

Изпитване на работоспособността на спирачната система на руднична подемна уредба

Илия Йочев¹, Антоанета Янева²

¹ "Рудметал" АД, 4960 гр. Рудозем

² Минно – геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. След промяна на окачените товари или височината на подем, както и при първоначално пускане в експлоатация, и след провеждане на някои ремонтни дейности, е необходимо да се извърши изпитание на спирачната система на рудничната подемна уредба.

В доклада е изложен метод за проверка на способността на спирачната система да изпълнява основната си функция, базиран на анализирани на процесите на предпазно спиране при спускане и подем на товар. Систематизирани са изискванията за граничните стойности на времето за празен ход, времето за сработване на спирачката и средните стойности на закъсненията в процеса на предпазно спиране съгласно различни нормативни документи. Посочени са начини за настройката на спирачната система.

TESTING OF THE WORKING CAPACITY OF THE MINE WINDING MACHINE BRAKE SYSTEM

ABSTRACT. After change of the hanging loads or the height of winding as well as during the initial putting in exploitation and after some repair operations, it is necessary to be carried out testing of the mine winding machine brake system.

A method for check-up the brake system capacity to carry out its main function, based on analyzing the stopping processes, is presented in the paper. The requirements for limit values of the free activity time, the time of the brake system working and the average values of delays in the process of stopping are systematized according to various normative documents. Ways of its setting-up are indicated.

Увод

Един от основните елементи на рудничните подемни уредби (РПУ) е спирачната система. Нейната работоспособност играе основна роля за сигурността и безопасността при експлоатацията.

Възприето е работоспособността на машината да се определя от това нейно състояние, което в даден момент съответствува на всички изисквания по отношение на основните й параметри, характеризиращи нормалното изпълнение на зададените й функции. Обикновено основните параметри, при които машината се оценява, че работи нормално, са дадени в техническата документация, която освен техническата характеристика съдържа също нормите и допустимите отклонения от тези параметри (БДС 8967-72). Следователно работоспособността на машината не е свързана само с нейната способност да изпълнява необходимите функции, но и с това, че основните й параметри трябва да са в известни допустими граници.

Изпитването на работоспособността на спирачната система на РПУ обикновено е завършващ етап от нейната настройката и се налага при следните обстоятелства:

- пускане в работа на нова подемна машина;
- промяна на условията на експлоатация (промяна на окачените товари, височината на подем, типа и конструкцията на подемните въжета и др.);
- извършване на ремонти свързани с елементи от спирачната система;
- неудовлетворителна работа на спирачката и др.

Посредством изпитване на работоспособността на спирачната система се проверява верността на изчисленията на същата.

Основните цели на изпитанията са следните:

- определяне на продължителността на празния ход и времето за сработване на спирачката при предпазно спиране и проверка на съответствието на тези стойности с изискванията на правилниците по техническа безопасност;
- определяне на закъснението на подемните съдове при предпазно спиране при спускане и подем на изчислителния товар за дадената подемна уредба;

Времето за празен ход на предпазната спирачка е времето от момента на задействане на спирачката до съприкосновението на накладките със спирачните полета.

Времето за сработване на предпазната спирачка е времето от задействането до момента на създаване на спирачен момент, равен на статичния.

Допълнителна задача при изпитването на работоспособността на спирачната система е определяне на броя устойчиви степени при работно спиране осигурявани от регулатора на налягане, при които на определен ток в управляващата бобина отговаря съответна стойност на спирачния момент. Изпълнението на тази дейност е разгледано в Йочев, Кърцелин (2003) и не е обект на внимание на настоящия доклад.

Изпитването на предпазното спиране се извършва при спазване на следните условия:

- Хлабините между накладките и спирачните полета трябва да са настроени на максимална величина (сумарна хлабина за двете челюсти и полето $2 + 2 \text{ mm}$), при която сработва изключвателят за износени накладки. При машини с пружинно задвижване на работната спирачка изпитанията се извършват както при максимални, така и при нормални хлабини, понеже от големината на сумарната хлабина зависи стойността на спирачния момент.;

- Единият от подемните съдове трябва да е натоварен с максималния изчислен товар. Не се допуска изпитванията да се извършват при наличие на хора в подемните съдове. При предназначение за извоз само на хора в подемния съд се натоварват тежести със сумарно тегло, равно на теглото на максималния разрешен брой хора;
- За неуравновесен подем изпитванията се извършват при това положение на подемните съдове, при което статичната разлика в клоновете на въжетата е максимална. За уравновесен подем изпитванията се извършват при което и да е положение на подемните съдове;
- Изпитванията се извършват при максимална скорост, разрешена за подем и спускане;
- Предпазното спиране е необходимо да бъде съпроводено от изключване на главния двигател.

