

Модернізація футеровки барабанного кульового млина

Білецький К.М., студ., Сокольський О.Л., д.т.н., доц., Коцюба Н.М., студ.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

У роботі розглянута можливість удосконалення футеровки барабанного кульового млина шляхом використання складеної конструкції з опорною пластиною, пружним основним тілом та зносостійкою вставкою-ліфтером. Запропонована конструкція дозволяє зменшити вплив ударних навантажень на корпус барабана, підвищити довговічність футеровочного вузла та спростити заміну найбільш зношуваного елемента.

Ключові слова: кульовий млин, футеровка, футеровочний вузол, ліфтер, модернізація.

Вступ. Кульові млини широко застосовуються у виробництві будівельних матеріалів, цементній, гірничо-збагачувальній та інших галузях промисловості для подрібнення твердих матеріалів до заданої крупності [1]. Робота такого обладнання ґрунтується на обертанні барабана з мелючими тілами, які подрібнюють матеріал за рахунок ударної, стиральної та роздавлювальної дії.

Одним із найбільш навантажених елементів барабанного млина є футеровка [2]. Вона захищає корпус від зношування, сприймає дію мелючих тіл і впливає на характер їх руху всередині барабана. У процесі експлуатації футеровка працює в умовах інтенсивного ударного та абразивного зношування, тому її довговічність безпосередньо впливає на надійність роботи млина і періодичність ремонтів.

Звичайна суцільна футеровочна плита переважно виконує захисну функцію, однак у складних умовах роботи вона поступово зношується і передає частину ударної дії на корпус барабана. Тому доцільним напрямом модернізації є використання складеної футеровки, у якій окремі елементи виконують опорну, демпфувальну та робочу функції.

Конструкція модернізованої футеровки. На основі аналізу патентних рішень для модернізації було обрано конструкцію футеровочного елемента за патентом US8235318B2 (рис. 1) [3]. Це рішення передбачає використання складеної футеровки, яка складається з кількох функціональних частин: опорної пластини, основного тіла та зносостійкої вставки-ліфтера.

Опорна пластина розміщується з боку корпусу барабана та є основою для встановлення футеровочного елемента. Основне тіло футеровки розташоване між опорною пластиною та робочою частиною. Зносостійка вставка-ліфтер утворює виступаючу ділянку робочої поверхні, яка контактує з матеріалом і мелючими тілами під час роботи млина.

За обраним патентним рішенням було розроблено 3D-модель модернізованого футеровочного вузла [4]. Модель включає сектор корпусу барабана, опорну пластину, основне тіло футеровки, окрему вставку-ліфтер, а також елементи болтового з'єднання. У конструкції збережено загальну ідею складеної футеровки, де окремі елементи виконують опорну, проміжну та робочу функції (рис. 2).

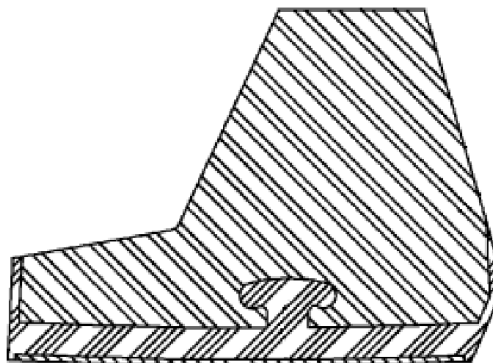


Рисунок 1 – Конструкція футеровочного елемента за патентом US8235318B2

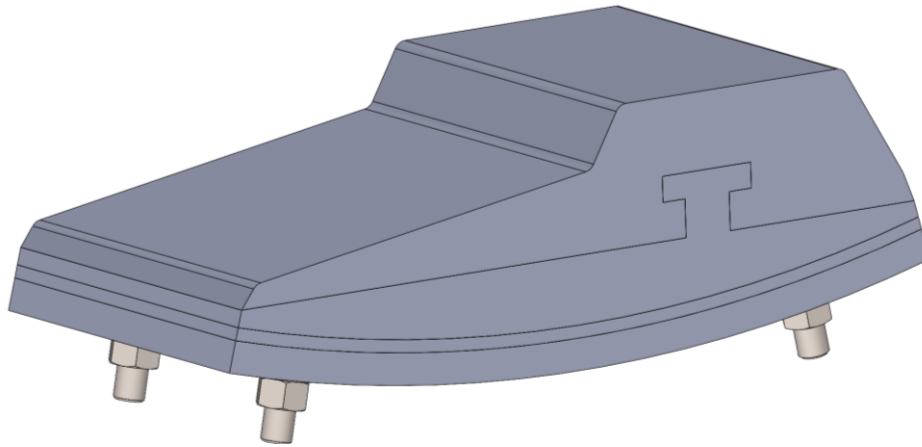


Рисунок 2 – 3D-модель модернізованого футеровочного вузла

Опис розробленої конструкції. Розроблена 3D-модель адаптує патентне рішення до умов встановлення футеровки на секторі барабана кульового млина. У конструкції збережено складену будову елемента, а вставка-ліфтер винесена в робочу зону, де відбувається безпосередня взаємодія з матеріалом і мелючими тілами. Такий підхід дозволяє розглядати ліфтер як окремий найбільш навантажений елемент футеровки.

Загальними перевагами запропонованої конструкції є:

- Розділення функцій між окремими елементами футеровки, що дозволяє окремо виділити опорну, демпфувальну та робочу частини.
- Зменшення передачі ударної дії на корпус барабана за рахунок використання пружного основного тіла.
- Підвищення зносостійкості робочої поверхні завдяки застосуванню окремої вставки-ліфтера.
- Спрощення обслуговування футеровочного вузла, оскільки найбільш навантажений елемент може бути замінений окремо.
- Збереження працездатності конструкції при заданому розрахунковому навантаженні.

Висновок. Запропонована конструкція модернізованої футеровки є доцільним варіантом удосконалення барабанного кульового млина. Використання складеної футеровки з опорною пластиною, пружним основним тілом і зносостійкою вставкою-ліфтером дає змогу розділити функції між окремими елементами вузла. Така конструкція спрямована на зменшення передачі ударної дії на корпус барабана, підвищення зносостійкості робочої поверхні та спрощення заміни найбільш навантаженого елемента. Отже, модернізована футеровка може бути використана для підвищення довговічності та ремонтпридатності кульового млина.

Перелік посилань

1. Мікульонюк І.О. Механічні процеси та обладнання виробництва полімерних і будівельних матеріалів і виробів : підруч. 5-те вид., переробл. та доповн. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 102 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/74513>
2. Деталі і вузли кульових млинів. Studfile. URL:<https://studfile.net/preview/9170823/page:3/>
3. Patent US8235318B2. Liner for grinding mills. URL:<https://patentimages.storage.googleapis.com/4b/44/47/6e3ad62f0ab00b/US8235318.pdf>
4. Planchard D. C. Engineering Design with SOLIDWORKS 2023: A Step-by-Step Project Based Approach Utilizing 3D Solid Modeling. – SDC Publications, 2023. URL:<https://static.sdcpublications.com/pdfsamples/978-1-63057-550-2-4-mbg811eo6r.pdf>