

УДК 621.874

**Корнєєв Євгеній Валерійович**

інженер з ремонту механічного обладнання

ПАО «Південний гірничо-збагачувальний комбінат»

**МОДЕРНІЗАЦІЯ МЕХАНІЗМУ КЕРУВАННЯ ГРЕЙФЕРНОГО  
КРАНУ. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МОДЕРНІЗОВАНОГО  
МЕХАНІЗМУ ВІДКРИВАННЯ-ЗАКРИВАННЯ ЩЕЛЕП ГРЕЙФЕРА  
MODERNIZATION OF CONTROL MECHANISM CLAMSHELL  
CRANE. THE SUBSTANTIATION OF THE MODERNIZED  
SELECTION OF THE OPENING MECHANISM CLAMSHELL JAWS**

**Анотація:** В роботі була розроблена надійніша конструкція механізму керування грейфером. Було встановлено, що застосування грейфера зазначеної конструкції може скоротити енерговитрати та поліпшити умови експлуатації.

**Ключові слова:** грейферний кран, механізм керування, візок крана, канат.

**Summary:** In the work was developed reliable construction clamshell crane control mechanism. It was found that the use of new clamshell construction can reduce energy consumption and improve conditions of exploitation.

**Key words:** clamshell crane, control mechanism, trolley, rope.

### Вступ

На сьогоднішній день головною проблемою гірничо-збагачувального та металургійного виробництв є висока собівартість продукції, що є наслідком значних енергетичних витрат, витрат на сировину, паливо, обслуговування та ремонт необхідного для переділу устаткування.

Агломераційні фабрики обладнанні складами шихтових матеріалів. Для пересування і усереднення сипучих матеріалів використовують крани грейферного типу. Крани обладнані двома електроприводами – приводом механізму підймання грейфера та приводом механізму відкривання – закривання щелеп грейфера. В грейферах застосовуються поліспастичні блоки. Мета роботи – поліпшення умов експлуатації і скорочення енерговитрат за рахунок застосування грейфера з новим механізмом керування.

### Аналітична частина

Грейферні крани відносять до підйомно-транспортного обладнання. На ПАТ «ПівдГЗК» в агломераційному цеху застосовують грейферні крани з об'ємом грейфера  $3\text{м}^3$ . На складі коксу встановлено 2 крани, на складі вапняку встановлено 3 крани. Кран рухаючись по рельсовим шляхам уздовж складу виконує наступні операції: розвантажує полувагони, транспортує матеріал по площі складу і забезпечує постійне заповнення бункера шихтою.

Грейфер (рис.1) складається з двох щелеп 1, шарнірно з'єднаних з тягами 2. Для збільшення зусиль при зачерпуванні матеріалу на грейфері встановлені поліспастичні блоки 3. Грейфер відкривається за рахунок застосування приводу механізму відкривання-закривання щелеп.

Аналіз конструкції грейфера і умов експлуатації дає всі підстави вважати, що у існуючого грейфера існує ряд недоліків, а саме: значні енерговитрати, експлуатаційні витрати – витрати на придбання канату. Дані недоліки усуваються шляхом застосування грейфера нової конструкції.

