

Крупко І. В., Держинська О. В.

ОБГРУНТУВАННЯ ОПОРНОЇ СИСТЕМИ СТІЛОВОГО КРАНУ З КРОКУЮЧИМ СЕХАНІЗМОМ ПЕРЕСУВАННЯ ЗА РІЗНИХ УМОВ РОБОТИ

Ефективна робота стрілових кранів на будівельних майданчиках та при виконанні підйомно-транспортних операцій залежить від опору пересування самого крану. В роботі визначено загальний опір пересування стрілового крану на крокуючому ході. Теоретично визначено максимальний коефіцієнт зчеплення при якому відбувається виривання опорних елементів лижі з ґрунту і втрата зчеплення властивостей.

Ключові слова: кран, лижі, опір пересуванню, опорна поверхня, коефіцієнт динамічності

Актуальність дослідження. Сучасний ринок підйомно-транспортної техніки пропонує багато машин з різними видами рушіїв, які застосовуються в будівництві цивільних та військових споруд на різних ґрунтах. Найчастіше на будівництві використовуються стрілові крани на пневмоколісному, гусеничному та крокуючому ході. Широке впровадження стрілових кранів на крокуючому ході отримано при будівництві та переміщенню вантажів на слабких ґрунтах.

Постановка задачі. Одним із головних факторів у вирішенні питання про скорочення терміну простоїв крану, підвищення продуктивності праці та зниження енергоємності процесу переміщення крокуючих кранів є правильне визначення опору пересування.

Аналіз досліджень. Значний внесок в дослідженні цієї проблеми внесли Г. Пайер, М. Шеффлер [1], Беккер М.Г. [2], Лобов Н.А. [3], Іванченко Ф.К. [4]. В цих працях автори розглядають питання опору пересування кранів з різними механізмами пересування. Але, на жаль в їх дослідженнях мало приділено уваги кранам на крокуючому ході.

Метою даних досліджень є удосконалення методики визначення опору пересування стрілового крану на крокуючому ході на основі встановлених закономірностей взаємодії опорних елементів кранів з зовнішнім середовищем.

Задачі досліджень:

- проведення аналізу досліджень, розрахунків опору пересування стрілового крану з різними видами рушіїв;
- обґрунтування розрахункової схеми і визначення опору пересування стрілового крану на крокуючому ході.

Матеріали досліджень.

Опір пересуванню крокуючого стрілового крану залежить від наступних факторів: вантажопідйомності (Q); ваги крана (G); кута нахилу робочого майданчика, по якому переміщується кран (γ); коефіцієнта взаємодії опорної поверхні лиж крокуючого крану з ґрунтом ($k_{вз}$); коефіцієнта опору тертя, в залежності від типу ґрунту ($k_{тр}$); вітрових навантажень ($F_{в}$); геометричних розмірів ходової частини.

Розрахункова схема визначення опору пересування крокуючого крану приведена на рис. 1,2.

