

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА НЯКОИ ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ РУДНИЧНА ПОДЕМНА УРЕДБА

**Илия Йочев**      **Евтим Кърцелин**

"Рудметал" АД  
гр. Рудозем 4960,  
България

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски"  
София 1700, България

### РЕЗЮМЕ

От особена важност за надежната и безопасна работа на рудничните подземни уредби е качествено определяне на тяхното техническо състояние.

В статията са систематизирани критерии за диагностика на подземните машини. Определени са норми за гранично износване на основни техни детайли и възли. Дадени са насоки за изследване на подземните уредби след продължителен срок на експлоатация.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Едно от най-ефективните и практически единствено средство за вертикален транспорт на хора, материали и полезни изкопаеми, а същевременно и едно от най-отговорните звена в технологичната верига за подземен добив са рудничните подземни уредби (РПУ). От тяхното техническо състояние зависи не само ритмичната и ефективна работа на минното предприятие като цяло, но и условията за безопасна работа на всички подземни работници.

Под техническо състояние се разбира съвкупността от изменящите се при експлоатацията свойства на машината, които в даден момент се характеризират с признаци, определени от техническата документация. Върху изменението на техническото състояние на рудничните подземни уредби оказват влияние множество фактори, като минно-технически условия, конструкция и качество на детайлите и възлите, ниво и качество на експлоатационното и ремонтно обслужване и др.

Техническото състояние на РПУ се формира на база на качеството на машинните детайли, които ги изграждат. Определянето на качеството на отделните машинни детайли обикновено се свежда до изследване на степента на изменение геометричната форма и размери, граповостта и физико-механичните свойства на повърхнините. Определянето на техническото състояние на подземните уредби се осъществява чрез прецизен оглед, микрометражни замери, дефектоскопия на най-отговорните елементи и с помощта на всички възможни методи на диагностика – виброметричен, акустичен, метод на функционална диагностика, метод на анализ на маслото и др.

Техническото състояние на частите и машините е възприето да се представя чрез следните състояния: нормално, допустимо и гранично. Гранично е това техническо състояние, при което поради различни

изисквания не е допустимо частта да работи повече. Граничното техническо състояние се определя по технически и икономически критерии, и критерии свързани с условията за безопасност на труда.

### ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА ОРГАНА ЗА НАВИВАНЕ НА ПОДЕМНОТО ВЪЖЕ

Условно органът за навиване на подземното въже се разделя на двеосновни части – металоконструкция и спирални полета. Изследването на техническото състояние може да бъде извършено в технологичен ред, показан по – долу.

#### Металоконструкция.

- Определят се фактическите стойности на максималните статични товари и статичната разлика в клоновете на въжетата. Получените резултати се сравняват с допустимите паспортни за съответната подземна машина, а при липса на такива същите могат да се изчислят съгласно зависимостите получени в Йочев (2002).
- Проверява се барабана за наличие на пукнатини. При откриване на такива се извършва ремонт на пукнатините чрез заваряване. Пукнатини с дължина над 200 mm. не се допускат.
- Проверяват се болтовите, нитовите и заваръчните съединения. Извършва се посредством оглед и почукване на съединенията с чук. Лошо затегнатите болтови или нитови съединения издават дрезгав шум. Не се допускат разхлабени съединения или съединения с пукнатини.
- Проверяват се шпонковите съединения. Извършва се посредством оглед и почукване на съединенията с чук. Не се допуска наличие на разхлабени шпонкови съединения и деформирани шпонки. Не се допуска

барабанът да е изместен осово относно основния вал на подемната машина. Последното се установява с помощта на маркшайдерски замери регламентирани в Техническа маркшайдерска инструкция (1969).