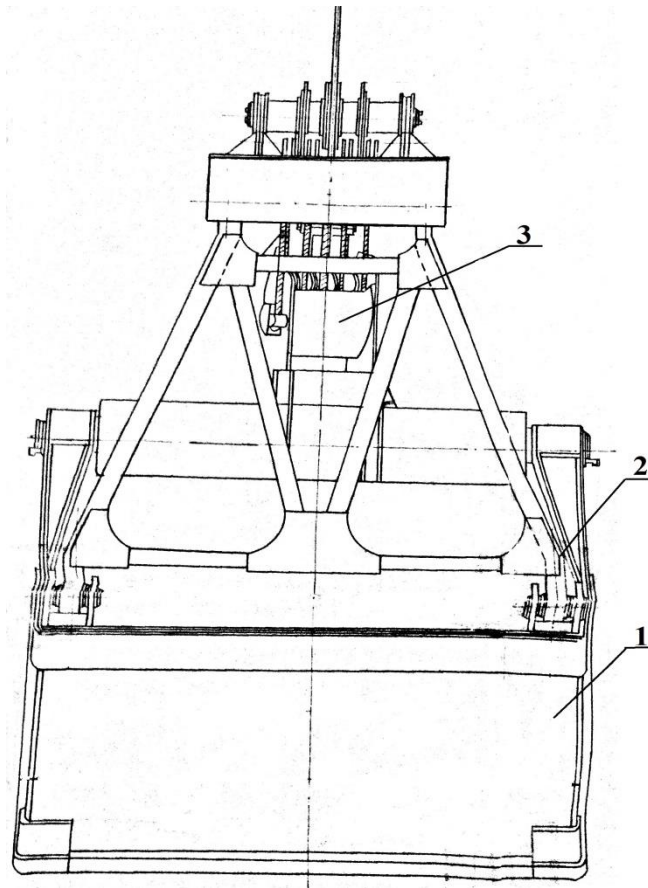


Рис. 1. Двоканатний грейфер

Грейфер зображено на рис.2. Грейфер складається з двох щелеп 1, шарнірно з'єднаних з тягами 2 верхньою траверсою 3. До канату 4 підвішений канатний блок 5. До складу канатного блока входять: гак 6 і упор 7. Гак 6 зчеплений з віссю упора 8. До гаку приварений кронштейн, до якого приєднаний вантажний канат 9, який призначений для відкриття щелеп. Вантажний канат 9 огинає блоки 10 і з'єднується з електроталлю.

У відкритому положенні грейфер (рис.3) опускається на вантаж. Кранівник послаблює канат 4 і канатний блок 5 опускається на упор 7. Вантажний канат 9 послаблюється і гак 6 з'єднується з віссю упора 8. Грейфер підіймається зачерпуючи вантаж.

Закритий грейфер може переміщуватись у межах робочого майданчику. При досягненні точки розвантаження (бункера) грейфер опускається до зіткнення з решіткою бункера. Кранівник послаблює канат 4 (водночас послаблюється канат 9) і канатний блок опускається на упор 7.

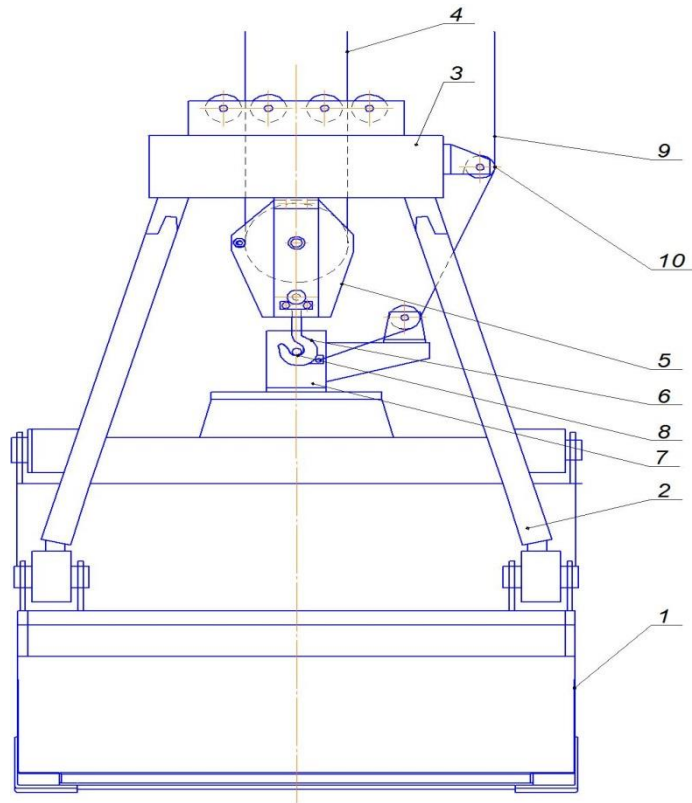


Рис.2. Модернізована конструкція грейфера з канатним блоком

Кранівник натягує вантажний канат 9 тим самим виводить гак 6 із зачеплення з віссю упора 8. Грейфер підіймається зачерпуючи вантаж. Вантаж висапається.

