УДК 621.879.01
Крупко І. В. к.т.н.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМКОСТІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕСУВАННЯ ЕКСКАВАТОРА З ЧОТИРЬОХОПОРНИМ КРОКУЮЧИМ РУШІЄМ

Розглянуто методику досліджень та визначення енергоємності привода крокуючого механізму за різних умов роботи, а саме прямолінійного руху, на підйом і поворот екскаватора за рахунок привода опорних елементів (лиж) однією зі сторін. Встановлено, що протягом одного циклу силові параметри приводу двічі змінюються в межах від максимальних значень до мінімальних. Сумарні енергетичні витрати в крокуючому рушії перевищують в два рази більші ніж в гусеничному при однакових умовах роботи.

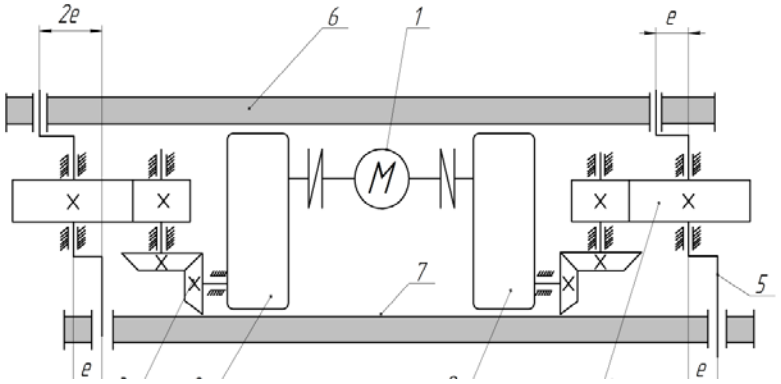
Methodology of researches and determination of power-hungryness of engine of stepping mechanism is considered at different terms works, namely rectilineal motion, up grade and turn of power-shovel due to engine of supporting elements (skis) one of parties. It is set that during one cycle the power parameters of occasion twice change in limits from maximal values to minimum. Total power charges in a stepping mover exceed in two times more than in caterpillar at the equal terms of work.

Ist begutachtet Methodik der Durchforschungen und Bestimmung zu rollen auf Anlaß des schreitenden Mechanismus bei allerhanden Bedingungen Arbeiten, nämlich geradlinige Bewegung, auf Anstieg und Haken des Baggers auf Kosten auf Anlaß der Stütz Bestandteile (Schier) eins aus Seiten. Es ist angesetzt, daß binnen eins Kreislaufs Gewalten Bestandteile des Anlasses zweimal wandeln sich in Rahmen ab maximalen Bedeutungen zu mindester. Zu rollen i Beträgekosten in schreitender Stütz überwiegen in zwei Male größer als in Raupe bei gleichen Bedingungen des Arbeitens.

Вступ. Для потужних землерийних машин в останній час застосовують гусеничне і крокуюче ходове обладнання. Дослідження процесу пересування машин з крокуючим ходом іде по декільком напрямкам, а саме розробка гідравлічних механізмів пересування (на екскаваторах ЕК–15/90, ЕК–100/100 та інш.) та трьохопорних кривошипно-важільних механізмів (ЕК–6/45, ЕК–11/70 ЕК–20/50). Розроблено і запатентовано на ПрАТ «НКМЗ» чотирьох опорний механізм пересування, дослідження моделі якого проводились в

© Крупко І. В.

лабораторії кафедри ПТМ ДДМА [1,2,3]. Особливістю привода цього механізму є замкнута кінематична схема (рис.1) привода, в якій від одного двигуна через передатні механізми забезпечується передача крутного моменту на ексцентрики що приводять до переміщення двох опор попарно. В сучасних приводах які працюють в замкнутих кінематичних системах досить складно уникнути додаткових непродуктивних витрат пов'язаних з «перерозподілом силового потоку» в системі двигун-передатний механізм.



Вісь симетрії крокуючого рушія

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

Мета. Метою даної роботи є дослідження процесу пересування екскаватора з чотирьохопорним крокуючим рушієм на основі встановлених закономірностей взаємодії привода, опорної частини та умов експлуатації екскаватора.

Методика теоретичних і експериментальних досліджень. Методика включає визначення потужності привода крокуючого механізму за різних умов роботи, а саме прямолінійного руху, на підйом і поворот екскаватора за рахунок привода опорних елементів (лиж) однією зі сторін. Вихідними даними для теоретичних досліджень є вага екскаватора G_e, величина ексцентриситету e і параметри приводу: потужність N, частота обертання n.

