

УДК 621.879

Крупко І.В. к.т.н.

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЧОТИРЬОХОПОРНОГО КРОКУЮЧОГО МЕХАНІЗМУ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Найбільш поширеними механізмами пересування землерийних машин на цей час є: пневмоколісні, гусеничні та крокуючі. Серед крокуючих механізмів для потужних землерийних машин найбільш розповсюджені трьохопорні [1,2], на ПАТ НКМЗ запатентовано чотирьохопорний механізм [3,4] модель якого представлена на рис.1. Особливістю даного механізму є наявність чотирьох опор (лиж), на які попарно поперемінно опирається машина. На кафедрі ПТМ ДДМА обгрунтовані параметри фізичної моделі такого рушія, а конструкція фізичної моделі чотирьохопорного крокуючого візка дозволяє проводити експериментальні дослідження в умовах, що моделюють процес переміщення такого механізму по гірничих виробках. Для обгрунтування параметрів такого рушія були проведені експериментальні дослідження таким чином, що практично вдалося виключити вплив чинників, що не підлягають контролю і обліку. Метод експериментальних досліджень за допомогою фізичних моделей дозволяє отримати необхідні дані для оцінки надійності механізму та його структурних елементів і з достатнім ступенем вірогідності судити про працездатність досліджуваного об'єкта [3,4]. Основні завдання, які вирішувалися при проведенні експериментальних досліджень наступні: перевірка працездатності чотирьохопорного крокуючого рушія; вивчення характеру (закону) руху візка; визначення потужності приводу на різних етапах і умов руху (вперед, назад, поворот вправо, поворот вліво) ; дослідження впливу нерівностей і ухилів опорної поверхні на величину потужності приводу; встановлення енергоємності процесу переміщення та обгрунтування його параметрів.

За відомими залежностями та встановленими масштабними коефіцієнтами визначені основні геометричні, кінематичні та силові параметри моделі, причому за базову машину прийнято кар'єрний екскаватор з масою до 400 т [3,4].

Величина ексцентриситету (e) приводного валу і швидкість пересування моделі V (м / хв) пов'язані наступною залежністю:

$$V = 4en, \quad (1)$$

де n – частота обертання вихідного валу, хв-1;

e – ексцентриситет вихідного валу, м.

Максимальний крутний момент, необхідний для одного двигуна, виходячи з умов роботи приводу на вихідному валу (рух по прямій, поворот і підйом машини), визначається із залежності, враховуючи можливі зміни навантаження на двигун приводу, а саме: пересування по прямій горизонтальній поверхні; підйом на кут до 12° ; поворот моделі в різних режимах. При цьому враховані технічні можливості приводу та допустимі коефіцієнти перевантаження двигуна. Кінематична схема крокуючого рушія представлена на рис.1.

$$M_{\text{дв.мах}} = \frac{M_{\text{кр.мах}}}{u_{\Sigma}\eta} = \frac{G_m}{2} \frac{e}{u_{\Sigma}\eta}, \quad (2)$$

де u_{Σ} – сумарне передатне відношення механізму;

$M_{\text{кр.мах}}$ - максимальний крутний момент, Нм;

η – ККД передавального механізму.

Потужність приводу при цьому можна визначити по залежності:

$$P_{\Sigma} = \left[\frac{M_{\text{кр.мах}} \omega_{\text{д}}}{10^3} \right] \frac{1}{\psi\eta}, \quad (3)$$

де ψ – допустимий коефіцієнт перевантаження двигуна;

$\omega_{\text{д}}$ - кутова швидкість ексцентрика, с^{-1} .

На основі наведених залежностей (1-3) визначені основні параметри моделі крокуючого ходу (табл. 1).