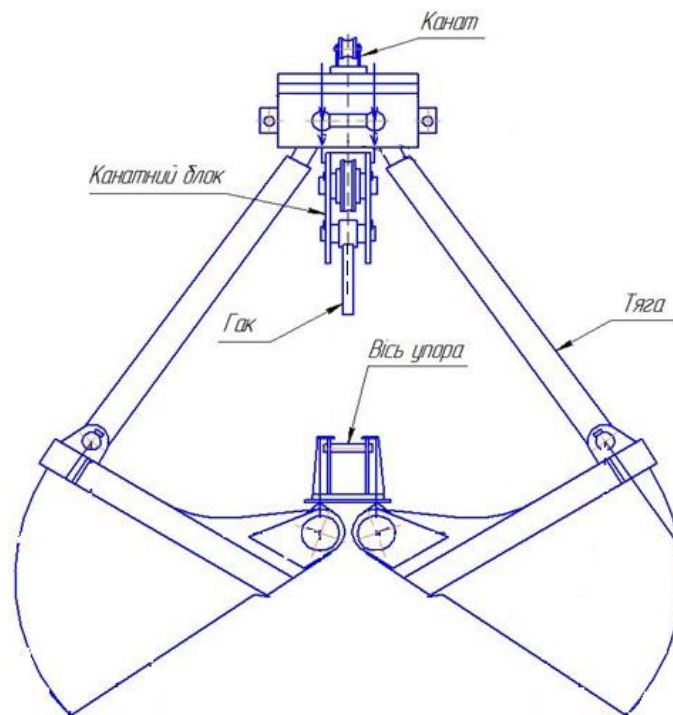


Рис.3. Грейфер у відкритому положенні

### Розрахункова частина

Зусилля на гаку крана: за паспортом  $S_{кр} = Q_{кр} = 10m$ ;

Приймаємо перевантажувальний матеріал - кокс, з щільністю  $\rho_0 = 1 \frac{m}{m^3}$  і крупністю 0,08 м;

Коефіцієнт тертя коксу по сталі:  $f_0 = 0,6$ ;

Початковий опір здвигу:  $\tau = 0,3кПа$ ;

Визначимо питомий тиск входження щелеп у кокс за формулою Вайнсона А.А. [1]

$$p_0 = \left(1 + \frac{a_{\kappa}}{S_0}\right) \cdot \left[31 \cdot \rho_0 \cdot f_0^2 \cdot y_{\text{ср}} \cdot g + \tau \left(31 \cdot f_0 - \frac{1}{f_0}\right)\right], \quad (1)$$

де  $a_{\kappa}$  - розмір куска коксу,  $a_{\kappa} = 0,08m$ ;  $S_0$  - товщина листа щелеп грейфера з урахуванням скосу кромки,  $S_0 = 0,02m$ ;  $y_{\text{ср}}$  - середнє рекомендоване занурення щелеп в кінці замикання.

$$p_0 = \left(1 + \frac{0,08}{0,02}\right) \cdot \left[31 \cdot 1 \cdot 0,6^2 \cdot 0,385 \cdot 9,8 + 0,3 \left(31 \cdot 0,6 - \frac{1}{0,6}\right)\right] = 296кПа$$

Сила опору входження щелеп

$$P_1 = B \cdot S_0 \cdot p_0, \quad (1.1)$$

де  $B$  - ширина грейфера,  $B = 2,1m$

$$P_1 = 2,1 \cdot 0,02 \cdot 296 = 12,5кН$$

Сила опору переміщенню коксу по щелепам і тертя у неї

$$P_0 = 0,5P_1 \quad (1.2)$$

$$P_0 = 0,5 \cdot 12,5 = 6,3кН$$

Коефіцієнт  $k_{\varepsilon}$

$$k_{\varepsilon} = \frac{\rho \cdot y_{\text{ср}}^2 \cdot \text{tg} \varphi \cdot \text{ctg}^2 \gamma_0 \cdot \sin \mu'}{6s_0 \cdot p_0 \cdot \sin \varepsilon_{\text{ср}}}, \quad (1.3)$$