Залежність крутного моменту на вихідному валу $M_{кр}$ привода однієї сторони від кута повороту ексцентрику α:

$$M_{кр} = \frac{G_e}{2} \cdot (e \cdot \cos\alpha).$$

При повороті екскаватора виникає додатковий опір (Wn), який визначається за залежністю:

$$W_n = \frac{M_{кр}}{R},$$

де R – радіус повороту, м.

Крутний момент при повороті за рахунок роботи лижами однієї бокової сторони визначається за виразом:

$$M_{кр(n)} = \frac{G_e}{2} \cdot (e \cdot \cos\alpha) + W_n \cdot e \cdot \sin\alpha.$$

Значення необхідного максимального моменту на двигуні: при повороті за рахунок роботи лижами однієї бічної сторони:

$$M_{кр.(n)} = \frac{M_{кр(\max)}}{I_\Sigma \times \eta} кНм.$$

Перевантаження двигуна при максимальному моменті, по відношенню до $M_{дв.ном}$

;

при повороті за рахунок роботи лижами однієї бічної сторони:

$$\Psi = \frac{M_{кр.(n)}}{M_{дв.ном.}}.$$

Значення необхідної роботи яка здійснюється одним приводом при пересуванні в режимі навантаження при повороті ексцентриків від початкового значення кута αн до кінцевого αк визначається, виходячи з наступних залежностей.

Енергії (робота), що витрачається одним приводом на пересування протягом напівциклу переміщення (підйом і опускання машини) без урахування внутрішніх втрат в приводі і механізмі (тобто при ККД η = 0.9) становить:

- при прямолінійному русі по горизонталі А = 0;
- при прямолінійному русі на підйом

$$A = \frac{G_e}{2} e\left(1 + \sin\phi_n\right) \cdot \eta^{-1},$$

- при повороті за рахунок роботи лижами однієї бічної сторони: від $\alpha_н = 0°$ до $\alpha_к = 90° + \alpha'$:

$$A = 2 \cdot W_n \cdot e \cdot \eta^{-1}$$

Таким чином, при прямолінійній русі по горизонталі робота (енергія) буде витрачатися тільки на внутрішні втрати в приводі і механізмів.

Прийняті (і оцінені розрахунковим шляхом) параметри крокуючого приводу [2 - 4]
N = 2x120 = 240 кВт; n = 750 об / хв, *i = 128.76 і e = 0.175 м* забезпечують можливість пересування - екскаватор ЕКГ-10Н (№3) вагою $G_e = 400$ *т* зі швидкістю пересування *V = 245 м / год*. При цьому короткочасні перевантаження електродвигунів приводів (визначені як відношення необхідного для підняття максимального крутного

моменту на двигуні до номінального моменту двигуна є допустимими і складають:

- при прямолінійній пересуванні по горизонталі і на підйом $\psi = 1.936$;
- при повороті за рахунок роботи лижами однієї бічної сторони і підйомі: $\psi = 2.187$.

Проте, потрібна перевірка електродвигунів на нагрів. В разі, якщо за умовою нагріву встановленої потужності буде недостатньо, то потрібну потужність можна зменшити шляхом збільшення загального передавального числа i, або зменшення величини ексцентриситету e. При цьому швидкість пересування знизиться пропорційно зміні i і e .

Висновки і практичні рекомендації. При використанні даного крокуючого ходу потрібна (встановлена) потужність приводу пересування (при однакових масах машини та рівних швидкостях пересування) приблизно в 2-2.4 рази перевищує встановлену потужність приводів гусеничного ходу. Разом з тим, як підтверджується проведеними розрахунками, непродуктивні витрати енергії при пересуванні з використанням крокуючого ходу істотно менше, в результаті виключення внутрішніх втрат на тертя, властивих гусеничному ходу, і використання рекуперативного режиму при опусканні машини в процесі крокування, коли енергія віддається в мережу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Суслов Н. М. Анализ, разработка конструкций и моделирование механизмов перемещения горных машин : дис. ... докт. техн. наук : 05.05.06 / «Горные машины» / Суслов Николай Максимович; Уральский государственный горный университет. – Екатеринбург, 2005. – 224 с.

2. Семенченко А.К., Крупко И.В. Обоснование силовых и кинематических параметров в четырехопорном шагающем движетеле экскаватора./ Збірник наукових праць ДГМА.: Науковий вісник. – Краматорськ : ДГМА, 2011.

3. Крупко И.В. Математическая модель процесса перемещения экскаватора с эксцентриковым механизмом шагания.// Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет «Автомобильный транспорт». Сборник научных трудов №31, 2013. - С 188-192 .

4. Крупко И.В. Обоснование мощности привода четырехопорного шагающего механизма передвижения/ Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – Краматорськ: ДДМА. – 2013. - №1 (30) - С. 59-63