрою, однак затухаючий хвильовий процес повинен фіксуватися безінерційними перетворювачами певний проміжок часу.

1. Кондратець В. О. Ідентифікація співвідношення руда / вода в процесі подрібнення пісків класифікатора [Текст] / В. О. Кондратець, А. М. Мацуй // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – №3. – 116 с. – Бібліогр.: с. 8–12. – 365 прим. – ISSN 1997-9266.