

Посилання

1. Данилов Ф.А., Глейберг А.З., Балакин В.Г. Горячая прокатка и прессование труб. – М., 1972.-358 с.
2. Столетов М.Ф., Клемперт Е.Д. Точность труб. – М.:Металлургия, 1975. – 240 с.
3. Скоробогатская Л.Н., Шуминин В.К., Левшунов М.А. Повышение качества подшипниковых труб и эффективность их производства. – М.:Черная металлургия, Бюлл ин-та Черметинформация, 1986. – Вып.13(1017) – 7-23 с.

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ РОТОРНОГО ЗМІШУВАЧА

*Проф., докт. техн. наук В.Й. Засельський,
доц. канд. техн. наук Д.В. Пополов, асист. М.І. Шепеленко
Технологічний навчально-науковий інститут
Державного університету економіки та технологій, м. Кривий Ріг*

Вдосконалення змішувачів, як основного обладнання для підготовки компонентів шихти, є основоположним шляхом в вирішенні питання підвищення ефективності агломераційного та коксохімічного виробництва. Операція змішування являється основною, адже за нею тягнеться подальший технологічний цикл, для якого є характерним використання складного обладнання. Таке обладнання схильне до постійного зносу внаслідок безперервного тертя при транспортуванні шихтової суміші.

Аналіз найбільш розповсюджених сучасних наукових праць [1-4] показав, що теоретичною основою створення та розвитку змішувальної техніки для компонентів вугільної шихти є використання обладнання з одночасною функцією розпушення та змішування компонентів гомогенної суміші.

Для даного дослідження серед різноманіття конструкцій змішувальної техніки було обрано роторний змішувач. Це обумовлено рядом переваг: змішувач встановлюється безпосередньо над стрічкою конвеєра; відсутність значних динамічних навантажень; можливе впровадження в умовах діючих конвеєрних ліній без істотних капітальних витрат; змішування концентратів, вугілля та іншої сировини, яка має здатність змерзатися при вантажних перевезеннях, з присадками, які запобігають змерзання; зниження вологості на конвеєрі (при послідовному завантаженні сухих та вологих компонентів); підсушування на конвеєрі (при послідовному завантаженні холодних та гарячих компонентів) [5].

Розглянемо детальніше конструкцію секції роторного змішувача, яка є першою по ходу постачання матеріалу і впливає на енергосилові параметри змішувача.

Секція змішувача (рис.1) складається з трьох паралельно закріплених валів 1, на крайніх валах розміщено два типи роторів, а саме тросовий (з гнучким елементом) 2 та лопатевий 3. Середній вал розміщений на нижньому ярусі рами секції та призначається для приводу вібруючого ролика 4. Тросовий ротор 2 є ведучим, обертання якому передається від електричного двигуна 5 через клинопасову передачу 6 і шків 7. З іншої сторони секції, на кінцях роторів розмішені три шківів 8, які пов'язані між собою клинопасовою передачею 9, передаючи обертання лопатевому ротору 3 та вібруючому ролику 4, при цьому ротори обертаються один відносно одного в одному напрямі. На роторах 2 та 3 перпендикулярно валам розміщені троси та лопаті відповідно. Конструктивна схема робочих вузлів секції роторного змішувача показана на рис.2.