- Проверява се състоянието на ребордите. Не се допускат пукнатини, а вътрешната повърхност трябва да е гладка и без вдлъбнати и изпъкнали участъци. При наличие на двуслойно или многослойно навиване най-горната част на реборда да е на разстояние от въжето най-малко 2,5 пъти от диаметъра му.
- Проверява се участъка на преход от един слой на навиване към друг при многослойно навиване на подемното въже. Проверява се за наличието и състоянието на специален клин, съгласно Правилника по безопасност на труда при разработване на рудни и нерудни находища по подземен начин (1969) за случай на многослойно навиване. Повърхността да е гладка без деформации и износени участъци повече от 10% от конструктивните размери. Да са спазени заводските или конструкторските изисквания в зависимост от това къде е изработен клина.
- Проверка на състоянието на застопоряващото устройство на барабана. Не се допускат пукнатини по заваръчните шевове, разхлабени болтови съединения, пукнатини в бетона, закрепващ стопорното устройство.
- Определя се състоянието на облицовката на барабана. Същата е негодна когато износването е и такова, че дъното на канала е на разстояние 3-5 mm от главите на закрепващите болтовете към барабана. При многовъжените подемни уредби облицовката следва да се подмени, когато височината и под въжето достигне 0,8-1,0 пъти неговия диаметър. При бицилиндро – коничните органи за навиване не се допуска жлебовете да са с пукнатини и деформации, и износване над 20% от първоначалната дебелина.
- Измерване на радиалните хлабини в лагерите на свободния барабан. Извършва се посредством хлабиномерни пластини или чрез измерване с два измерителни часовника и повдигане с крик на свободния барабан. Единият часовник измерва радиалната хлабина, а другият регистрира радиалното преместване на основния вал. Първият часовник се отчита до момента на задвижване на втория (последното се дължи на радиалната хлабина на основните лагери на подемната машина). Граничните стойности на радиалните хлабини за плъзгащи лагери на подемни машини са посочени в табл. 1:

Таблица 1. Гранична стойност на радиалната хлабина за плъзгащи лагери.

Диаметър на основния вал на подемната машина, mm.	Гранична стойност, mm
50 - 120	0,8
120 - 260	1,0
260 - 500	1,2
500 - 800	1,5

Над 800	2,0
---------	-----

Граничните стойности на радиалните хлабини за търкалящи лагери са 0,2 – 0,3 mm за нови подемни машини и 0,8 mm за подемни машини в експлоатация.

#### Спирачни полета.

- Определя се състоянието на работните повърхности и дебелините на спирачните полета. Работната повърхност трябва да е гладка без напуквания и набраздявания. Допустими са набраздявания с максимална дълбочина 0,1mm. Минималното износване на дебелина на спирачните полета е 15% от номиналния размер. Допускат се микропукнатини, които не достигат до края на спирачното поле.
- Определяне на радиалното биене на спирачните полета. Извършва се посредством измерителен часовник. Барабанът се завърта със скорост 0,2-0,3 m/s като спирачката в този момент не се употребява с цел да не се отчетат хлабините в лагерите на барабана. Допустимите стойности на радиалното биене за барабанни машини с диаметър по-голям от 3500 mm е 1,2 mm. За всички останали машини - 0,8 mm.
- Проверка на температурата на загряване. Трябва да се има предвид, че със спирачната система не се спира (освен в случаите на предпазно спиране), а се застопорява подемната машина. Ето защо не се допускат наличие на прегоряла боя в близост до полетата, както и синьо – сиви на цвят участъци от тях свидетелстващи за прекомерно нагряване. Наличието на такива белези се дължи на неизправна система за динамично спиране, както и на издатини на повърхността на полетата или нерегулирана спирачка. Допустимата температура на нагряване на спирачните полета е 70 - 80 ° C.

#### ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА СПИРАЧНАТА СИСТЕМА

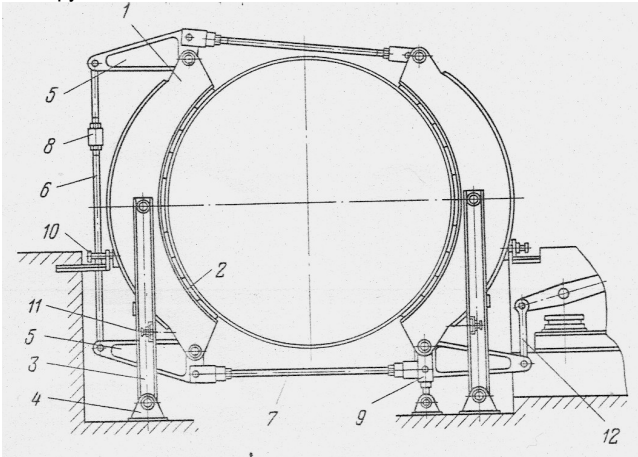
Спирачната система е съставена от три елемента – изпълнителен орган, задвижване и система за управление.

#### Изпълнителен орган на спирачната.

На фиг. 1 е показан изпълнителен орган от най – често срещаните типове.

- Проверка на състоянието на повърхностите на спирачните накладки. Извършва се визуално и чрез замери. Не се допуска работа със спукани накладки. При подмяна на накладките контактната площ на новите да е не по-малко от 50% от общата им площ.
- Определяне на износването на спирачните накладки. Демонтират се най-износените накладки и се измерва тяхната дебелина. Допустимото износване на накладките е това, при което разстоянието от работната повърхност на накладката до най-изпъкналата част от закрепващата конструкция е 5 mm за пресмасови накладки и 10 mm за дървени.

- Проверка на състоянието на опорите и фундамента под спирачните греди . Извършва се визуално . Не се допуска наличие на пукнатини на фундамента .



Фигура 1. Изпълнителен орган на спирачка на двубарабанна подемна машина.

Проверка на степента на износване на палцовите съединения . Извършва се след демониране на палците посредством микрометражни измервания . Определят се радиалните хлабини в съединенията , чиито гранични стойности са посочени в табл. 2 .

Таблица 2. Гранична стойност на радиалната хлабина в палцовите съединения на изпълнителния орган на спирачката.

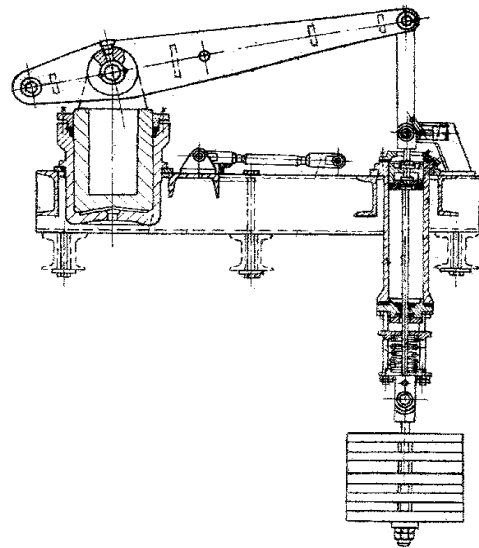
Хлабина, mm	Номинален диаметър на отвора на съединението , mm					
	18 - 30	30 - 50	50 - 80	80 - 120	120 - 180	180 - 260
Номинал на	0,06-0,13	0,07-0,15	0,08-0,18	0,09-0,21	0,10-0,24	0,12-0,28
Гранична	0,25	0,30	0,35	0,42	0,50	0,60

### Задвижване на спирачката

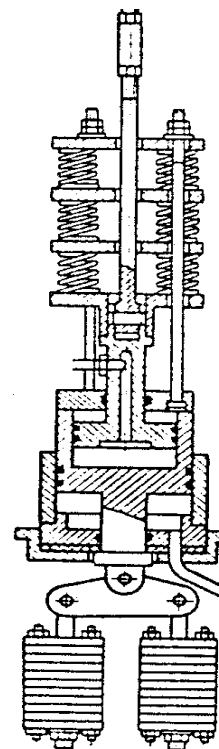
На фиг. 2 и фиг. 3 са показани най-често срещаните типове задвижвания на спирачка на подемна машина.

