

Velitchenko V., Popolov D., Zielova K.
State University of Economics and Technology: Kryvyi Rih, UA

MODERNIZATION OF THE VIBRATION FEEDER FOR SUPPLYING ADMIXTURES FROM THE BUNKER TO THE CONVEYOR OF THE BLAST FURNACE BATCH FEEDING SYSTEM

Велітченко В.Л., Пополов Д.В., Зєлова К.Є.
Державний університет економіки і технологій

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЖИВИЛЬНИКА ВІБРАЦІЙНОГО ДЛЯ ПОДАЧИ ДОМІШОК З БУНКЕРУ ДО КОНВЕЄРА СИСТЕМИ ШИХТОПОДАЧИ ДОМЕНОЇ ПЕЧІ

Abstract. The operation of the vibrating feeder for feeding additives from the hopper to the conveyor of the blast furnace charge feeding system was analyzed. Deficiencies in the design of the mechanism were identified, the strength of the main parts was checked. An analysis of solutions for the modernization of the vibrating feeder for feeding additives from the hopper to the conveyor of the blast furnace charge feeding system was carried out. Means for increasing the reliability of the operation of the vibrating feeder for feeding additives from the hopper to the conveyor of the blast furnace charge feeding system were invented.

Keyword: vibratory feeder of impurities, batch feeding, vibrator, sliding unbalance, resonance, amplitude, reliability.

Анотація. Проаналізовано роботу живильника вібраційного для подачі домішок з бункеру до конвеєра системи шихтоподачі доменної печі. Визначені недоліки в конструкції механізму, перевірена міцність основних деталей. Проведений аналіз рішень з модернізації живильника вібраційного для подачі домішок з бункеру до конвеєра системи шихтоподачі доменної печі. Винайдені засоби підвищення надійності роботи живильника вібраційного для подачі домішок з бункеру до конвеєра системи шихтоподачі доменної печі.

Ключові слова: віброживильник домішок, шихтоподача, вібратор, висувний дебаланс, резонанс, амплітуда, надійність.

Для забезпечення рівномірної подачі сипких матеріалів із бункерів на конвеєри або безпосередньо в технологічні агрегати, такі як дробарки чи грохоти, використовуються різні типи живильників: дискові, стрічкові, пластинчасті, коливальні, лоткові, вібраційні та електровібраційні.

Для подачі добавок у доменну шихту застосовуються живильники різних конструкцій, продуктивність і точність яких впливають на якість виплавленого чавуну, витрати шихтових матеріалів і, зрештою, собівартість продукції.

До живильників для подачі добавок висувуються наступні вимоги:

- висока продуктивність і точність дозування;

- надійність у роботі при умовах шихтоподачі доменного цеху, що передбачає часті й періодичні включення;
- низькі витрати на обслуговування та ремонт;
- максимальний ресурс роботи деталей;
- мінімальний вплив на металоконструкції основи, де встановлено живильник.