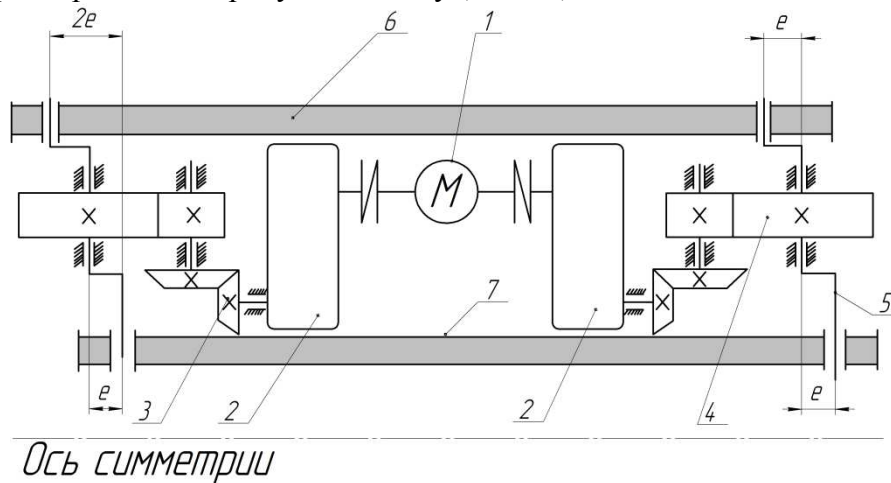


Рисунок 1- Кінематична схема моделі крокуючого чотирьохопорного механізму

1 - електродвигун з двома вихідними валами; 2 - редуктори; 2 - конічні передачі; 4 - відкриті зубчасті передачі; 5 - вали; 6, 7 - опорні башмаки

Таблиця 1 - Основні параметри моделі і розрахункові данні

№ з/п	Основні параметри	Значення
1	2	3
1	Потужність двигуна $P_{дв}$, кВт	0,85
2	Частота обертання вала ексцентрика n , об/хв	1000
3	Момент на валу двигуна $M_{дв.ном.}$, Нм	8,29
4	Ексцентриситет e , м	0,035
5	Передаточне число редуктора u_{Σ}	120 (160)
6	Сумарна маса візка с вантажем $M_{(м+г)}$, кг	4263
7	Опорна площа двох лиж $F=2lb$, см ²	5760
8	Тиск на ґрунт при опиранні на дві лижі $g_{ср.}$, МПа	0,074
9	Число обертів вихідних коліс с ексцентриками на виході $n_{вих}$, об/хв	8,333
10	Швидкість переміщення візка V , м/хв	1,166
11	Розрахунковий час робочого циклу відповідний одному обороту приводних коліс з ексцентриками і переміщенню моделі на величину $4e=0,14$ м.	4,5-5,6

Крутний момент від двигуна 1 через муфти передається на передавальний механізм, що включає редуктори 2, конічні і циліндричні зубчасті передачі 3 і 4, які забезпечують обертання вала з ексцентриситетом « e ». Це дозволяє по черзі переміщувати опорні башмаки 6, 7 з одного боку візка. Симетрично описаного механізму розміщений на протилежному боці візка такий же ідентичний механізм, що дозволяє переміщувати металоконструкцію візка і повністю моделює процес руху і роботи крокуючого механізму одноківшевого екскаватора. Зміна навантаження на рушій можна здійснювати шляхом укладання додаткових вантажів на кришку візка, а змінювати положення центра мас можна шляхом установки стріли з вантажем з фіксацією на центральній цапфі 5 (рис. 2).

