

## МЕТОДИКА ЗА ИЗБОР НА АВТОКРАН ЗА ПОВДИГАНЕ, ПРЕМЕСТВАНЕ, ТОВАРЕНЕ И РАЗТОВАРВАНЕ НА ТЕЖКИ ДЕТАЙЛИ В ОТКРИТИТЕ СКЛАДОВЕ НА МИННИТЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Симеон Савов<sup>1</sup>, Иван Минин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: ss.ss@abv.bg

<sup>2</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: minin@dir.bg

**РЕЗЮМЕ.** Разработена е методика за избор на автокран за повдигане на големогабаритни и тежки детайли. Методиката се отнася както за работа с един автокран, така и при използването на два броя кранове. Тя включва аналитични изрази за определяне на товароподемността на избраната машина и проверка с коефициент на сигурност.

METHODS FOR CHOICE OF CRANE FOR LIFTING, MOVING, LOADING AND UNLOADING OF HEAVY DETAILS, IN MINING ENTERPRISES' OPEN-AIR WAREHOUSES

Simeon Savov<sup>1</sup>, Ivan Minin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: ss.ss@abv.bg

<sup>2</sup> University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: minin@dir.bg

**ABSTRACT.** There are methods developed for choice of crane for lifting of large scale and heavy details. These methods refer both to work with one crane and use of two cranes. They include analytical expressions that determine loadability of a chosen machine and check via a safety coefficient.

### 1. Детайли и възли подлежащи на повдигане

Развитието на минната техника в последните години доведе до използването на свръх тежки и едрогабаритни машини и съоръжения в откритите рудници. Освен многокофовите багери в експлоатация влязоха големи еднокюфиви хидравлични багери и полумобилни трощачни комплекси. Всички тези машини и съоръжения се нуждаят от ремонт, който е свързан с товарене, преместване и разтоварване на тежки възли и детайли в откритите складове на минните предприятия.

### 2. Примерна схема на работа на автокран и основни геометрични параметри.

Нека разгледаме детайл от полумобилен трощачен комплекс. Всеки един от основните детайли се разтоварва от трощачния комплекс посредством портален кран с необходимата товароподемност върху автомобилен влекач. Той транспортира детайла до ремонтна площадка, където посредством избираният автокран, детайлът първоначално се повдига от платформата на влекача. Следва изтегляне на влекача след което детайлът се поставя на площадката. На фигура 1 е показана схемата

на работа на автокрана при разтоварване на тяло горно на конусна трощачката, което е с най-голям диаметър и маса.

### 3. Последователност при определяне на товароподемността при работа с един автокран

#### 3.1. Определяне на координатите на точка А съвпадаща с куката на автокрана при повдигане на съответния детайл.

С автокрана се свързва относителна пространствена Декартова координатна система OXYZ, ориентирана така, че: ос OZ лежи в равнината на симетрия на стрелата и пресича точката на окачване на хидравличният цилиндър повдигащ стрелата на крана; ос OX лежи в равнината на стоене на крана и се дава от пресечницата на тази равнина с равнината на симетрия на изпълнителния орган; ос OY е перпендикулярна на равнината XOZ и заедно с осите OX и OZ образува дясно ориентирана Декартова координатна система.

Координатата на точка А по хоризонталната ос може да се определи по формулата:

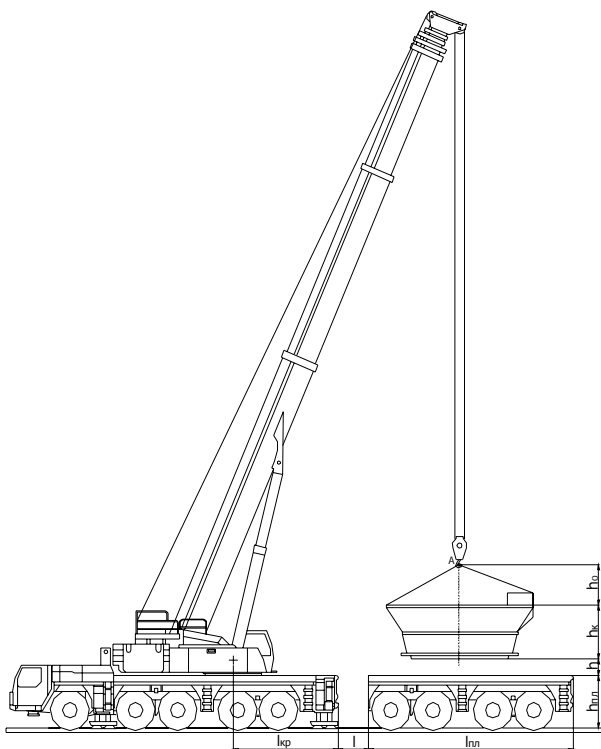
$$x_A = l_{кр.} + l + \frac{l_{III}}{2}, m \quad (1)$$

където:

$l_{кр}, m$  е разстоянието между точката на окачване на хидравличният цилиндър до крайният габарит на автокрана по посока на повдигания детайл. Този параметър трябва да е посочен в офертата на автокрана или е показан на чертеж;

$l, m$  - разстояние между автокрана и транспортното средство доставящо или връщащо детайла. Това разстояние се определя като се отчита безопасността при движението на влекача, както и възможността от люлеене на товара при повдигане и спускане. Може да се приеме от 1 до 2 метра;

$l_{пл}, m$  - дължина на транспортната платформа. Освен габарита на платформата трябва да се съобрази и дали тя ще бъде разположена напречно или надлъжно. Поради това, че при надлъжно разположение се изисква по-голяма товароподемност се разглежда точно такъв вариант.



