

ДИНАМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УРІВНОВАЖУВАННЯ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ ДРІБНОГО ПОДРІБНЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS MOTION

Для крупного, середнього і дрібного дроблення в нерудній промисловості, підготовки сировини для подальшого помелу, використовують здебільшого конусні та шоккові дробарки. Для зменшення впливу конусних дробарок на фундамент та інше обладнання доцільно на етапі проектування конструктивно урівноважувати дробарку.

За визначенням урівноваженість є характеристика механізму, яка не повинна залежати від діючих на механізм зовнішніх сил. Повністю урівноваженим вважається механізм у якого головний вектор і головний момент сил інерції дорівнюють нулю. Якщо дії зовнішніх сил відкидаються, то у рівнянні рівноваги залишаться тільки інерційні складові, котрі визначаються інерційними параметрами механізму – масами, моментами інерції та законом руху. В даному випадку інерційні складові будуть залежати від розмірно-масових характеристик дробильного конуса 1 (рис. 1, б), частоти його обертання та геометричних параметрів установки в корпус дробарки 2 (рис. 1, б).

З урахуванням сучасних вимог до скорочення термінів виконання етапів проектно-конструкторських робіт з одночасними вимогами підвищення їх якості, актуальним є питання застосування ефективних технологій проектування на базі використання CAD/CAE-систем. Тому в даній роботі проводиться динамічне урівноваження відносно сил і моментів конусної дробарки моделі КМД-1750 (рис.1, а) в модулі Motion програмного продукту SolidWorks.

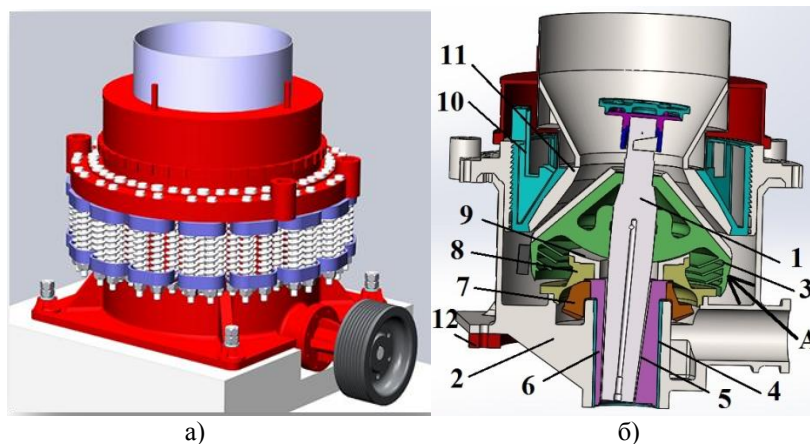


Рис. 1. Твердотіла 3D модель конусної дробарки КМД-1750 (а) та її адаптована модель для динамічного дослідження в модулі Motion (б): 1 – конус рухомий; 2 – корпус дробарки; 3 – корпус рухомого конуса; 4 – втулка проміжна; 5 – втулка конічна; 6 – ексцентрик; 7 – конічна шестерня приводу конуса; 8 – опорна чаша; 9 – під'ятник; 10 – конус нерухомий; 11 – броня нерухомого конуса; 12 – фланець для збору динамічних навантажень.

Особливості адаптованої моделі.

У зв'язку з тим, що дробарка складається з 350 деталей 120 спряжень, для проведення розрахунку необхідні значні апаратні ресурси ЕОМ та значний час. Для підвищення ефективності виконання дослідження модель дробарки була адаптована для динамічного аналізу в середовищі Motion. Основною відмінністю адаптованої моделі в порівнянні з початковою є те, що більшість нерухомих деталей було погашено через відповідні команди контекстного меню для елементів дерева побудови. Залишені були лише ті деталі, котрі з'єднані з рухомими деталями, а також деякі інші для візуалізації конструкції.

Для скорочення об'єму інформації фланець 12 приведений до стану «Зафіксовано», а всі інші вузли/ деталі приведені в стан «Звільнений». Спряження між деталями, котрі не здійснюють рухів один відносно одного, змінено на спряження «Зафіксовано». Всі решта спряжень видалені або погашені. Залишено лише спряження «Концентричний» між проміжною втулкою 4 та ексцентриком 5. Це зроблено тому, що спряження нерухомих деталей, як правило, містять надлишкові зв'язки, які можуть бути інтерпретовані системою некоректно, що, в свою чергу, може знизити точність дослідження.

Для зручності визначення реакції протидії корпусу у відповідності з рекомендаціями, котрі наводяться в літературі (Алямовский А.А. "Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation"), в конструкцію був додатково введений фланець 12 (рис.1.), який поєднаний з корпусом за допомогою двох спряжень, а саме: співпадінням між базовими вертикальними площинами, а також співвісністю. Це робиться для того, щоб з мінімальною трудоемкістю «зібрати» динамічні навантаження, що виникають в системі.