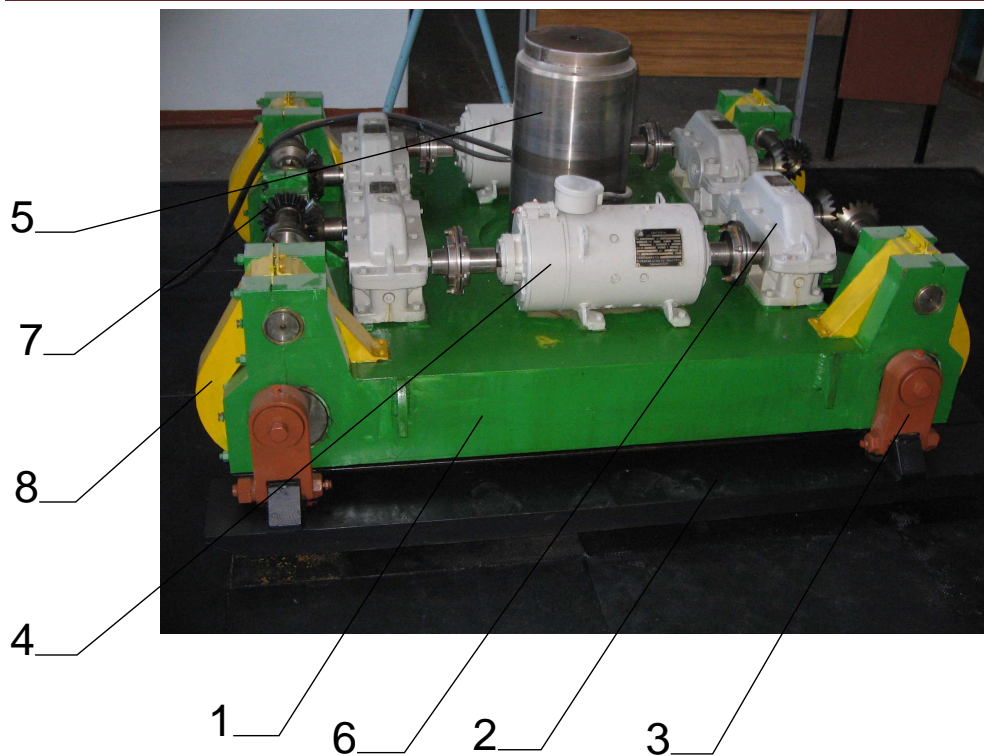


Рисунок 2 - Фізична модель крокуючого чотирьохопорного рушія.

Таким чином, на підставі теорії подібності та моделювання визначено основні масштабні коефіцієнти, розраховані параметри приводу і побудована фізична модель чотирьохопорного крокуючого рушія у вигляді ходового візка.

Це дозволило в умовах наближених до реальних машин провести експериментальні дослідження крокуючого механізму і опорної частини, виявити параметри, які мають найбільший вплив на процес переміщення і вибрати їх раціональне значення для різних умов роботи, дослідити вплив силових і кінематичних параметрів на енергоємність процесу переміщення екскаватора і обґрунтувати раціональне співвідношення цих параметрів та обґрунтувати потужність приводу такого механізму.

Для проведення експериментальних досліджень була розроблена вимірювально-інформаційна система, що включає три основних блоки: вимірювальний (блок I), реєструючий (блок II) і керуючий (блок III). Вимірювальний блок включав установлені в ланцюг електродвигуна приводу ексцентриків датчики струму й напруги LEM, аналоговий пристрій-перетворювач АЦП USB-6008 та реєструючий пристрій із програмним забезпеченням [5].

Обробка експериментальних даних, яка проводилася на ПЕВ за допомогою відомих програм показала, що коефіцієнт варіації відповідає 3,46 % при величині похибки, що припускається (виходячи з $p=0,05$) $\Delta=5,51$ %). Усі помилки експериментальних досліджень є випадковими і підкоряються нормальному закону розподілу. Результати статистичної обробки експериментальних вимірів подані на рис. 3, на якому видно, що в процесі руху спостерігаються періодичні зміни параметрів приводу.

Час повного циклу крокування T_u становить 4,75 с, при цьому центр ваги переміщається на $L_s = 0,128$ м, при теоретичному значенні $L_T = 0,140$ м. Як зрозуміло, у процесі крокування опори ходу просковзують на величину $\Delta L = 0,012$ м (8,5 %). Установлено, що величина проковзування ΔL залежить від стану опорної поверхні: при обпиранні на тверду цементну стяжку $\Delta L = 4,7$ %, при обпиранні на основу з піску $\Delta L = 15,4$ %.