- Проверява се състоянието на рамата и фундамента за пукнатини . Не се допускат пукнатини по металната част и бетона .
- Проверка на състоянието на работните повърхности на цилиндрите и буталата на работната и предпазната спирачка . Не се допускат задирания , раковини , канавки и видими следи от износване .
- Проверка на степента на износване на палцовите съединения . Извършва се посредством микрометражни измервания . Определят се радиалните хлабини в съединенията , чиито гранични стойности са посочени в табл. 2 .

- Определяне на разстоянието между спирачните тежести в крайните им положения и конструкцията около тях . В крайно долно положение на тежестите минималното разстояние от тях до дъното на ямата е 300 mm . Минималното странично разстояние е 10 mm за метални стени и 25 mm. за бетонни стени.
- Определяне на степента на износване на пръта държащ тежестите . Максимално допустимо износване на диаметъра на пръта е 0,4 – 0,5 mm .
- Проверка на състоянието на пружинния блок при пружинно-тежестните задвижвания . Не се допуска работа със спукани или деформирани пружини, както и работа с шпилки закрепващи пружините с неравномерна или неизправна резба.



Фигура 2. Пневмо-тежестно задвижване .



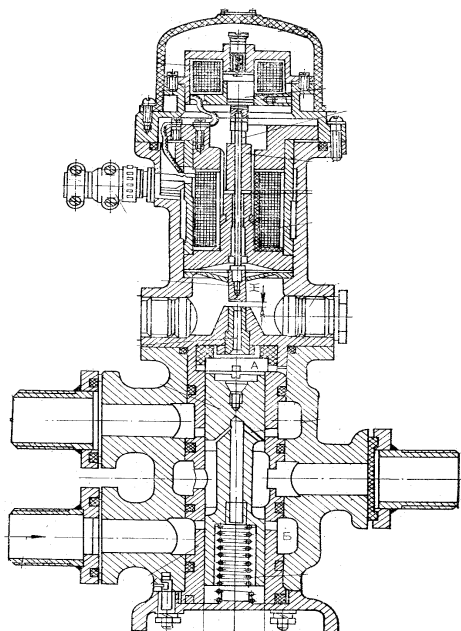
отчетат 50 устойчиви степени.

Фигура 3. Пневмо-пружинно-тежестно задвижване .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Система за управление на спирачката.

Достатъчно е да се определи състоянието на основните елементи на системата за управление на спирачката - регулаторите на налягане и клапаните .



Фигура 4. Безпружинен тип РДУ-1М .

Препоръчително е да се заменят морално остарелите пружинни типове регулатори с безпружинни такива .

- Определяне на състоянието на плунжерната двойка ( за всички типове регулатори на налягане ) . Оглежда се за наличие на задиране или канали от износване . Извършва се при разглобен регулатор и чрез микрометражни измервания . Ясен знак за наличие на износване е неустойчивата работа на регулатора съпроводена със силни вибрации - въздухът преминава от една камера в друга . Не се допуска работа на регулатор със следи от износване на плунжерната двойка . Допустима хлабина в плунжерната двойка е 0,02 mm .
- Снемане на характеристиките на регулатора на налягането . Построява се зависимостта на налягането в работния цилиндър в зависимост от тока в управляващата обмотка . Токът се изменя от 30mA ( ±10mA ) до 160mA ( ± 20mA ) и обратно . При регулатор РДБВ трябва да се отчетат 25 устойчиви степени . При регулатор РДУ трябва да се

Препоръчана за публикуване от катедра "Механизация на мините", МЕМФ

Определянето на техническото състояние на руднична подъемна уредба се свежда до качествено определяне на техническото състояние на всички основни елементи , детайли и възли .

