

## ЕФЕКТИВЕН МЕТОД ЗА УВЕЛИЧАВАНЕ НА ВИСОЧИНАТА НА ПОДЕМ НА БАРАБАННИ РУДНИЧНИ ПОДЕМНИ УРЕДБИ

Илия Йочев

"Рудметал" АД, 4960 гр. Рудозем

**РЕЗЮМЕ.** В доклада е направен кратък обзор на възможните методи за увеличаване на височината на подъем на рудничните подемни уредби. Изложен е метод приложим за подемна уредба с два скипа, при прилагането на който се постига почти двойно увеличаване на височината на подъем. Изведени са аналитични зависимости базирани върху теорията на рудничния подъем, въз основа на които са направени изводи и препоръки, необходими за практическата реализация.

### ARE EFFECTIVE A METHOD FOR INCREASE IN HEIGHT OF RISE OF DRUM-TYPE MINE ELEVATING INSTALLATIONS

Ilia Iochev

"Rudmetal" AD, 4960 Rudozem, Bulgaria

**ABSTRACT.** In the report the short review of possible methods for increase of height of rise for some types of mine elevating installations is made. The method is considered we will put for installations working with two skips. Through this method it is possible to achieve about two times of increase of height of carrying. In the report are deduced analytical dependences, which are based the theory of mine elevating installations. On their bases conclusions and recommendations about practical the method appendix are drawn.

### Увод

В процеса на експлоатацията съпроводена с изземване на полезните изкопаеми, минните предприятия все повече навлизат в дълбочина. В подземните мини този процес често води до изчерпване на възможностите на наличните подемни уредби да осигурят извоз на хора и товари от необходимата дълбочина.

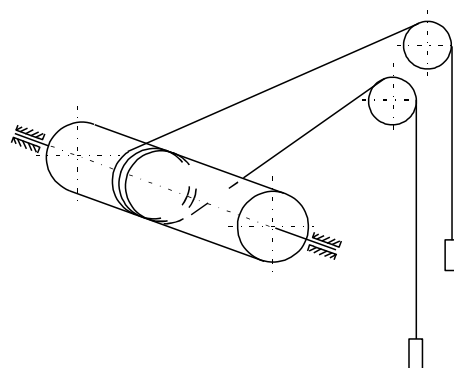
Възниква необходимост от подмяна или реконструиране на рудничните подемни уредби (РПУ). Вариантът, при който се разширяват възможностите на съществуващите РПУ е икономически ефективен, а за неговата реализация са необходими минимални капиталовложения. Някои от възможните начини за увеличаване на височината на подъем са следните:

- преработване на барабанна подемна машина в машина с „бягащи“ навивки на триене;
- преминаване към двуслойно или многослойно навиване на подемните въжета – също при барабанните машини;
- вариант за двускипова подемна уредба, при който двата скипа се окачват на въжета с различна дължина.

Първият вариант е разгледан подробно в Йочев (2002). За разлика от обикновеното закрепване на подемните въжета към реборда на барабана на машината и осигуряване на няколко (3-5) контролни и неработни намотки върху барабана, в модернизирания машина

краищата на бягащите намотки се свързват към подемните съдове - фиг.1. При това се осигурява еднослойно навиване на барабана, икономия на една пълна дължина, увеличаване на товароподемността и производителността на подемната уредба.

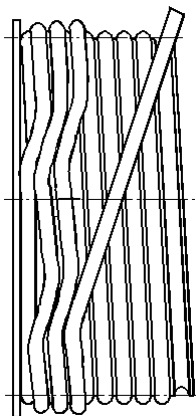
За първи път по този начин в отрасъла през 1990 год. е модернизирана подемна машина БМ 3000/2030-4А, в Донбас, Украйна.



Фиг. 1. Преработване на барабанна подемна машина в машина в „бягащи“ навивки на триене

Вариантът на двуслойно навиване на подемните въжета – фиг. 2 (Йочев, 2002) е лесно изпълним в практиката, но е необходимо да се извърши монтаж на клиновидни елементи при прехода от първия към втория слой на навиване. Това е задължително при двуслойно навиване и

подем на хора и хора и товар (Правилник по безопасност на труда, 1969). Освен това, с цел подобряване на начина на навиване на въжетата върху барабаните е необходимо да се извърши оптимизиране на ъглите на девиация.