Фиг. 1.

Координатата на точка А по вертикалната ос може да се определи по формулата:

$$z_A = h_{пл} + h + h_D + h_O, m \quad (2)$$

където:

$h_{пл}, m$  е височината на транспортната платформа с която разполагате;

$h, m$  - височината между автокрана и транспортното средство доставящо или връщащо детайла. Това разстояние се определя като се отчита безопасността при повдигане на детайла. Може да се приеме до 1 метър;

$h_D, m$  - височина на повдигания или спускан детайл (от чертежите на трощачката);

$h_O, m$  - височина на окачване на детайла. Тази височина зависи от дължината на въжетата, с които се закачва детайла към куката на крана. Увеличаването на дължината на въжетата намалява ъгълът, който сключват въжетата от една страна, а от друга се увеличава силата във въжетата, което води до избор на въжета с по-голями сечения. Поради това се приема този ъгъл да достига минимална стойност от  $45^\circ$ . Това е положение, при което височината на окачване е максимална.

Следователно може да бъде определена по формулата:

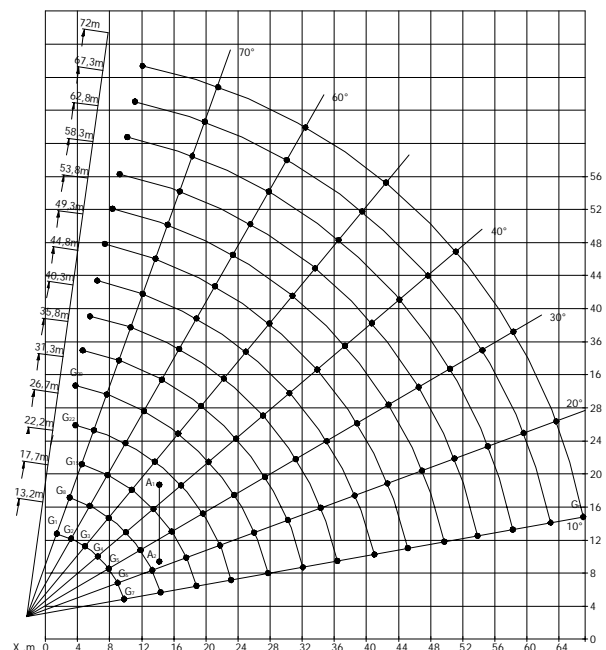
$$h_O = \frac{l_D}{2 \cdot \frac{45^\circ}{\text{tg}}} = \frac{l_D}{2 \cdot \text{tg} 22,5^\circ}, m \quad (3)$$

където:

$l_D, m$  е дължината или диаметърът на повдигания или спускан детайл.

### 3.2. Нанасяне на точка А върху подземната товарна характеристика на автокрана.

Подемните товарни характеристика се предоставят от фирмите производители и показват графично зависимостта на подземната сила от разположението и дължината на стрелата на автокрановете. Предоставят се за различни маси на противотежестите на крана. Освен графично те се представят и в табличен вид. Примерни характеристики са показани на фиг.2.



Фиг. 2.

Следва изчертаването на точка А върху тези графики. Това става със съответния мащаб който е оказан на графиките. Точка А се нанася в две положения,  $A_1$  при

повдигнат максимално детайл и  $A_2$ , когато детайлът е спуснат на площадката. Координатите на точка А тогава ще бъдат:

$$x_{A1} = l_{кр} + l + \frac{l_{плл}}{2}, m \quad (4)$$

При вдигнат детайл:

$$z_{A1} = h_{плл} + h + h_{д} + \frac{l_{д}}{2 \cdot \text{tg} 22,5^\circ}, m \quad (5)$$

$$x_{A2} = l_{кр} + l + \frac{l_{плл}}{2}, m \quad (6)$$

При спуснат детайл:

$$z_{A2} = h_{д} + \frac{l_{д}}{2 \cdot \text{tg} 22,5^\circ}, m \quad (7)$$

Накрая свързваме точка  $A_1$  с точка  $A_2$  и получаваме отсечка, която представлява траекторията описваща куката на крана.