Між корпусом рухомого конуса 3 та під'ятником 9 сформований 3D контакт з наступними параметрами: матеріали деталей – Steel (Greasy); параметри тертя – $v_k=10.16$ мм/с, $\mu_k=0.05$; параметри пружності – встановлено

режим «воздействие» для якого жорсткість становить 1000000.00 Н/мм, максимальне демпфування – 49.91566312 Н/(мм/с); максимальне проникнення – 0,1 мм.

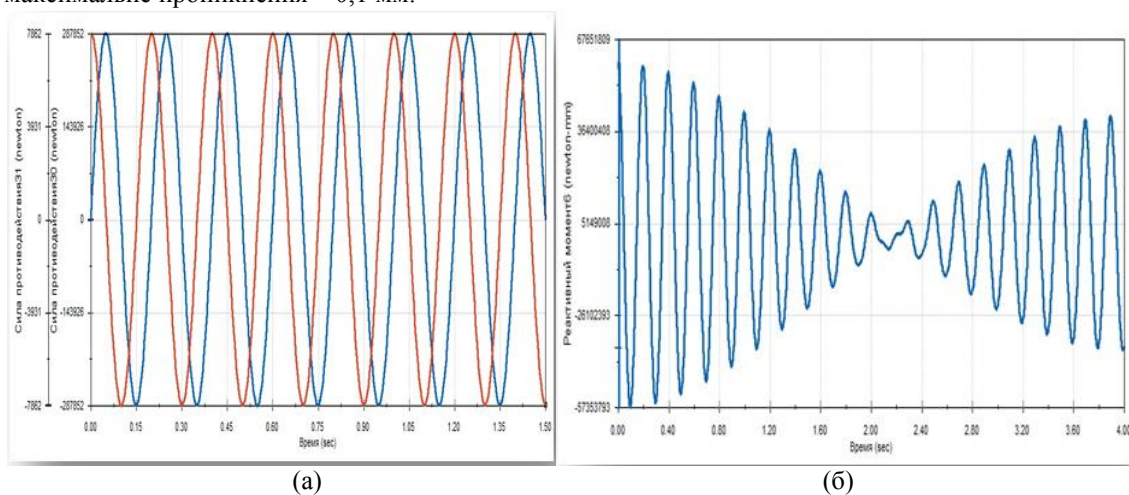


Рис. 2. Результати динамічного дослідження урівноваження дробарки по силах (а) і по моментах (б)

Налаштування дослідження аналізу руху в модулі Motion: час дослідження - 1,5 секунди; кількість кадрів в секунду – 100; типі інтегратора – GSTIFF; максимальний розмір кроку інтегратора – 0,01.

Після проведення аналізу через команду «Results and Plots» побудовані діаграми залежностей сил реакції від часу (рис.2,а). Отримавши значення нерівноваженої сили 287852 Н за залежністю $m = \frac{P}{\omega^2 R}$ визначено орієнтовну масу для балансування, яка становить 316 кг (для порівняння вага корпусу конуса 5850,87 кг). Після закріплення балансувальної маси (з конструктивних міркувань балансувальна маса була дещо зменшена) на корпусі конуса (позиція А на рис.1,б) та після проведення дослідження одержано силу реакції, яка становить 7862 Н. Але разом з тим існує значна нерівноваженість по моментах. Для дослідження оптимальної відстані розміщення балансувальної ваги відносно точки перетину головної центральної вісі моменту інерції та вісі обертання рухомого конуса була забезпечена рухомість балансувальної маси вздовж вісі корпусу конуса рухомого, не змінюючи радіальної відстані від вісі конуса. Додатково був створений лінійний двигун, котрий здійснював переміщення балансувальної ваги під час обертання конуса. Двигун рухався з постійною швидкістю, та здійснював переміщення на 400 мм за 4 секунди. Результати дослідження залежності реактивного моменту відносно фланця від часу показано на рис.2, б.

Результат дослідження реактивного моменту показав, що на 2.20 секундi величина реактивного моменту практично рівна нулю. З пропорції визначаємо, що часу 2,2 секунди відповідає переміщення 220 мм. Проте конструктивно підняти балансуєчий на розрахункову величину неможливо, з іншої сторони на основі проведеного дослідження встановлено, що більш доцільним є розміщення балансувальної ваги на корпусі рухомого конуса, а не на конічній шестерні приводу дробарки.

Реалізація модифікованого алгоритму А.А. Алямовського для динамічного урівноважування конусної дробарки дозволила зменшити величину нерівноваженості дробарки з 287852 Н до 7862 Н.

В результаті проведеної роботи показані особливості реалізації динамічного урівноваження конусної дробарки КМД-1750 в середовищі Motion та обґрунтовані конструктивні зміни деталей дробарки для урівноваження конструкції.