Граничното техническо състояние се определя по технически и икономически критерии , и критерии свързани с условията за безопасност на труда . За рудничните подъемни уредби икономическият критерий няма определящ характер .

При определяне на техническото състояние на някои от най – отговорните елементи на руднична подъемна уредба каквито са органът за навиване на подъемното въже и спирачната система, е подходящо да се използват приведените по – горе норми за гранично износване .

При изследване на работоспособността и нивото на безопасност след продължителен срок на експлоатация на руднична подъемна уредба е необходимо освен разгледаните в настоящия доклад, да се определи техническото състояние и на следните основни елементи :

- редуктор;
- окачващи устойства на подъемните съдове;
- подъемни съдове;
- подъемни въжета;
- шахтова армировка;
- всички спомагателни механизми;
- електрическа част на подъемната уредба.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бежков В. Р. , Чайка Б. Н. , Кузьменко Н. Ф. 1982. Руководство по ревизии , наладке и испытанию шахтных подъемных установок , Москва , "Недра" .
- Йочев И. Щ. 2002. Изследване на състоянието и избор на решение за модернизация на рудничните подъемни уредби в мини "Горубсо", Дисертационен труд , МГУ "Св. Иван Рилски" .
- Мърхов Н. 1991. Поддържане и ремонт на минна механизация, София, "Техника".
- Правилник по безопасност на труда при разработване на рудни и нерудни находища по подземен начин. 1969. В-01-02-04), София, "Техника".
- Техническа маркшайдерска инструкция . 1969 . София , "Техника".

# TECHNICAL DIAGNOSTICS OF MAJOR COMPONENTS OF MINE WINDING MACHINES

**Iliya Yochev**

Rudmetal JSC  
Rudozem 4960, Bulgaria

**Evtim Kartzelin**

University of Mining and Geology "St. Ivan  
Rilski Sofia 1700, Bulgaria

## ABSTRACT

Quality technical diagnostic is of major importance for reliable and safe operation of mine winding machines. The paper presents summarize criteria for winding machine diagnostics. Limit wear norms are established for major components and units. Guidelines are presented for inspection of winding machines after long periods of operation.

## INTRODUCTION

One of the most effective and practically the only means of vertical transport of people, materials and mineral resources, and simultaneously one of the most important units in the technological sequence of underground mining, are mine winding facilities (MWF). Their technical conditions impact not only the rhythmic and efficient work of the mining company as a whole but also the safety of all underground workers.

Technical condition means the set of machine parameters chaining in the process of its operation and at any given time defined by technical specifications. Various factors influence the change of MWF status such as mining conditions, structure and quality of units and components, level and quality of operation and maintenance, etc.

MWF technical condition depends on the quality of machine components. Establishment of individual component quality generally means inspection of the degree of change of geometrical form and dimensions, roughness and physico-mechanical properties of surfaces. Establishment of MWF technical conditions calls for precise inspection, micro-measurements, defect-finding of most important components and by means of all possible diagnostic methods – vibrometrical, acoustic, functional diagnostics method, oil analysis method, etc.

Technical status of components and machines is usually represented by the following conditions: normal, admissible and boundary. A boundary condition means that, due to various requirements, the respective component should not be operated any more. The boundary technical condition is defined by means of technical and economic criteria related to labor safety.

## INSPECTION OF TECHNICAL STATUS OF ROPE WINDING DEVICE

Conditionally, rope winding device is split into to major parts – steel structure and brake fields. Inspection of technical status can be carried out in the sequence shown below:

### Steel structure

- Measurement of actual values of maximal static loads and of static difference between individual rope branches. Results are compared with admissible design parameters of the respective machine and, if such parameters do not exist, they can be calculated using the equations in Yochev (2002).
- Inspection of drum for cracks. If cracks are found these should be welded. Cracks of length over 200 mm are not allowed.
- Inspection of bolt, rivet and weld joints. This is done by visual inspection and hammering. Loose bolts and rivets emit specific sound. No loose or cracked joints are allowed.
- Inspection of splint joints. This is done by visual inspection and hammering. No loose or deformed splints are allowed. Axial drum displacement in respect of the main winding machine shaft is not allowed. The latter shall be measured as provided by the Technical Survey Instruction (1969).
- Inspection of flanges. No cracks are allowed and internal surface should be smooth and free of grooves and protuberances. In case of double- or multi-layer winding, the uppermost flange section should be spaced from the rope at 2.5 times its diameter as a minimum.
- Inspection of transition section from one winding layer to the other, in case of multi-layer rope winding. Inspection of the special pin as provided in Underground Mining Safety Regulations (1969) in cases of multi-layer rope winding. The surface should be smooth, free of deformations and worn-out sections exceeding 10% of design dimensions. Check for compliance with factory or design requirements.
- Check of drum locking device. No cracks in welding seams are allowed or loose bolts, or cracks in supporting concrete.
- Inspection of drum lacing. This should be discarded if the state of wear is such that channel bottom is located at a distance of 3-5 mm from fixing bolt heads. With multi-rope MWF the lacing should be replaced where its height under the rope is 0,8-1,0 time the rope diameter. With bi-cylindrical – conical winding devices no deformations or

cracks in raceways are allowed or wear in excess of 20% the initial thickness.

- Measurement of radial gaps in the free drum bearings. This is carried out by means of gap-measuring plates or by means of two measuring clocks and jacking up the free drum. One clock measures radial gap and the other one records radial displacement of the main shaft. The first clock readings are taken until the second one starts operation (the latter is due to the radial gap of the main bearings of the winding machine. Boundary values of radial gaps are shown in table 1

Table 1. Boundary values of radial gap for friction bearings

Main shaft diameter of winding machine, mm.	Boundary value , mm
50 - 120	0,8
120 - 260	1,0
260 - 500	1,2
500 - 800	1,5
Над 800	2,0

Boundary values of radial gaps for antifriction bearings are 0,2 – 0,3 mm for brand new winding machines and 0,8 mm for machines in operation.

#### Brake fields

- Inspection of working surfaces and thickness of brake fields. The work surface should be smooth and free of cracks or grooves. The maximum admissible groove depth is 0,1mm. Minimal thickness wear of brake fields is 15% the nominal dimension. Micro-cracks are admissible if not reaching the brake field end.
- Measurement of radial displacement of brake fields. This is carried out by means of measuring clock. The drum is rotated with speed of 0,2-0,3 m/s without using the brake in order to prevent reading of rum bearing gaps. Admissible values of radial displacement for drums of diameters greater than 3500 mm is 1,2 mm . For all other machines - 0,8 mm .
- Inspection of heating temperature. It should be noted that the braking system is not used for stopping (except for emergency stops) but rather for locking the winding machine. Therefore, no burnt-out paint shall be present near the fields or blue-grey field sections signifying overheating. Presence of such signs is due to faulty dynamic braking system and presence of protuberances on field surface or maladjusted brake. The admissible temperature of brake field heating is  $e 70 - 80^{\circ} C$  .

## INSPECTION OF BRAKING SYSTEM STATUS

The braking system comprises three components – braking device, drive and control system.

#### Braking device .

Fig. 1 shows the most common braking device.

- Inspection of brake cover plates. The inspection is visual and by measurements. No operation is allowed with broken cover plates. During replacement of cover plates, the contact area of the new ones should be at least 50% of their total surface area.
- Measurement of cover plate wear. The most worn-out plates shall be removed and their thickness – measured. The admissible cover plate wear is the one where the distance from the working surface to the most protruding part of supporting structure is 5 mm for pressed plates, and 10 mm - for timber ones.
- Inspection of supports and foundation under the brake beams. No cracks in foundation are allowed.