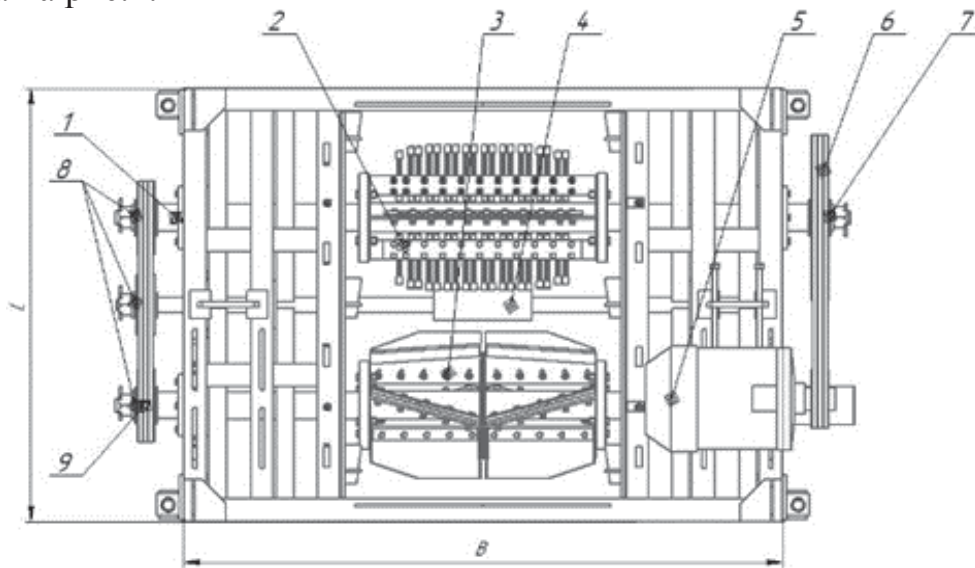


Рис. 1 – Конструктивна схема секції роторного змішувача [5]

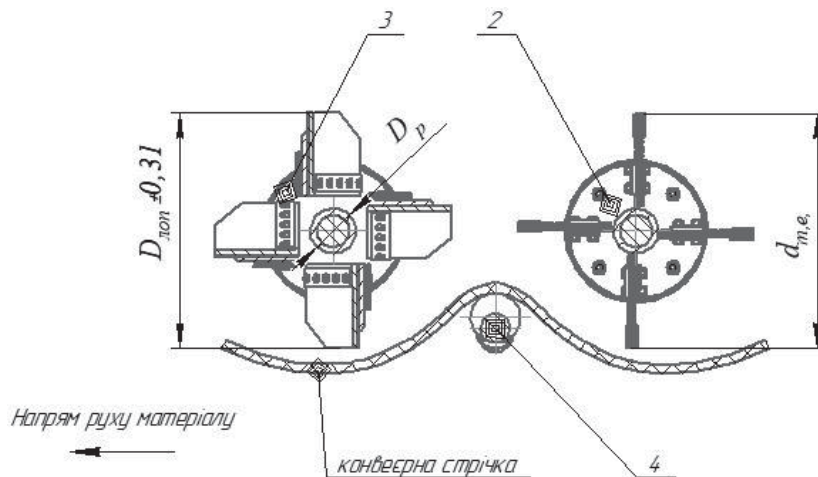


Рис. 2 – Конструктивна схема робочих елементів змішувача

З конструктивних особливостей роторного змішувача, приведених на рис. 2, видно, що перший ротор з тросовими елементами виконує функцію розпушувача шару приводячи матеріал у суспендований стан, а другий лопатевий

здійснює його переміщення та екскавацію. При цьому вібруючий ролик 4 утворює додаткові коливання конвеєрної стрічки, що позитивно впливає на якість готової суміші. Робота в тандемі таких роторів та ролику дозволяє отримати гомогенну шихтову суміш з меншими енергетичними витратами.

Сумарна потужність приводу складається з потужності однієї секції змішувача (рис.1) та вібруючого ролику 4, який наведено на конструктивній схемі рис.2

$$N = N^I + N^{II}, \quad (1)$$

де N^I – сумарна потужність тросового та лопатевого роторів, кВт; N^{II} – загальна потужність витрачена на подолання сил тертя в опорах валу N_{mp} , з супутнім підкиданням матеріалу N_m

$$N^I = \frac{k_n(M_I + M_{II}) \cdot \omega_p}{9,55 \cdot \eta_{заг}}, \quad (2)$$

де k_n – коефіцієнт запасу встановленої потужності механізму приводу з урахуванням додаткових опорів, ($k_n = 1,2 \dots 1,5$); $\eta_{заг}$ – загальний коефіцієнт корисної дії приводу механізму; ω_p – кутова швидкість обертання ротора, c^{-1} ; M_I – крутний момент на валу з тросовими елементами, Н·м; M_{II} – крутний момент на валу лопатевого ротора, Н·м.

Крутний момент M_I на валу I-го ротора (з тросовими елементами), який виконує функцію розпушувача, можна визначити за формулою

$$M_I = i \cdot G_{роз} \cdot V_p^{mam} \cdot f_{cd} + m_{ром}^I \cdot g \cdot \frac{D_p}{2} \cdot \mu, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (3)$$

де i – кількість розпушувачів (тросових елементів) в прошарку матеріалу, шт; $G_{роз}$ – розподілене навантаження на один розпушувач, H/m^2 ; V_p^{mam} – об'єм розпушеного матеріалу, m^3 ; f_{cd} – коефіцієнт внутрішнього зсуву матеріалу, який для сипких матеріалів прирівнюється до коефіцієнта внутрішнього тертя матеріалу $f_{вн}$; $m_{ром}^I$ – власна маса ротору з тросовими елементами, кг; g – прискорення вільного падіння, m/c^2 ; D_p – діаметр ротора, мм; μ – коефіцієнт тертя в підшипниках опори ротора.