Фиг. 2. Преминаване към двуслойно (многослойно) навиване на подемните въжета

В настоящия доклад е изложен последния от изброените по – горе варианти. Голямо негово предимство е, че при реализирането му е възможно да се постигне почти двойно увеличаване на височината на подем, която може да стигне приблизително до 1800 m.

### Същност на метода

При реализиране на този метод е нужно двата скипа се окачат на подемни въжета с различна дължина (фиг. 3) така, че скип 2 да се движи само в долната, а скип 1 - само в горната половина от шахтата. Дължината на подемното въже за скип 1 съответствува на половината от височината на подем  $H_0$ , а работната му част, навивана върху барабана е равна на половината от тази дължина, т. е. на  $H+h_p$ . Височината  $h_p$  е необходима за претоварването от единия скип на другия.

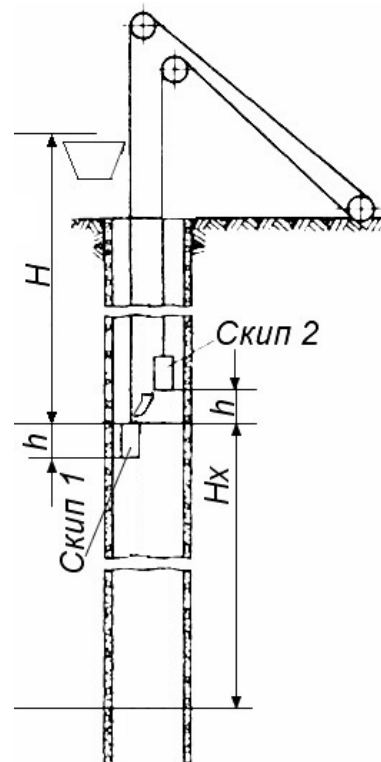
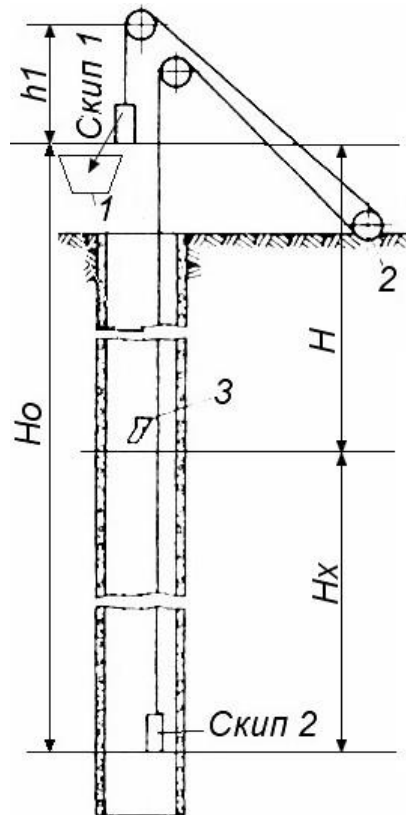
Дължината на подемното въже на скип 2 съответства на пълната височина на подем  $H_0$ , а работната част на това въже навивана върху барабана също е равна на  $H+h_p$ . При такова окачване на двата скипа се осигурява височина на подем, достигаща приблизително два пъти дължината на въжето, което е възможно да се навие на барабана.

За претоварване на материала от скип 2 в скип 1 в шахтата е необходимо да се монтира възел за претоварване. На фиг. 4 е показано примерно устройство на такъв възел, работещ по следния начин:

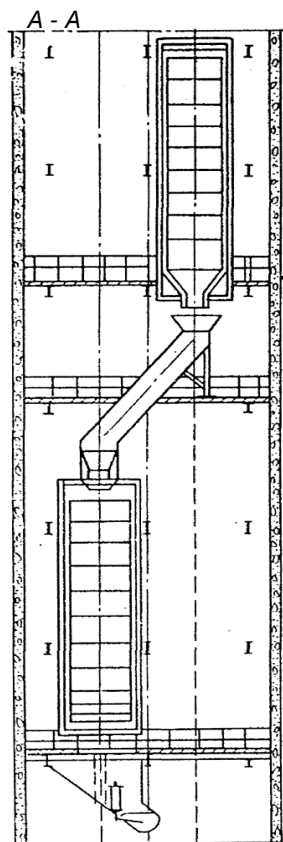
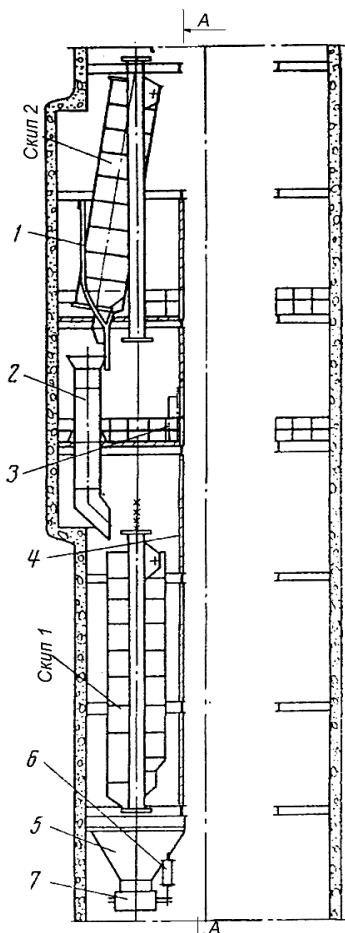
Пристигащият от долу натоварен скип навлиза в разтоварващите криви 1, които отклоняват дъното му над улея 2. През това време пристигащия отгоре празен скип 1 застава под улея 2. Задейства се дънния затвор на скип 2 и неговия товар се претоварва в скип 1. За улавяне на разсипания материал в процеса на претоварване са предвидени защитното ограждение 4 и бункера 5, който е снабден със секторен затвор 7 и задвижващ силов цилиндър 6. Тук  $H$  е височината на подем преди реконструкцията на подемната уредба, а  $H_x$  е увеличението на тази височина. Както беше споменато  $H_x$  може да достигне максимум до стойността на  $H$ .

При преминаване на по-долен хоризонт следва да бъде преместен и възела за претоварване на скиповете в шахтата.

При необходимост от намаляване на неуравновесената част на РПУ е възможно да се използва уравновесяващо въже с подходящо подобрена линейна маса.



Фиг. 3. Схема на двустепенна скипова подемна уредба с една подемна машина монтирана на повърхността: 1 - приеман бункер, 2 - барабан на подемната машина, 3 - бункер за претоварване на материала от единия скип в другия.



Фиг. 4. Възел за претоварване на скипове в шахтата: 1 - разтоварни криви, 2 - улей, 3 - площадка за обслужване, 4 - защитно ограждение, 5 - бункер за улавяне на разсипания материал, 6 - силов цилиндър, 7 - затвор.

В различни литературни източници са описани двустепенни схеми на РПУ с една подемна машина, монтирана на повърхността и с последователно окачени подедни съдове, (по два на всеки клон на подемното въже). Тази схема, независимо от възможностите ѝ за увеличаване на височината на подем, не е получила практическо приложение поради някои съществени недостатъци, произтичащи от следните обстоятелства:

- необходимост от няколко на брой междинни бункери;
- твърде тежка уредба с твърде сложно обслужване и управление;
- мъртвото тегло на два последователно окачени скипа е по-голямо в сравнение с теглото на един скип, което намалява теглото на полезния товар при зададена дълбочина на подем или възможната дълбочина на подем при зададена товароподемност на скипа;
- усложнява се конструкцията на скиповете от изискването за окачване под тях на подемно въже с втория подемен съд.

Описваната подемна уредба в настоящия доклад няма посочените недостатъци.

Използването на обикновени скипове с дънно разтоварване (по един за всяка степен на подем), а също така сравнително простата конструкция на възела за претоварване в шахтата, без извършване на допълнителни машинни работи и монтаж на междинни подземни бункери с дозатори, правят тази РПУ практически напълно приложима.