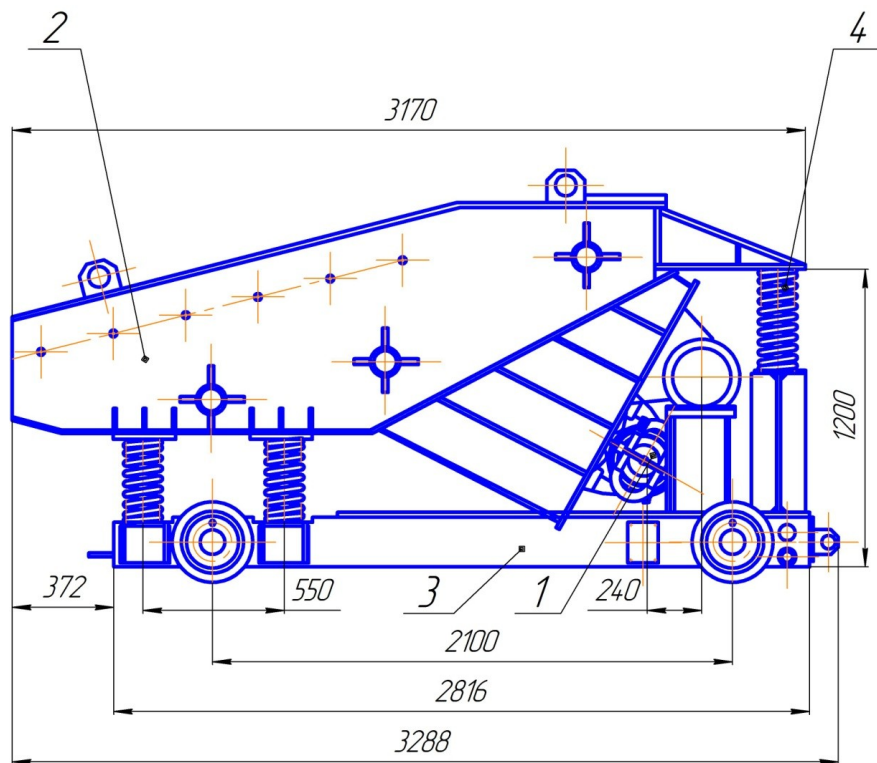
Найкращим чином цим вимогам відповідають вібраційні живильники.

У доменних цехах шихтоподачі зазвичай оснащуються електровібраційними живильниками, хоча вони мають низку недоліків. Наразі в шихтоподачах доменних печей частіше застосовують сучасні вібраційні живильники.

Зокрема, в доменному цеху ДЦ-1 «АМКР» для подачі добавок, таких як руда і флюси, у системах шихтоподачі використовуються вібраційні живильники моделі ПІ-1,4Ш1.

Короб (рис. 1) із закріпленими вібраторами 3 встановлений на візку 2, який підтримується вісьмома пружинами 4.

При обертанні ексцентричних вантажів (дебалансів) у вібраторах утворюється відцентрова сила (сила інерції), яка змушує короб здійснювати прямолінійні коливальні рухи у вертикальній площині. Обертання валів вібраторів передається від електродвигунів 4 через пружні пелюсткові муфти. Завдяки цим коливанням матеріал поступово транспортується до розвантажувальної частини.



1 – вібратор; 2 – короб; 3 – візок; 4 – пружини

Рис. 1. Живильник вібраційний ПІ –1,4Ш [2]:

У конструкції металевого лотка віброживильника є відкрита зверху порожнина, утворена задньою стінкою та плитою для кріплення вібратора. Ця ємність поступово заповнюється пилом агломерату. При значному накопиченні матеріалу (до 1 тони) задня частина живильника опускається, що призводить до:

- зменшення кута нахилу лотка,
- зниження амплітуди коливань,
- зменшення продуктивності живильника.

Проблеми при запуску та зупинці:

Під час переходу через резонансну частоту при пуску і зупинці живильника амплітуда коливань лотка зростає у 8...10 разів. Це викликає:

- додаткові навантаження на металоконструкцію живильника та його опорний майданчик,
- зменшення точності завантаження добавок на конвеєрну стрічку, що погіршує роботу системи подачі.

Недоліки вібраційних живильників ПП-1,4Ш:

- Використання дебалансних вібраторів з приводом від окремих електродвигунів або мотор-вібраторів чеського виробництва, підшипникові вузли яких недостатньо герметичні. Через це:

- Підшипники швидко виходять з ладу.
- Руїнуються електричні обмотки.

- При зупинках живильника застосовується електричне гальмування, що реалізується подачею постійної напруги на обмотки двигуна. Це:

- Покращує точність завантаження шихти.
- Знижує динамічні навантаження під час гальмування.