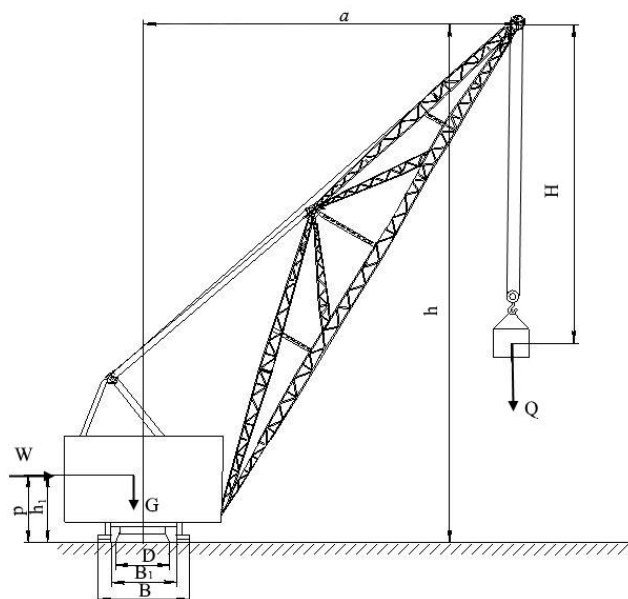


Рисунок 1 – Схема до розрахунку вантажної стійкості крокуючого стрілового крану

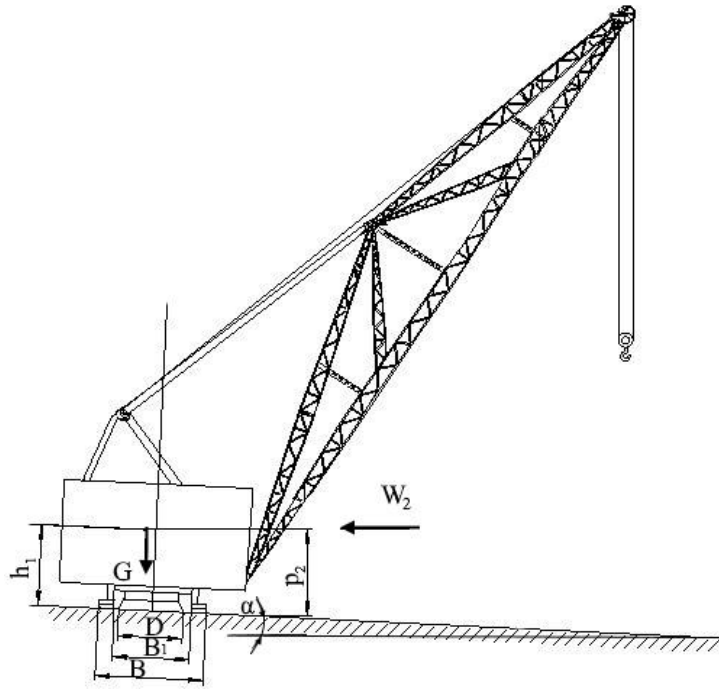


Рисунок 2 – Схема до розрахунку власної стійкості крокуючого стрілового крану

Загальний опір пересуванню крану [3]:

$$\Sigma F = 1,2F_{\text{тр}} + F_{\text{в}} + F_{\text{у}} + F_{\text{гр}}, \quad (1)$$

де $F_{\text{тр}}$ – опір тертю крокуючого ходу при переміщенні; $F_{\text{в}}$ – опір від вітрового навантаження; $F_{\text{у}}$ – опір руху від ухилу робочого майданчика; $F_{\text{гр}}$ – опір пересуванню, викликане деформацією ґрунту.

Опір тертя крокуючого стрілового крану при переміщенні без вантажу та з вантажем:

$$F_{\text{тр}} = f_{\phi} G \cos \gamma; \quad (2)$$

$$F_{\text{тр}} = f_{\phi} (G + Q) \cos \gamma_1. \quad (3)$$

де f_{ϕ} – коефіцієнт зчеплення, що враховує форму опорної поверхні лижі крану; G – вага крану; Q – вага вантажу; γ – кут нахилу при пересуванні без вантажа $\gamma = 25^\circ$, $\gamma_1 = 10^\circ$ – з вантажем.

Для розподілу поздовжніх реакцій ґрунту по переднім сторонам опорних елементів лижі використовується лінійний закон [4].

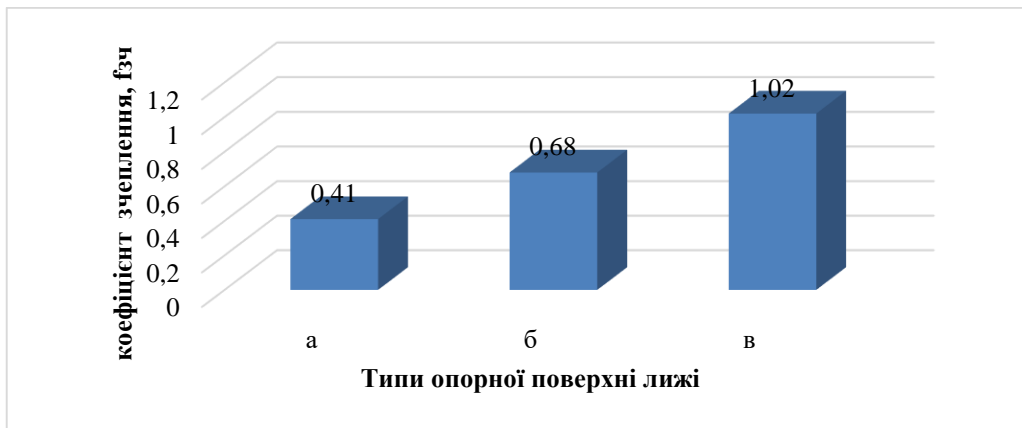
Застосуємо лінійний закон при переході до розрахунку максимального коефіцієнта зчеплення лижі крокуючого рушія з ґрунтом.

Теоретично максимальний коефіцієнт зчеплення $f_{\text{max}}^{\text{зч}}$ при якому відбувається виринання опорних елементів лижі з ґрунту і втрата зчіпних властивостей, визначається з виразу [4].

