

МЕТОДИКА ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ КОЕФИЦИЕНТА НА УСТОЙЧИВОСТ НА ХИДРАВЛИЧНИ ЕДНОКОФОВИ БАГЕРИ ПО ВРЕМЕ НА ДВИЖЕНИЕ

Иван Минин

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, minin@dir.bg

РЕЗЮМЕ. Създадена е методика за определяне на коефициента на устойчивост на хидравличните еднокочови багери. Разгледани са най-опасните положения на багера по време на движение нагоре и надолу. Изведени са зависимости за определяне на коефициента на устойчивост. За създаване на методиката са използвани конструкциите на хидравличните еднокочови багери тип O&K RH 200 C и ЭО-6124.

METHODOLOGY FOR DETERMINATION THE COEFFICIENT OF RESISTANCE OF HYDRAULIC SHOVELS DURING MOVEMENT

Ivan Minin

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, minin@dir.bg

ABSTRACT. It was designed a methodology for the determination of the coefficient of resistance of hydraulic one bucket excavators, "shovel" type. The most dangerous positions of the shovel while moving upwards and downwards were examined. The relations to determine the coefficient of resistance were derived. For the methodology design were used the constructions of the hydraulic shovels, type "O & K RH 200 C" and EO-6124.

Под статична устойчивост на багера се разбира способността му да стои стабилно върху ходовия механизъм при работа или в движение. Статичното изчисляване на багерите се извършва при конструирането им и при експлоатацията в следните случаи:

- когато вместо стандартна кофа се използва кофа с по-голям обем;
- при замяна на работния орган с друг, нехарактерен за модела;
- когато машината работи в тежки условия.

Като критерий за устойчивостта на багера служи т.н. коефициент на устойчивост k_y , който представлява отношение на сумата на моментите на задържащите сили $\sum M_Z$ и сумата на моментите на обръщащите $\sum M_O$.

$$k_y = \frac{\sum M_Z}{\sum M_O} \geq 1,05 \div 1,2 \quad (1)$$

1. Статична устойчивост на хидравличните еднокочови багери през време на движение нагоре

Технологията на работа на хидравличните багери изисква честото им преместване, дори в границата на един забой, което налага осигуряването на висока мобилност чрез повишена тяговъоръженост на гъсеничния ходов механизъм. Това, в съчетание с по-малката в сравнение с въженомеханичните багери маса, позволява преодоляване

на по-големи наклони. Всичко това създава предпоставки за възникване на различни критични ситуации, при които е възможна загуба на устойчивост и обръщане на багера при движение. Двете най-опасни ситуации, характеризирани се с минимална стойност на коефициента на устойчивост са при движение нагоре и надолу.

При движение нагоре най-опасна за устойчивостта на багера е следната ситуация (Фиг. 1):

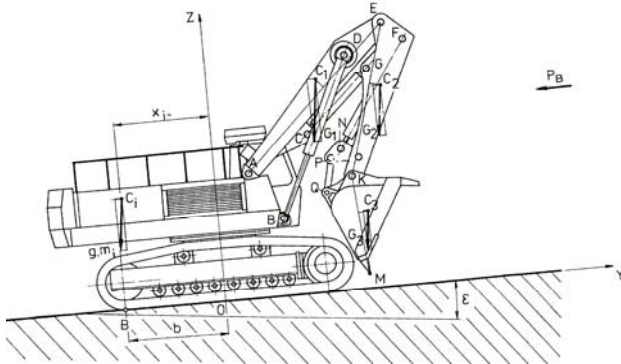
- багерът се движи нагоре по терен с максимален наклон, лимитиран от мощността на двигателите на гъсеничния ходов механизъм;
- горният строеж е разположен надлъжно на гъсеничната ходова платформа по посока на движението;
- работният орган е по посока на движение и е максимално прибран към горния строеж, при което създаваният от него задържащ момент е максимален;
- максимално допустимото ветрово натоварване действа по посока на нисходящия наклон.

Пълният задържащ момент $\sum M_Z$ се създава от косинусовите компоненти на теглата на всички елементи на горния строеж и гъсеничната ходова платформа, разположени пред линията на обръщане от страна на работния орган, и косинусовата компонента на теглото на работния орган.

Пълният обръщащ момент $\sum M_O$ се създава от косинусовите компоненти на теглата на всички елементи на горния строеж и гъсеничната ходова платформа, разположени зад линията на обръщане от страната на

противотежестта, от синусовите компоненти на теглата на всички елементи на горния строеж, ходовата платформа и работния орган и от ветровото натоварване.