Однак:

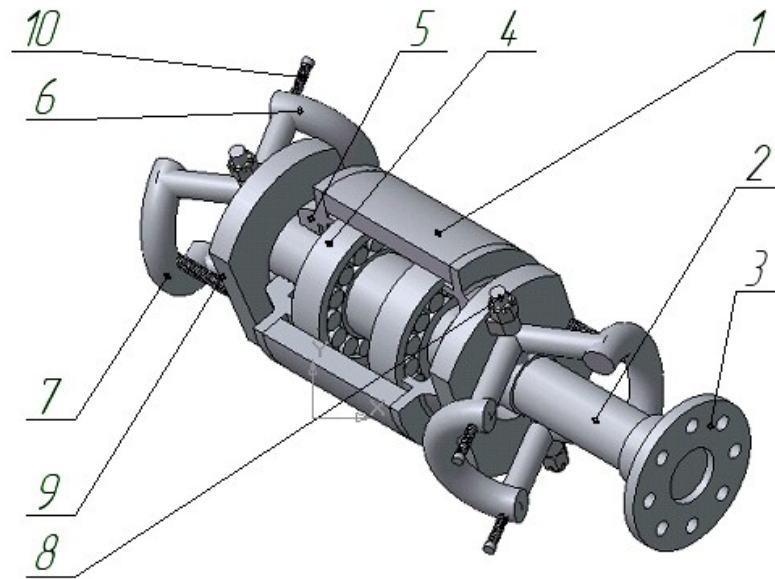
- При запуску через резонансну частоту динамічні навантаження залишаються значними.
- Тиристорні перетворювачі для гальмування є складними і дорогими.

Висновок:

Ефективність роботи віброживильників ПП-1,4Ш у доменних цехах обмежується конструктивними недоліками та особливостями експлуатації. Необхідно вдосконалювати герметизацію вузлів, знижувати динамічні навантаження під час запуску та шукати альтернативи дорогим тиристорним перетворювачам.

Пропонована модернізація живильника полягає в зміні конструкції вібратора, з метою усунення виявлених недоліків і який був би взаємозамінним з вібратором існуючої конструкції. Конструкція вібратора (рис. 2), що розробляється, включає корпус 1, в якому на сферичних роликотопідшипниках, що самовстановлюються, 4 встановлений вал 2, корпус закритий з обох боків кришками підшипників 5 для створення необхідної герметизації

підшипникових вузлів. На валу на осі 8 встановлені дебаланси 6, які виконані у вигляді важелів.



1 – корпус; 2 – вал; 3 – напівмуфта; 4 – підшипник; 5 – кришка підшипника;
6 – дебаланс; 7 – противага; 8 – вісь; 9, 10 – пружини

Рис. 2. Загальний вид вібратора з висувними дебалансами

Для створення нульової збурюючої сили в стані спокою вібратора дебаланс забезпечений з протилежної сторони противагою 7. У початковому стані противага під дією пружини 9 знаходиться в положенні, симетричному осі валу вібратора. Для точної установки вібратора на кришці підшипника знаходиться упор.

При пуску вібратора під дією відцентрової сили противага 7, долаючи силу деформації пружини 10, відходить від дебалансу і таким чином створюється початковий дисбаланс.

Дебаланс 6 при цьому повертається, відходить від упору, долаючи зусилля пружини 9, що викликає подальше збільшення дисбалансу.

Пропонована модернізація живильника передбачає зміну конструкції вібратора з метою усунення виявлених недоліків, при цьому забезпечуючи взаємозамінність із вібратором існуючої конструкції. Розроблена конструкція вібратора (рис. 2) включає такі елементи:

1. Корпус 1, у якому на сферичних самовстановлюваних роликотопідшипниках 4 встановлений вал 2.

2. Кришки підшипників 5, які герметично закривають корпус з обох боків, забезпечуючи необхідний захист підшипникових вузлів.

3. Дебаланси 6, виконані у вигляді важелів, закріплених на валу на осі 8.