Същност на изпитването

При подемни уредби с изход на повърхността се извършва осцилографиране на процеса на предпазно спиране. На фотохартия или милиметрова хартия се записва скоростта на подемната машина и се фиксира моментът на задействане на спирачката. Скоростта на движение на хартията трябва да не е по-малка от 10 mm/s.

На фиг. 1 и фиг. 2 са показани осцилограми, съответно при спускане и подем.

Означенията са както следва:

V_{max} - максималната скорост на подемната машина;

$V_{сп}$ и $V_{п}$ - скоростта в момента на изтичане на времето за сработване на спирачката съответно при спускане и подем;

$V_{D сп}$ и $V_{D п}$ - скоростта в момента на налагане на втората степен на спирачката съответно при спускане и подем;

$t_{пх}$ - продължителността на празния ход на спирачката;

$t_{сс}$ - времето за сработване (задействане) на спирачката;

$t_{сп}$ и $t_{п}$ - времето за спиране на подемната машина съответно при спускане и подем;

$t_{II сп}$ и $t_{II п}$ - времето за действие на втората степен на спирачката, съответно при спускане и подем.

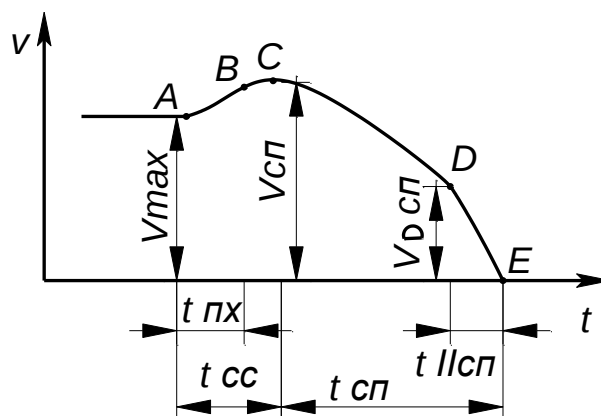
През времето на празния ход на спирачката, машината се движи с ускорение (при спускане) или със закъснение (при подем) - участък АВ. Първата чупка на диаграмата (точка В) свидетелства за докосване на накладките до спирачното поле и е налице нарастващ спирачен момент. Следователно разстоянието между проекциите на точките А и В върху хоризонталната ос, разделено на скоростта на движение на хартията е всъщност продължителността на празния ход.

При спускане (фиг.1), в точка С от диаграмата се наблюдава прекратяване на увеличението на скоростта - спирачният момент е равен на статичния. Следователно разстоянието между проекциите на точките А и С върху хоризонталната ос, разделено на скоростта на движение на хартията, е времето за сработване на спирачката. Фактическата средна стойност на закъснението на подемната уредба, в процеса на предпазно спиране при спускане на товар, е частно от отношението на скоростта $V_{сп}$ в точка С към времето $t_{сп}$, необходимо за забавяне до пълно спиране на машината от точка С до точка Е. Времето $t_{сп}$ се определя чрез деление на разстоянието между проекциите на точки

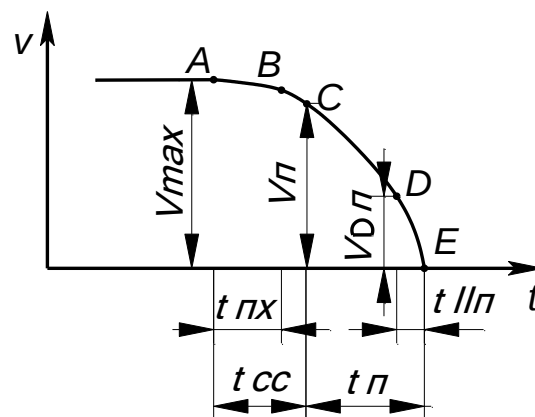
С и Е върху хоризонталната ос към скоростта на движение на хартията.

По аналогичен начин се определя фактическата средна стойност на закъснението при предпазно спиране при подем на товар. Положението на точка С на диаграмата на фиг. 2 се определя от условието за равенство на времената за сработване на спирачката при спускане и подем на товар.

Пречупването на диаграмите в т. D свидетелствува за задействане на втората степен на предпазното спиране (при двустепенно спиране). При барабанни машини това пречупване се пренебрегва. При машини с триещ орган на навиване е необходимо, освен стойностите на средните закъснения, да се определят и стойностите на закъсненията при налагане на втората степен на предпазно спиране като частно от делението на скоростите $V_{D сп}$ и $V_{D п}$ към времената $t_{II сп}$ и $t_{II п}$.