### 3.3. Проверка на автокрана

Приемаме, че избраният автокран е удачно избран, ако е изпълнено условието:

$$G_{A1,A2} > 1,1G_{д} \quad (8)$$

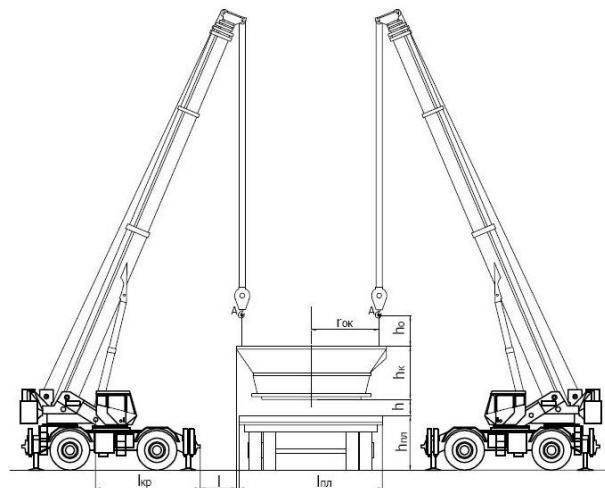
където:

$G_{A1,A2}, t$  - товароподемността на автокрана, която се определя от подемите графични характеристики;

$G_{д}, t$  - маса на детайла.

## 4. Последователност при определяне на товароподемността при използването на два автокрана

В някои случаи е удачно да бъде използвана схема вместо с един автокран с висока цена, да се премине на схема с два броя автокранове с по-малка товарносимост и по-ниска цена. Това води и до други предимства, а именно че минното предприятие ще разполага вместо с едно с две подемени съоръжения, които могат да се използват едновременно през останалото време. На фигура 3 е показана схемата на работа с два броя автокранове при разтоварването на тяло горно на трошачка.



Фиг. 3.

### 4.1. Определяне на координатите на точка А съвпадаща с куката на автокрановете при повдигане на съответния детайл с два крана.

Координатата на точка А по хоризонталната ос може да бъде определена по формулата:

$$x_A = l_{кр} + l + \frac{D}{2} - r_{ок}, m \quad (9)$$

където:

$l_{кр}, m$  е разстоянието между точката на окачване на хидравличният цилиндър до крайният габарит на автокрана по посока на повдигания детайл. Този параметър трябва да е посочен в офертата на автокрана или е показан на чертеж;

$l, m$  - разстояние между автокрана и горното тяло излизащо от габаритите на транспортното средство доставящо или връщащо го на площадката. Това разстояние се определя като се отчита безопасността при движението на влекача, както и възможността от люлеене на товара при повдигане и спускане. Може да се приеме от 1 до 2 метра;

$D, m$  - най-големия диаметър на повдигания детайл (горно тялото - таблица 1);

$r_{ок}, m$  - разстоянието от оста на тялото до равнината минаваща през две от ушите през които се прекарват въжетата и куката на крана. При горното тяло на трошачката това разстояние е около 2,5 м.

Координатата на точка А по вертикалната ос може да се определи по формулата:

$$z_A = h_{плл} + h + h_{д} + h_{о}, m \quad (10)$$

където:

$h_{плл}, m$  е височината на транспортната платформа с която разполагате;

$h, m$  - височината между повдигания детайл и транспортното средство. Това разстояние се определя като се отчита безопасността при повдигане на детайла. Може да се приеме до 1 метър;

$h_{д,m}$  - височина на повдигания или спускан детайл (от чертежите на трошачката);

$h_{о,m}$  - височина на окачване на детайла. Тази височина зависи от дължината на въжетата, с които се закачва детайла към куката на крана. Увеличаването на дължината на въжетата намалява ъгълът, който сключват въжетата от една страна, а от друга се увеличава силата във въжетата, което води до избор на въжета с по-големи сечения. Поради това се приема този ъгъл да достига минимална стойност от  $45^\circ$ . Това е положение, при което височината на окачване е максимална.

Следователно може да бъде определена по формулата:

$$h_o = \frac{\frac{l_v}{2}}{\operatorname{tg} \frac{45^\circ}{2}} = \frac{l_v}{2 \cdot \operatorname{tg} 22,5^\circ}, m \quad (11)$$

където:

$l_v, m$  е разстоянието между двете уши през които се прекарва подемно въже. При горното тяло на трошачката то е 6,2м

#### 4.2. Нанасяне на точка А върху подемната товарна характеристика на проверяваните автокранове.

Прави се както при повдигане на детайла с един кран.

#### 4.3. Проверка на автокрановете

Приемаме, че избраните автокранове са удачно избрани, ако е изпълнено условието:

$$G_{A1,A2} > 1,1 \frac{G_d}{2} \quad (12)$$

където:

$G_{A1,A2}, t$  - товароподемността на автокрановете, която се определя от подемните графични характеристики;

$G_d, t$  - маса на детайла.

### 5. Други фактори влияещи при избор на автокран

Освен условието за товароподемност и цена, което е задължително, при избора на такива машини трябва да се направи проучване за надеждността на автокрановете и да се сравнят цените на резервните им части. Това се прави като се отправи запитване към фирми, които вече експлоатират автокранове от същия производител. Важен е въпросът за гаранционния срок и как е организиран сервизът от доставчика.

### 6. Заключение

Настоящата методика може да бъде използвана за определяне товароподемността на най-различни марки автокранове при повдигане на детайли с различни габарити и маса.

### Литература

Евневич, А. В. 1962. Грузоподъемные машины, Москва, Машгиз.  
Дивизев, В. И. 1975. Подъемно-транспортни машини и съоръжения, София, Техника.