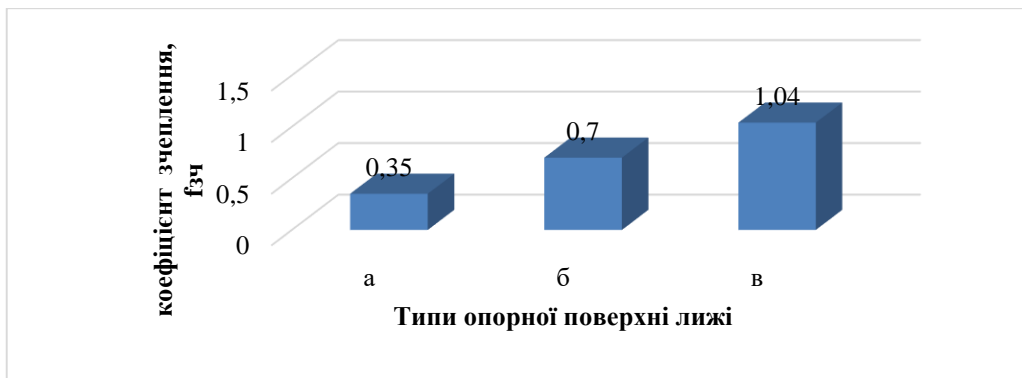
$$f_{\text{max}}^{\text{зч}} = \frac{f_2 \left(1 + \frac{h_{\text{зч}}}{b}\right)}{\tan \gamma (\tan \gamma - \rho)}, \quad (4)$$

де f_2 – емпіричний коефіцієнт, $f_2 = \left(1 + \frac{5}{h_{\text{зч}}}\right)$.

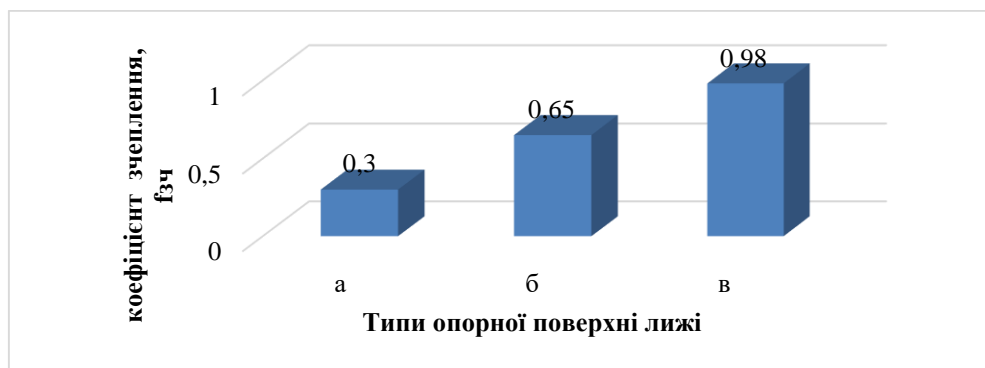
Згідно, розрахункам було побудовано наступні графіки залежності коефіцієнта зчеплення від форми опорної поверхні лижі крокуючого стрілового крану.



1-пісок



2- пісок



3- скельна поверхня

а- лижа без опорних елементів, б – лижа з прямолінійними опорними елементами , в- лижа з шевронними опорними елементами;

Рисунок 3 –Гістограма залежності коефіцієнту зчеплення від опорної поверхні лижі крокуючого стрілового крану з ґрунту

Опір пересуванню, викликаний деформацією ґрунту без вантажу та з вантажем [2]:

$$F_{\text{гр}} = f_o \cos \gamma; \quad (5)$$

$$F_{\text{гр}} = f_o (G + Q) \cos \gamma_1, \quad (6)$$

де f_o – коефіцієнт опору, який залежить від типу ґрунту [4].

Опір від сил вітру на кран і на вантаж [2]:

$$F_{\text{в}} = F_{\text{кр}} + F_{\text{ван}}; \quad (7)$$

$$F_{\text{в}} = F_{\text{кр}} q_0 n_B + F_{\text{ван}} q_0 d, \quad (8)$$

де $F_{\text{кр}}$ – навітряна площа крокуючого стрілового крану; $F_{\text{ван}}$ – навітряна площа вантажу; q_0 – швидкісний напір; n_B – поправочний коефіцієнт, що враховує зростання швидкісного напору в залежності від висоти над поверхнею ґрунту; c – аеродинамічний коефіцієнт, що враховує умови обтікання конструкції або її елементів повітряним потоком; d – коефіцієнт, що враховує динамічний вплив, що викликається пульсаціями швидкісного напору вітру.

Опір сил, викликаних ухилом [4]:

$$F_y = G \sin \gamma; \quad (9)$$

$$F_y = (G + Q) \sin \gamma_1. \quad (10)$$

Коефіцієнт динамічності механізму переміщення:

$$K_{\text{д.пер}} = \frac{P_{\text{д.пер}}}{Q_{\Gamma}},$$

де Q_{Γ} – вага вантажу,

$$P_{\text{д.пер}} = Q_{\Gamma} + P_{\text{дин}} \geq Q_{\Gamma},$$

де $P_{\text{дин}}$ – динамічне навантаження на вантажо- захоплюючий пристрій, яка залежить від характеру її розвитку в часі t та жорсткості опорної конструкції C_k .