Контрол върху процеса за претоварване на материала от единия на втория екип е възможно да се осъществява от повърхността с помощта на промишлена телевизионна уредба. Съвременните технически средства за автоматичното управление и контрол осигуряват надеждна работа на всички възли за двустепенна скипова РПУ.

Описаната схема на РПУ е възможно да намери широко приложение на шахти с неголяма и средна производителност, когато като лимитиращ фактор се явява не зададената производителност, а височината на подем.

Направените изчисления показват, че при височина на подем в диапазона от 1100 -1800m при използване на обикновени стандартни едновъжени РПУ е възможно да се достигне производителност по описаната схема в границите от 20хил.т. до 800 хил.т. полезно изкопаемо за година.

Това в много случаи позволява да се решат задачите за отработване на полезните изкопаеми на големи дълбочини без съществени разходи за реконструкцията.

## Необходими изчислителни и настроечни дейности при прилагане на метода

При прилагане на изложения в настоящия доклад метод се увеличава дължината на подемното въже, на което е окачен скип 2 с Нх съгласно обозначенията на фиг. 3. В резултат на това се налага да се извършат определени проектни изчисления.

**Определяне на максималния окачен товар на клона на въжето на скип 2  $Q_{СК2}$  и изчисляване на коефициента на сигурност  $K_C$  на същото**

$$Q_{СК2} = Q_{М.СК2} + Q_{П.СК2} + p(H + h^I + H_X), N \quad (1)$$

където  $Q_{М.СК2}$  е мъртвото (собственото) тегло на скип 2, N;  
 $Q_{П.СК2}$  – полезното тегло на скип 2, N;  
 $p$  – линейно тегло на подемното въже, N/m;  
 $H$  – максималната височина на подем преди реконструкцията на подемната уредба, m;  
 $h^I$  – височината от оста на направляващите шайби до нивото на разтоварване на скип 1, m;  
 $H_X \leq H$  – увеличената височина на подем, m.

$$K_C = \frac{Q_P}{Q_{СК2}} \quad (2)$$

където  $Q_P$  е разкъсващата сила на въжето, N

Получената стойност на  $K_C$  се сравнява със стойностите лимитирани от нормативните документи (Правилник по безопасност на труда, 1969) за съответните случаи на подем.

**Определяне на окачения товар действащ върху въжето на скип 1 –  $Q_{СК1}$ :**

$$Q_{СК1} = Q_{М.СК1} + Q_{П.СК1} + p(H + h^I), N \quad (3)$$

където  $Q_{М.СК1}$  е мъртвото (собственото) тегло на скип 1, N;  
 $Q_{П.СК1}$  – полезното тегло на скип 1, N.

**Определяне на максималната статична разлика  $T_{МАХ.СТ}$  между товарите действащи в двата клона на въжетата**

Определя се като разлика от изразите (1) и (2), като най-тежък случай имаме при потегляне на скип 2 от най-долен хоризонт пълен и съответно скип 1 от най-горен хоризонт празен:

$$T_{МАХ.СТ} = [Q_{М.СК2} + Q_{П.СК2} + p(H + h^I + H_X)] - (Q_{М.СК1} + p h^I), N \quad (4)$$

Ако приемем, че  $Q_{М.СК2} = Q_{М.СК1}$ ,  $Q_{П.СК2} = Q_{П.СК1}$  и  $H = H_X$  след като извършим съответните преобразования получаваме:

$$T_{МАХ.СТ} = Q_{П.СК} + 2pH, N \quad (5)$$

**Изчислителна проверка на възможностите на спирачната система на съществуващата подемна машина работеща при нови експлоатационни товари**

Включва следните основни моменти:

**Изчисляване на момента на предпазните спирачки при издигане или спускане на изчисления товар –  $M_1$**

$$M_1 \geq 3M_{СТ} \quad (6)$$

където  $M_{СТ}$  е максималният статичен момент, определен по формулата:

$$M_{СТ} = T_{МАХ.СТ} \cdot R_{ОН}, N.m \quad (7)$$

където  $R_{ОН}$  е радиусът на органа на навиване, m.