Фиг. 1. Осцилограма на процеса на предпазно спиране при спускане на товар



Фиг. 2. Осцилограма на процеса на предпазно спиране при издигане на товар

Казаното до тук може да бъде изразено посредством следните зависимости:

Време за празен ход - $t_{пх}$ при спускане и подем - фиг. 1 и фиг. 2:

$$t_{пх} = \frac{AB}{v_{ДХ}}, s \quad (1)$$

където АВ е разстоянието между проекциите на точките А и В върху абсцисната ос, mm;

$v_{ДХ}$ – скоростта на движение на хартията, mm/s.

Време за сработване на спирачката – t_{CC} при спускане и подем – фиг. 1 и фиг. 2:

$$t_{CC} = \frac{AC}{v_{ДХ}}, s \quad (2)$$

където: AB е разстоянието между проекциите на точките A и C върху абсцисната ос, mm.

Фактически средни стойности на закъсненията в процеса на предпазно спиране

При спускане – $a_{СП}$ - фиг. 1:

$$a_{СП} = \frac{v_{СП}}{t_{СП}}, m/s^2 \quad (3)$$

$$t_{СП} = \frac{CE}{v_{ДХ}}, s \quad (4)$$

където: CE е разстоянието между проекциите на точките C и E върху абсцисната ос фиг. 1, mm.

При подем – $a_{П}$ - фиг. 2:

$$a_{П} = \frac{v_{П}}{t_{П}}, m/s^2 \quad (5)$$

$$t_{П} = \frac{CE}{v_{ДХ}}, s \quad (6)$$

където: CE е разстоянието между проекциите на точките C и E върху абсцисната ос фиг. 2, mm.

Стойности на закъсненията в периода на втора степен на предпазно спиране .

Определят се само за подемни уредби с триещи шайби, като получената стойност не трябва да надхвърля границата предвидена за плъзгане на въжето.

При спускане – $a_{II СП}$ - фиг. 1:

$$a_{II СП} = \frac{v_{ДСП}}{t_{II СП}}, m/s^2 \quad (7)$$

$$t_{II СП} = \frac{DE}{v_{ДХ}}, s \quad (8)$$

където: DE е разстоянието между проекциите на точките D и E върху абсцисната ос фиг. 1, mm.

При подем – $a_{III П}$ - фиг. 2:

$$a_{III П} = \frac{v_{ДП}}{t_{III П}}, m/s^2 \quad (9)$$

$$t_{III П} = \frac{DE}{v_{ДХ}}, s \quad (10)$$

където: DE е разстоянието между проекциите на точките D и E върху абсцисната ос фиг. 2, mm

Получените стойности за времето за празен ход и времето за сработване на спирачката, както и стойностите на закъсненията в периода на предпазно спиране е необходимо да удовлетворяват изискванията на съответния правилник за безопасност на труда, които са обобщени в таблица 1.

За подемните уредби на дълбоките шахти диаграмата на скоростите при предпазно спиране може да бъде стъпаловидна, което се дължи на еластичните колебания на въжетата в резултат на резките промени на натоварванията, на които са подложени. Моментни стойности на ускоренията не се определят, а средните закъснения се определят по начина, изложен по-горе. За намаляване на стъпаловидния характер на диаграмата на скоростите се препоръчва да се отрегутира спирачката така, че при спускане на товар да се получи закъснение със стойност, близка до минимално допустимата, лимитирана от съответния правилник по безопасност на труда.

Ако фактическите стойности на продължителността на празния ход и времето за сработване на спирачката не удовлетворяват изискванията, е необходимо да се отстранят причините за това, които могат да бъдат следните:

- бавно отпадане на електромагнита на предпазната спирачка;
- голяма хлабина между спирачните челюсти и полета;
- затягане в шарнирите на изпълнителния орган на спирачката;
- малка стойност на спирачния момент, създаван от първата степен на предпазно спиране;
- затлачени тръбопроводи на спирачната система;
- ниска температура в сградата на подемната машина;
- прекалено затегнати салникови уплътнения на спирачните цилиндри;
- високото ниво на маслото в демпфера или прекалено гъсто масло при машини с тежестно задвижване на спирачката;
- непълно отваряне на изпускателния отвор на крана за предпазно спиране или малък диаметър на отвора на дроселната шайба при машините с хидро-тежестно задвижване на спирачката;
- прекалено затегната пружина на изпускателните устройства при пружинно-пневматичните задвижвания с или без тежести;
- за машините, произведени от НКМЗ – бавно нарастване на налягането на първата степен на предпазно спиране по причина на регулатора на налягане и др.

При някои типове подемни машини на фирмите „Алис Чармес” и „Коперс”, по конструктивни причини времето на празния ход достига 2,5 s. Намаляването на тази стойност е невъзможно.

Ако фактическите стойности на средните закъснения при предпазно спиране не удовлетворяват изискванията, е необходимо да се отрегутира спирачката.

Таблица 1

Гранични стойности на времето за празен ход, времето за сработване на спирачката и средните стойности на закъсненията в процеса на предпазно спиране.