де  $\varphi$  - кут тертя коксу об сталь,  $\varphi = 31^\circ$ ;  $\gamma_0$  - кут ковзання,  $\gamma_0 = 29,5^\circ$ ;  $\mu'$  - кут нахилу стінки розкритого грейферу,  $\mu' = 63^\circ$ ;  $\varepsilon_{\text{ср}}$  - середній задній кут щелеп,  $\varepsilon_{\text{ср}} = 52^\circ$

Підставляючи значення у 1.3, отримаємо:

$$k_{\varepsilon} = \frac{1 \cdot 0,385^2 \cdot \text{tg}31 \cdot \text{ctg}^2 29,5 \cdot 0,891}{6 \cdot 0,02 \cdot 296 \cdot 0,788} = 0,064$$

Параметр С

$$C = 2p_0 \frac{s_0}{B \cdot \rho \cdot R_0 \cdot g} (1 + k_{\varepsilon}), \quad (1.4)$$

де  $R_0$  - висота щелеп,  $R_0 = 1,8\text{м}$

$$C = 2 \cdot 296 \frac{0,02}{2,1 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 9,8} (1 + 0,064) = 0,34$$

Так як  $C = 0,34$ , то приймаємо силу кратність поліспасти  $U_C = 1,96$  по [1].

За номограмою з [1], знаходимо коефіцієнти  $T_1 \dots T_6$

C	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$
0,34	5	10	4	12	6	7

Необхідна мінімальна вага грейфера  $T_1 \dots T_6$

$$G_{zp} = \frac{v \cdot \rho \cdot g \cdot \left[ 1 + 0,75k_{\phi} \frac{R_0}{E} \cdot \text{tg}(\varphi + \varepsilon_K) \cdot (1 + K_K) \right] \cdot T_1 + 2P_1 \cdot T_2 + 1,5k_{\phi} \cdot \frac{R_0}{E} \cdot P_0 \cdot T_3}{(U_C - 0,7)T_4 + 0,45 \frac{r}{E} T_5 + 0,1T_6}, \quad (1.5)$$

де  $E$  - плече грейфера,  $E = 1,2\text{м}$ ;  $k_{\phi}$  - коефіцієнт враховуючий вплив форми щелеп і який залежить від кратності поліспасти,  $k_{\phi} = 1,4$

$$G_{zp} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 9,8 [1 + 0,75 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,68] T_1 + 2 \cdot 12,5 T_2 + 1,5 \cdot \frac{1,8}{1,2} \cdot T_3}{(1,96 - 0,7) T_4 + 0,4 \cdot 0,36 T_5 + 0,1 T_6} = 4300\text{кг}$$

Це означає, що гарантоване зачерпування коксу буде при вазі грейфера 4,3 т, а рекомендований грейфера має вагу 4,5 т.

Визначення параметрів електроталі

Загальне зусилля на гаку

$$Q = Q_{zp} + Q_{\varepsilon}, \quad (1.6)$$

де  $Q_{zp}$  - маса грейферу,  $Q_{zp} = 6,7\text{т}$ ;  $Q_{\varepsilon}$  - маса вантажу (коксу),  $Q_{\varepsilon} = 3\text{т}$

$$Q = 6,7 + 3 = 9,7\text{т}$$

Сила тертя (зусилля необхідне для виходу гака із зачеплення)

$$F = K \cdot Q, \quad (1.7)$$

де  $K$  - коефіцієнт тертя ковзання,  $K = 0,1$

$$F = 0,1 \cdot 9,7 = 0,97m$$

Зусилля підняття вантажу електроталлю

$$R = \frac{F_{mp}}{\cos \alpha}, \quad (1.8)$$

де  $\alpha = 15^\circ$  - за кресленням

$$R = \frac{0,97}{\cos 15^\circ} = 1m$$

### **Висновки**

У пропонованому грейферу спрощена його конструкція, що дозволяє спростити складання і ремонт грейфера.

Також у модернізованій конструкції грейфера виключається операція запасовки канатів.

Значна перевага у пропонованого грейфера полягає в тому, що виключається із експлуатації електродвигун механізму замикання щелеп грейфера марки МТН 611-10, потужністю 45 кВт.

### **Література**

1. Вайнсон А. А. Подъемно–транспортные машины – М.: Машиностроение, 1976 г. – 431 с.