Линията на обръщане минава през точката на контакт на опъващото (задно по посока на движение) колело с терена (т. В на фиг.1)



Фиг. 1. Сили действащи на багера при движение нагоре

1.1. Обръщач момент и задържач момент, създавани от гъсеничната ходова платформа

Спрямо линията на обръщане, успоредна на ос Ox и отстояща от нея на разстояние b , преобръщачият и задържачият моменти могат да се пресметнат по формулите:

$$M_{O1} = g \left[\sum_{i=1}^{n_1} m_i (|y_i| - b) \cdot \cos \varepsilon + \sum_{i=1}^{n_1+n_2} m_i \cdot z_i \cdot \sin \varepsilon \right] + P_D F_H \cdot z_H, Nm. \quad (2)$$

$$M_{Z1} = g \sum_{i=1}^{n_1} m_i (y_i + b) \cos \varepsilon, Nm \quad (3)$$

където: n_1 е броят на елементите на ходовата платформа, за чиито ординати е изпълнено условието $y_i < -b$;

- n_2 - броят на елементите на ходовата платформа, за чиито ординати е изпълнено условието $y_i > -b$;

- F_H, m^2 - площ на гъсеничната ходова платформа при поглед отпред;

- z_H, m - апликата на геометричния център на F_H ;

- P_D, Pa - динамично налягане на вятъра.

1.2. Обръщач момент и задържач момент, създавани от горният строеж на багера

Пълният обръщач и задържач момент могат да бъдат определени от формулите:

$$M_{O2} = g \left[\sum_{i=1}^{n_1} m_i (|y_i| - b) \cdot \cos \varepsilon + \sum_{i=1}^{n_1+n_2} m_i \cdot z_i \cdot \sin \varepsilon \right] + P_D F_{GC} \cdot z_{GC}, Nm. \quad (4)$$

$$M_{Z2} = g \sum_{i=1}^{n_1} m_i (y_i + b) \cos \varepsilon, Nm \quad (5)$$

където: n_1 е броят на елементите на ходовата платформа, за чиито ординати е изпълнено условието $y_i < -b$;

- n_2 - броят на елементите на ходовата платформа, за чиито ординати е изпълнено условието $y_i > -b$;

- F_{GC}, m^2 - площ на горния строеж при поглед отпред;

- z_{GC}, m - апликата на геометричния център на F_{GC} ;

- P_D, Pa - динамично налягане на вятъра.

1.3. Обръщач момент и задържач момент, създавани от теглото на работния орган на багера

Задържачият момент от теглото на стрелата е най-малък, когато тя е максимално приближена към оста на въртене. Това условие е изпълнено при напълно изваден бутален прът на цилиндър $Ц_2$ или когато $BD = L_{1MAX}$.

Положението на ръката се определя също спрямо описаното положение. При така определеното положение на работния орган задържачият момент, създаван от него, може да бъде определен съгласно израза:

$$M_{ZPO} = G_1 (x_{C1} + b) \cos \varepsilon + G_2 (x_{C2} + b) \cos \varepsilon + G_3 (x_{C3} + b) \cos \varepsilon, Nm. \quad (6)$$

Обръщачият момент се определя от израза:

$$M_{OPO} = \sin \varepsilon [G_1 \cdot z_{C1} + G_2 \cdot z_{C2} + G_3 \cdot z_{C3}] + P_D \cdot F \cdot z_{PO}, Nm \quad (7)$$

където: F, m^2 - площ на работния орган в описаното състояние при поглед отпред;

- z_H, m - апликата на геометричния център на F ;

- P_D, Pa - динамично налягане на вятъра.

1.4. Пълни обръщач и задържач моменти. Коефициент на устойчивост на багера при движение нагоре

Пълният обръщач момент може да бъде определен съгласно израза:

$$\sum M_O = M_{O1} + M_{O2} + M_{OPO}, Nm \quad (8)$$

Пълният задържач момент се определя от израза:

$$\sum M_Z = M_{Z1} + M_{Z2} + M_{ZPO}, Nm \quad (9)$$

Коефициентът на сигурност на багера при движение нагоре се определя съгласно израза:

$$k_{y3} = \frac{\sum M_Z}{\sum M_O} \geq 1,15 \quad (10)$$

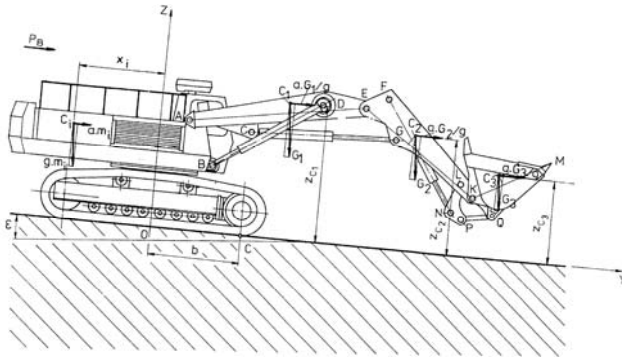
2. Статична устойчивост на хидравличните еднокофови багери през време на движение надолу.

При движение надолу най-опасна за устойчивостта на багера е следната ситуация (Фиг. 2):

- багерът се движи надолу по терен с максимален наклон и се разглежда момент, в който започва спиране от движение;
- горният строеж е разположен надлъжно на гъсеничната ходова платформа по посока на движението;
- работният орган е по посока на движение и е максимално изнесен напред, при което създаваният от него обръщач момент е максимален;
- максимално допустимото ветрово натоварване действа по посока на низходящия наклон.

Пълният задържащ момент $\sum M_Z$ се създава от косинусовите компоненти на теглата на всички елементи на горния строеж и гъсеничната ходова платформа, разположени зад линията на обръщане от страна на противотезестта.