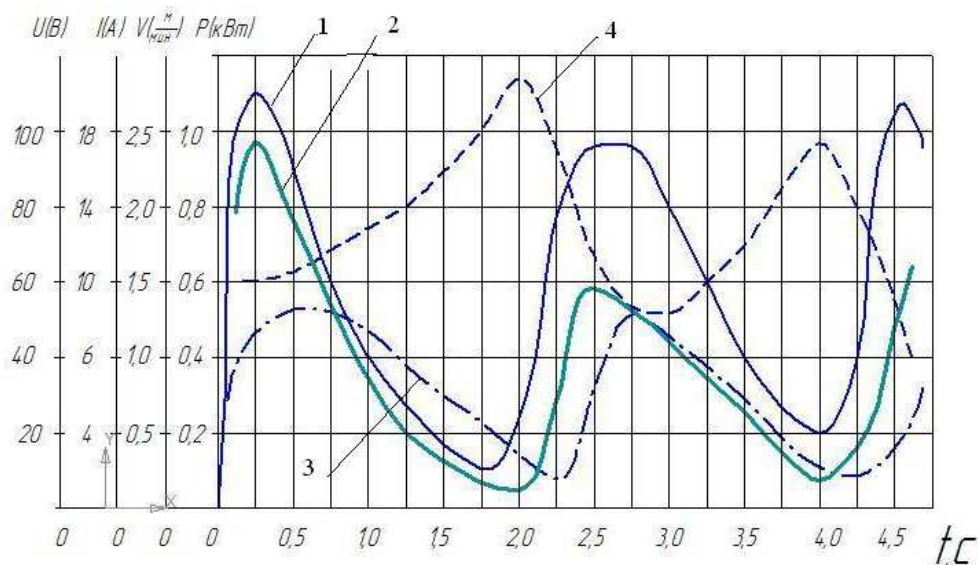


Рисунок 3 - Графік зміни електричних параметрів приводу й швидкості візка:

- 1 – потужності двигуна (P , кВт); 2 – струму (I , А);
- 3 – швидкості візка (V , м/хв); 4 – напруги (U , В).

Спостерігається чіткий збіг по фазах коливань параметрів, період коливань становить $t = 2 \dots 3$ с, амплітуда коливань, яких та потужності приводу значні. Максимальне значення потужності $P = 1,15$ кВт відповідає моменту максимального підйому візка, а $P = 0,18$ кВт – її повному опусканню.

Швидкість переміщення візка v змінюється протягом циклу, її середнє значення становить від 0,38 м/хв, а максимальне – 1,357 м/хв.

Аналіз результатів експериментальних і розрахункових даних дозволяє зробити висновок про те, що запропонована фізична модель чотирьохопорного крокуючого ходу одноківшового екскаватора адекватна фізичній моделі, максимальна похибка досліджуваних силових параметрів становить до 15,4 %, а швидкості візка – до 8,4 %. Це дозволяє результати експериментальних досліджень перенести на визначення параметрів крокуючих рушіїв сучасних потужних екскаваторів. Метою подальших досліджень є пошук шляхів зниження енергоємності процесів пересування крокуючого рушія.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марченко А. І., Буренко О. Г., Калашников О. Ю., Литвинов Л. І. Крокуючий хід важких кар'єрних екскаваторів – лопат. Патент України №46019 кл. E02F9/04 опублікований 15.05.2002 бюл. №5.
2. Подэрни Р. Ю. Горные машины и автоматизированные комплексы для открытых работ в 2 т. –М.: 2001 (т2 – 322с).
3. Крупко І.В. Експериментальні дослідження чотирьохопорного ексцентрикового крокуючого механізму. Підйомно-транспортна техніка. –Днепропетровськ: 2009-№4 (32)-с.75-81.
4. Баловнев В. И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин.-М.: Высшая школа, 1981.-335с.
5. Крупко И.В. Экспериментальные исследования четырехопорного шагающего движителя. Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. № 2 (23). Сборник научных трудов. – Краматорськ: 2011 – №2 (23) с. 88-92.