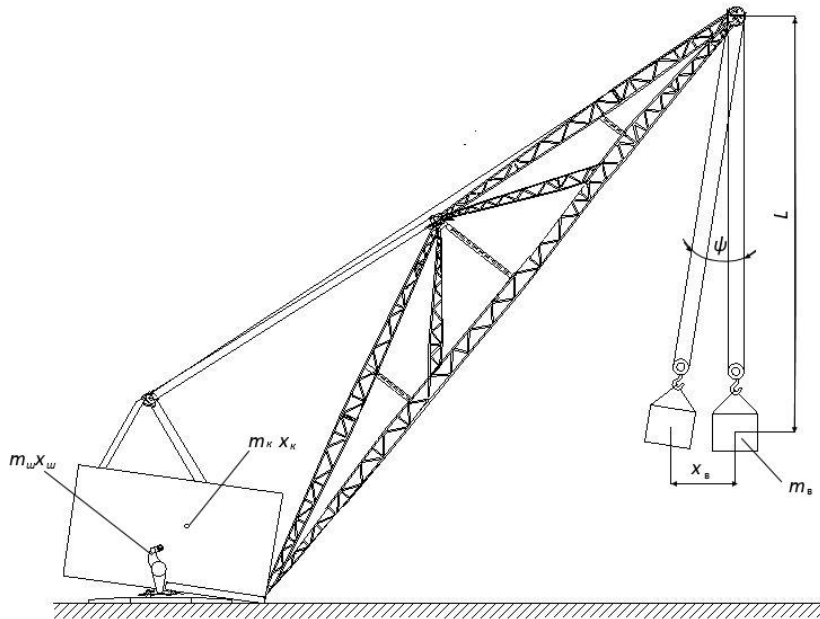


Рисунок 4 – Розрахункова схема при переміщенні крану

В даному випадку $m_{\text{в}}$ – маса вантажу, $m_{\text{к}}$ – маса крану, $m_{\text{ш}}$ – маса крокуючого рушія, Тоді

$$K_{д.пер} = 1 + (V / g) \rho = 1 + V \sqrt{(1 / (g y_{ст})) \cdot (m_{в} / (m_{к} + m_{ш} + m_{в}))},$$

де $y_{ст}$ – прогин конструкції стріли від статичного навантаження, V – швидкість переміщення крана,

$\rho = (C / (m_{к} + m_{в}))^{1/2}$ – кругова частота вільних коливань, t – поточний час.

Проведені теоретичні дослідження по наведеній методиці дозволили обґрунтувати основні параметри опорної системи крана, здатної забезпечити умови його стійкості в різні періоди роботи, причому коефіцієнт стійкості не перевищує 1.1.

Висновки. Отримані рішення дозволяють визначити прохідність та стійкість кранів, обладнаних крокуючим ходом, на слабких ґрунтах. Визначено загальний опір пересування стрілового крана. Згідно, з побудованими графіками залежності коефіцієнта зчеплення від форми опорної поверхні лижі крокуючого рушія було визначено, що при використанні опорних елементів шевронної форми коефіцієнта зчеплення збільшується в 1,5 рази.

Література

1. Пайер Г. Грузоподъемные краны. Кн. 1 / Г. Пайер, М. Шеффлер, Х. Кильхорн, [пер. с нем. М.М. Рунов, В.Н. Федосеев]; под редакцией М.П. Александрова. – М.: Машиностроение, 1981. — 216 с.
2. Беккер М.Г. Введение в теорию систем местность — машина [Текст] / М.Г. Беккер. – М.: Машиностроение, 1973. – 520 с.
3. Лобов Н.А. Динамика грузоподъемных кранов. - М.: Машиностроение, 1987. - 157 с.
4. Иванченко Ф.К. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин [Текст] / Ф.К. Иванченко и др. – К.: Вища школа, 1978. – 576 с.

Effective operation of the jib cranes on the construction sites and in the performance of hoisting and transport operations depends on the resistance of the movement of the crane itself. In the work the general resistance of the movement of the jib crane on the stepping stroke is determined. The maximum coefficient of clutch at which the lifting of the supporting elements of the skis from the ground occurs and the loss of coupling properties is determined theoretically.

Der effektive Betrieb der Auslegerkräne auf den Baustellen und bei der Durchführung von Hebe- und Transportvorgängen hängt von der Widerstandsfähigkeit der Kranbewegung ab. In der Arbeit wird der generelle Widerstand der Bewegung des Auslegerkrans gegenüber dem Stufenhub ermittelt: Der maximale Kupplungsbeiwert, bei dem das Abheben der Stützelemente der Skier vom Boden erfolgt und der Verlust der Kupplungseigenschaften wird theoretisch bestimmt.