**Изчисляване на момента  $M_2$  на предпазната спирачка при изключване на свободно поставения на вала барабан за регулиране**

При самостоятелно задвижване на спирачката за всеки барабан:

$$M_2 \geq 1,2.M_{ПР}, N.m \quad (8)$$

При общо задвижване на спирачката за всеки барабан:

$$M_2 \geq 2.M_{ПР}, N.m \quad (9)$$

където  $M_{ПР}$  е статичния момент на празния клон за всеки един от барабаните, но в случая на клона на скип 2 като по-натоварен:

$$M_{ПР} = Q_{М.СК2} + p(H + h^I + H_X), N.m \quad (10)$$

**Изчисляване на предпазния спирачен момент при спускане на изчисления товар  $M_3$**

Необходимо е да бъде спазено изискването, закъснението да не е по-малко от 1,5m/s<sup>2</sup>. Предполагаме, че подемната уредба спуска товар (чрез специално устроено претоварващо устройство), двата скипа имат еднакви мъртви и полезни тегла и  $H_X = H$ . Спирачната сила е най-голяма в края на спускането – въпроса е разгледан подробно в Ковачев (1990):

$$M_3 \geq [(2 - k)Q_{П.СК} + 2pH + 1.5m_0]R_{ОН}, N.m \quad (11)$$

където  $k$  е коефициентът отчитащ вредните съпротивления при движение на подемната уредба ( $k=1,15$  за скипови РПУ);

$m_0$  - приведената маса на всички движещи се части на подемната уредба към окръжността на навиване.

**Изчисляване на предпазния спирачен момент при издигане на окачения товар  $M_4$**

Необходимо е да бъде спазено изискването, закъснението да не е по-голямо от 5m/s<sup>2</sup>. Подемната уредба издига товар, а спирачната сила е най – малка в началото на подема. Отново предполагаме, че двата скипа имат еднакви мъртви и полезни тегла и  $H_X = H$ :

$$M_4 \leq (5m_0 - kQ_{П.СК} - 2pH)R_{ОН}, N.m \quad (12)$$

**Допълнителни изчисления**

Необходимо е още да бъдат изчислени стойностите на следните параметри:

- Производителността на подемната уредба – обикновено намалява около четири пъти в сравнение с тази преди реконструкцията на РПУ;
- Спирачният момент на работната спирачка;
- Броят на спирачните тежести на предпазната спирачка;
- Мощността на главния електродвигател.

#### **Извършване на изпитание на спирачната система на подемната машина работеща при новите натоварвания**

Подобен въпрос е разгледан в Йочев и Янева (2004). Извършва се чрез осцилографиране на процеса на спиране, при което опитно се определят стойностите на:

- времето за празен ход на спирачката;
- времето за сработване на спирачката;
- фактическата стойност на спирачното закъснение при сработване на предпазната спирачка при спускане на изчисления товар;
- фактическата стойност на спирачното закъснение при сработване на предпазната спирачка при издигане на изчисления товар.

#### **Изводи**

При необходимост от увеличаване на височината на подем на РПУ с два скипа е възможна да се приложи метода изложен в

настоящия доклад. Негови основни предимства са простотата на реализиране и ниската стойност на капиталните вложения.

При прилагане на този метод е необходимо да се извършат необходимите изчислителни и настроечни дейности представени по-горе.

#### **Литература**

Йочев, И. Щ. 2002. Изследване на състоянието и избор на решение за модернизация на рудничните подемни уредби в мини „Горубсо“. - Дисертационен труд. С., МГУ „Св. Ив. Рилски“, 100 – 102.

Йочев Илия, Антоанета Янева. 2004. Изпитване на работоспособността на спирачната система на руднична подемна уредба. -Год. МГУ „Св. Ив. Рилски“, т. 47, св III, 13-16.

Ковачев, В. М. 1990. *Руднични подемни уредби*. С., Техника, 133 – 137.

Правилник по безопасност на труда при разработване на рудни и нерудни находища по подземен начин /В-01-02-04/ 1969. С., Техника.

Янева, А. Ил., Н. С. Переновски. 2003. *Ръководство за упражнения по руднични подемни уредби*. С., МГУ „Св. Ив. Рилски“, 81–88.

Препоръчана за публикуване от Редакционен съвет