Розрахункова епіюра по визначенню навантаження $G_{роз}(x)$, яке діє на один розпушувач, представлена на рис.3, з якого видно, що навантаження $G_{роз}(x)$ розподіляється по закону трапеції [8] від точки B до точки C та відповідно дорівнює

$$G_{роз}(x) = G_B + K(x - a), \quad (4)$$

де K – тангенс кута нахилу кута β дотичної до епіюри навантаження

$$K = \operatorname{tg}\beta = \frac{G_B - G_C}{l - a} = \frac{G_B - G_C}{b}. \quad (5)$$

В нашому випадку навантаження в точці B буде характеризуватись максимальною висотою шару матеріалу H на конвеєрній стрічці, котрий не перевищує величину в 0,2 м, а кут β – визначається кутом природнього відкосу змішувального матеріалу, який не перевищує для більшості металургійних шихтових матеріалів $30-35^\circ$. В такому випадку величина K складе від $0,09 \div 0,18$, тобто зневажливо замала в порівнянні з одиницею.

Крутний момент M_I в своєму кінцевому вигляді буде дорівнювати

$$M_I = 0,785 \cdot i \cdot \frac{(l-a)}{R_A} \cdot \left[R_p^2 - \left(R_p - \frac{H}{0,7} \right)^2 \right] \cdot B_k \cdot f_{cd} + m_{rom}^I \cdot g \cdot \frac{D_p}{2} \cdot \mu. \quad (6)$$

Крутний момент M_{II} валу ротора 3 (рис.2), який виконує функцію розпушення і екскавацію матеріалу можна визначити за формулою

$$M_{II} = m_m V \cdot \omega_p \cdot L + m_{rom}^{II} \cdot g \cdot \frac{D_{лон}}{2} \cdot \mu, \quad (7)$$

де $m_m V$ – імпульс сили від руху матеріалу по конвеєрній стрічці, яка його транспортує; m_m – маса кускової частини матеріалу, кг; V – швидкість конвеєрної стрічки, м/с; ω_p – кутова швидкість обертання лопатевого ротора; L_m – шлях транспортування матеріалу, який можна прийняти рівним довжині дуги ротора

Потужність, витрачена на підкидання матеріалу

$$N_M = E_k \cdot \omega_g, \quad (8)$$

де E_k – кінетична енергія зворотно-поступальних рухомих мас матеріалу за один оберт валу, та визначається як

$$E_k = m_m \cdot A^2 \cdot \omega_g^2, \quad (9)$$

тоді

$$N_M = m_m \cdot A^2 \cdot \omega_g^3, \quad (10)$$

де m_m – маса матеріалу, кг; A – амплітуда коливань; ω_g – частота вимушених коливань.

Таким чином отримані залежності дозволяють розрахувати потужність роторного змішувача безперервної дії з віброючими роликками встановленого над стрічкою конвеєра та окрім цього проаналізовані параметри які істотно впливають на енергозатрати при змішуванні металургійної сировини.

Висновки

Результати отриманих досліджень можуть бути використанні при розробці технічної системи роторний змішувач безперервної горизонтально-направленої дії – стрічковий конвеєр з метою підвищення якості підготовки металургійних шихтових матеріалів. Результати отриманих досліджень можуть бути використанні для подальших досліджень у сфері підвищення ефективності металургійного виробництва.

Посилання

1. Иванец В.Н. Новые конструкции смесителей для многокомпонентных композиций / В.Н. Иванец // Химическое и нефтяное машиностроение - 1992. - № 1. - С. 20-22.
2. Засельский В.И. Конструкции смесителей и оценка эффективности их работы при подготовке металлургического сырья / В.И. Засельский, Ю.И. Вититнев, С.А. Учитель // Теория и практика металлургии. - 2011. - № 3-4. - С. 40-45.
3. Rotary batch mixers [Електронний ресурс]:[Веб-сайт]. – Електронні дані. – Utica, NY 13502 – Режим доступу: www.munsonmachinery.com (дата звернення 10.10.2019) – Назва з екрана.