4. Противага 7, встановлена з протилежного боку дебалансу для створення нульової збурюючої сили в стані спокою. У початковому положенні противага утримується в симетричному до осі валу положенні за рахунок дії пружини 9.

5. Упор, розташований на кришці підшипника, забезпечує точну установку вібратора.

При запуску вібратора під дією відцентрової сили:

- Противага 7 відходить від дебалансу, долаючи зусилля пружини 10, що створює початковий дисбаланс.
- Дебаланс 6 повертається, відходячи від упору та долаючи зусилля пружини 9, що призводить до подальшого збільшення дисбалансу.

Така конструкція дозволяє ефективно регулювати балансування, забезпечуючи стабільну роботу вібратора і усуваючи надмірні коливання під час запуску.

Процес зміни стану вібратора відбувається поступово зі збільшенням кутової швидкості обертання двигуна. Завершується він, коли дебаланс повертається на кут 45° , займаючи положення, паралельне валу вібратора, а противага досягає максимальної відстані від осі обертання. У цьому положенні створюється максимальна збурююча сила. Конструкція дебалансного валу, що має форму половини кола, дозволяє:

1. Використовувати вал як упор.
2. Максимально наблизити центр маси дебаланса до осі обертання.

При зупинці вібратора процес відбувається у зворотному порядку: збурююча сила поступово зменшується і під час переходу через резонансну частоту досягає значення, близького до нуля.

Режими роботи вібратора:

1. Стан спокою або недостатня кутова швидкість
 - Збурююча сила має значення, близьке до нуля, оскільки відцентрова сила недостатня для подолання пружної сили попередньої деформації пружини та повороту кронштейна.
2. Кутова швидкість вище за резонансну
 - Відцентрова сила, створювана противагою, долає пружну силу попередньої деформації пружини, викликаючи поворот кронштейна. Збурююча сила поступово зростає і досягає максимального значення при номінальній частоті обертання.

Переваги пропонованої конструкції:

- Взаємозамінність: Приєднувальні та габаритні розміри відповідають існуючій конструкції, що виключає необхідність зміни конструкції короба та візка.
- Зниження динамічних навантажень:
 - Частота коливань лотка в період подолання резонансної частоти знижується у кілька разів порівняно з існуючою конструкцією.
 - Це суттєво зменшує динамічні навантаження під час пуску та гальмування на металоконструкцію живильника та опорний майданчик.
- Підвищення надійності: Знижені навантаження подовжують термін служби обладнання та зменшують витрати на ремонт і обслуговування.

Застосування вібратора з дебалансами, що висуюються, є ефективним рішенням для підвищення продуктивності та надійності живильника.

Література

1. Удосконалення технологій і обладнання агломераційного виробництва / Учитель О.Д., Засельський В.Й., Пополов Д.В., Засельський І.В.: монографія. Кривий Ріг: Літерія, 2018. - 184 с.
2. Удосконалення обладнання та процесів вуглепідготовки і кососортування металургійного виробництва: монографія/ Засельський В. Й., Пополов Д. В., Зайцев Г. Л., Білодіденко С. В., Кононов Д. О., Пелих І. В. Кривий Ріг: Р. А. Козлов, 2019.- 203 с.
3. Історія гірництва: Підручник / Гайко Г. І., Білецький В. С. — Київ-Алчевськ: Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», видавництво «ЛАДО» ДонДТУ, 2013.— 542 с.
4. Сировинні матеріали та їх підготовка до металургійних процесів: підручник / С.А. Воденніков, С.О. Гаврилко, В.М. Очинський та ін., за редакцією професора Червоного І.Ф.; Запорізька державна інженерна академія. Запоріжжя: ЗДІА, 2013. – 408 с.
5. Технологічні машини: підручник для студентів спеціальностей механічної інженерії закладів вищої освіти./ Гнітько С.М., Бучинський М.Я., Попов С.В., Чернявський Ю.А. - Харків: НТМТ, 2020. 258 с.