ПБТ при разработване на рудни и нерудни находища по подземен начин	$t_{пх}$	Подемни машини и лебедки	$t_{пх} \leq 0,5 \text{ s}$
		Новопроектирани проходчески лебедки	$t_{пх} \leq 1,5 \text{ s}$
	$t_{сс}$	Не е лимитирано	Приема се $t_{сс} \leq 0,8 \text{ s}$
	a	Вертикален и наклонен поде-м с ъгъл $> 30^\circ$ и спускане	$a_{сп} \geq 1,5 \text{ m/s}^2$
Правилник по безопасност на труда в подземните въглищни рудници /В.01.01.01./	$t_{пх}$	При пневмотежестно зад-вижване на спирачката	$t_{пх} \leq 0,5 \text{ s}$
		При хидротежестно задвиж-ване на спирачката	$t_{пх} \leq 0,6 \text{ s}$
		При пневмо- и хидро-пру-жинно задвижване и нови конструкции спирачки	$t_{пх} \leq 0,3 \text{ s}$
	$t_{сс}$	Независимо от вида на задвижването	$t_{сс} \leq 0,8 \text{ s}$
	a	Барабанни подедни уредби с ъгъл на наклона на изра-ботката 50° и повече	$a \leq 5 \text{ m/s}^2$
		Барабанни подедни уредби с ъгъл на наклона на изра-ботката от 5° до 40°	$a \leq 0,8 \div 4 \text{ m/s}^2$ виж прави-лника
		Триещи шайби при наклон на изработката над 50°	$a \leq 4 \text{ m/s}^2$
		Наклон на изработката до 30°	$a \geq 0,75 \text{ m/s}^2$
		Наклон на изработката над 30°	$a_{сп} \geq 1,5 \text{ m/s}^2$

При прекалено ниски стойности на закъсненията при спускане на товар се въздейства чрез:

- увеличаване на спирачния момент;
- увеличаване на спирачния момент на първата степен на спиране при двустепенна схема.

При прекалено високи стойности на закъсненията при поде-м се въздейства чрез:

- намаляване на спирачния момент в допустими граници;
- намаляване на спирачния момент на първата степен на предпазно спиране или увеличаване на задръжката до налагане на втората степен на предпазно спиране.

Особености при изпитването на работоспособността на спирачната система на подземни подедни машини

В този случай не се извършва осцилографиране на процеса на предпазно спиране, а непосредствено се измерват пътят и времето на предпазно спиране. В първия случай стойността на закъснението се определя по формулата:

$$a = \frac{v^2}{2(S - vt_{сс})}, \text{ m/s}^2 \quad (11)$$

където: v е скоростта на машината в момента на сра-ботване на предпазната спирачка, m/s ;

S – пътят, изминат за времето на предпазното спи-ране, m ;

$t_{сс}$ – времето за сработване на спирачката – прие-ма се $0,8 \text{ s}$.

Във втория случай стойността на времето за предпазно спиране t се измерва със секундомер, а стойността на закъснението се определя по формулата:

$$a = \frac{v}{t - t_{сс}}, \text{ m/s}^2 \quad (12)$$

Препоръчва се определянето на средните стойности на закъсненията да се определят по двата метода и за окон-чателна да се приеме средноаритметичната стойност.

Изводи

Основна задача при определяне на работоспособността на спирачната система на руднична подедна уредба е опре-делянето на времето за празен ход, времето за сработва-не на спирачката и стойностите на средното закъснение в периода на предпазно спиране.

Такива изследвания се провеждат при пускане в работа на нова подедна машина, промяна на условията на экс-плоатация, извършване на ремонти, свързани с елементи от спирачната система, неудовлетворителна работа на спирачката и др.

За определяне на фактическите стойности на времето за празен ход, времето за сработване на спирачката и стойностите на средното закъснение в периода на пред-пазно спиране е подходящо да се използва методиката, изложена в настоящия доклад. Получените стойностите трябва да удовлетворяват изискванията на съответния правилник по безопасност на труда.

Литература

- Бежков, В. Р., Чайка Б. Н., Кузьменко, Н. Ф. 1982. *Руководство по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок*. М., Недра.
- Йочев, И. Щ., Кърцелин Е. Р. 2003. *Определяне на техническото състояние на някои основни елементи от руднична подедна уредба*. – Год. МГУ, 46, св. III – Механиз., електр. и автом., 19 – 22.
- Мърхов Н. Б. 1991. *Поддържане и ремонт на минна механизация*. С., Техника.
- Правилник по безопасност на труда при разработване на рудни и нерудни находища по подземен начин /В-01-02-04/*. 1969. С., Техника.
- Правилник по безопасност на труда в подземните въглищни рудници /В.01.01.01./*. 1992. С., ДФ “Полиграфичен комбинат”.