Пълният обръщач момент $\sum M_O$ се създава от косинусовите компоненти на теглата на всички елементи на горния строеж и гъсеничната ходова платформа, разположени пред линията на обръщане от страната на работния орган, от синусовите компоненти на теглата на всички елементи на горния строеж, ходовата платформа и работния орган и от ветровото натоварване.



Фиг. 2. Сили действащи на багера при движение надолу

Линията на обръщане минава през точката на контакт на задвижващите (предни по посока на движение) колела с терена (т. С на фиг. 2).

2.1. Обръщач момент и задържащ момент, създавани от гъсеничната ходова платформа

Спрямо линията на обръщане, успоредна на ос OX и отстояща от нея на разстояние b , преобръщачият и задържащият моменти могат да се определят по формулите:

$$M_{O1} = g \left[\sum_{i=1}^{n_1} m_i (b - |y_i|) \cdot \cos \varepsilon + \sum_{i=1}^{n_1+n_2} m_i \cdot z_i \cdot \sin \varepsilon \right] + P_D F_H \cdot z_H, Nm. \quad (11)$$

$$M_{Z1} = g \sum_{i=1}^{n_1} m_i (b - y_i) \cos \varepsilon, Nm \quad (12)$$

където: n_1 е броят на елементите на ходовата платформа, за чиито ординати е изпълнено условието $y_i < -b$;

- n_2 - броят на елементите на ходовата платформа, за чиито ординати е изпълнено условието $y_i > -b$;

- F_H, m^2 - площта на гъсеничната ходова платформа при поглед отпред;

- z_H, m - апликаата на геометричния център на F_H ;

- P_D, Pa - динамично налягане на вятъра.

2.2. Обръщач момент и задържащ момент, създавани от горния строеж на багера

Пълният обръщач и задържащ момент се определят:

$$M_{O2} = g \left[\sum_{i=1}^{n_1} m_i (b - |y_i|) \cdot \cos \varepsilon + \sum_{i=1}^{n_1+n_2} m_i \cdot z_i \cdot \sin \varepsilon \right] + P_D F_{GC} \cdot z_{GC}, Nm. \quad (13)$$

$$M_{Z2} = g \sum_{i=1}^{n_1} m_i (b - y_i) \cos \varepsilon, Nm \quad (14)$$

където: n_1 е броят на елементите на ходовата платформа, за чиито ординати е изпълнено условието $y_i < -b$;

- n_2 - броят на елементите на ходовата платформа, за чиито ординати е изпълнено условието $y_i > -b$;

- F_{GC}, m^2 - площ на горния строеж при поглед отпред;

- z_{GC}, m - апликаата на геометричния център на F_{GC} ;

- P_D, Pa - динамично налягане на вятъра.

2.3. Обръщач момент и задържащ момент, създавани от теглото на работния орган на багера

Обръщачият момент от теглото на стрелата е най-голям, когато тя е максимално отдалечена от оста на въртене.

При така определеното положение на работния орган задържащият момент създаван от него може да бъде определен съгласно израза:

$$M_{ZPO} = g \left[\sum_{i=1}^{n_1} m_i (y_{Ci} - b) \cos \varepsilon + z_{Ci} \sin \varepsilon \right], Nm \quad (15)$$

Обръщачият момент се определя от израза:

$$M_{OPO} = g \sum_{i=1}^{n_2} m_i \cdot y_i \cdot z_i \sin \varepsilon, Nm \quad (16)$$

2.4. Пълни обръщач и задържащ моменти. Коефициент на устойчивост на багера при движение надолу

Пълният обръщач момент може да бъде определен съгласно израза:

$$\sum M_O = M_{O1} + M_{O2} + M_{OPO} + M_B + z_{IN} \cdot P_{IN}, Nm \quad (17)$$

Пълният задържащ момент се определя от израза:

$$\sum M_Z = M_{Z1} + M_{Z2}, Nm \quad (18)$$

където $P_{IN} = m \cdot a, N$ е инерционната сила при спиране.

Коефициентът на сигурност на багера при движение на долу се определя съгласно израза:

$$k_{y4} = \frac{\sum M_Z}{\sum M_O} \geq 1,15 \quad (19)$$

Изводи

В методиката са разгледани две от най – опасните положения на багера по време на движение. Положението на работния орган на багера зависи от положението на буталните пръти на трите двойки хидравлични цилиндри,

задвижващи стрелата, ръката и кофата. Следователно положението на работния орган на багера при движение може да бъде различно от разгледаните. Използвайки методиката, може да бъде създадена компютърна програма, която да изчислява коефициента на устойчивост при различни положения на работния орган и да определя най-критичната ситуация.

Литература

- Гаврилов Н. И. и др. 1980. *Гидравлический экскаватор ЭО-4121*, Москва, Машиностроение.
- Гоберман Л. А., 1988. *Основы теории, расчета и проектирования строительных и дорожных машин*, Москва, Машиностроение.
- Technisches Handbuch Erdbewegung*. Ausgabe 1985, Liebherr-Internatinal AG.

Статията е препоръчана за публикуване от кат. „Механизация на мините“.