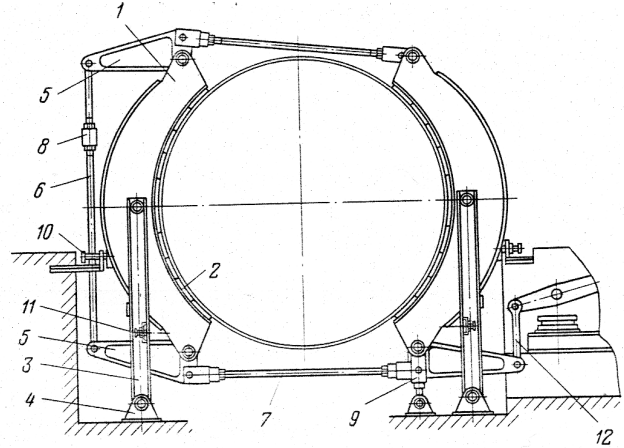


Figure 1. Braking device of double drum winding machine

- Inspection of degree of wear of finger joints. Finger joints should be dismantled first and micro-measurement should be carried out. Radial gaps shall be measured, the values whereof are shown in Table 2.

Table 2. Boundary value of radial gaps in finger joints of braking device

Gap, mm	Nominal diameter of joint opening, mm					
	18 - 30	30 - 50	50 - 80	80-120	120-180	180-260
Nominal	0,06-0,13	0,07-0,15	0,08-0,18	0,09-0,21	0,10-0,24	0,12-0,28
Boundary	0,25	0,30	0,35	0,42	0,50	0,60

## Brake drive

Most common brake drives for winding machines are shown on fig.2 and fig.3.

- Inspection of frame and foundation for cracks. No cracks are allowed in the metal section or concrete.
- Inspection of working surfaces of cylinders and pistons of working and emergency brakes. No scratches, grooves, channels or visible wear are allowed.
- Inspection of finger joint wear. This is carried out by means of micro-measurements. Radial joint gaps are measured, the values whereof are shown in Table 2. Measurement of distance between brake loads in end position and surrounding structure. In lower end position, the minimal distance between loads and pit bottom should be 300 mm. Minimal lateral distance is 10 mm for steel walls and 25 mm for concrete walls.
- Establishment of degree of wear of load supporting bar. Maximal admissible wear of bar diameter is 0,4 – 0,5 mm. Inspection of spring block in case of spring-load drives. No operation is allowed with broken or deformed springs or pins with defective thread.

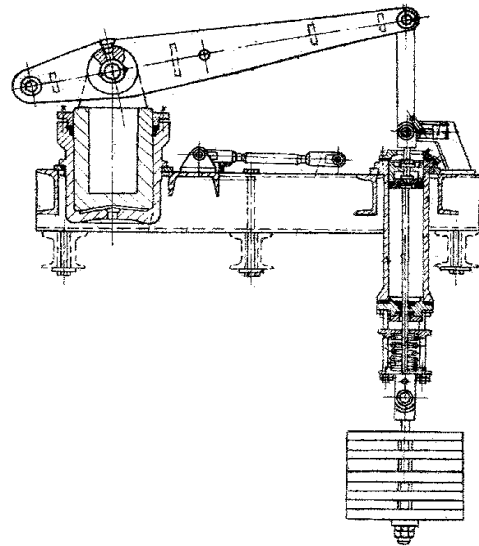


Figure 2. Pneumatic-load drive

It is recommended to replace old spring regulators with springless ones.

- Inspection of plunger couple (for all types of pressure regulators). Visual inspection for scratches or grooves. Regulator should be first disassembled and micro-measurements should be carried out. Unstable regulator operation accompanied by strong vibration is a clear sign of wear – air passes from one chamber to another. Regulators with worn-out plunger couple shall not be operated. Admissible gap in plunger couple is 0,02 mm .

Recording of pressure regulator parameters. A graph should be developed of the relationship of working cylinder pressure and control coil current. Current varies from 30mA ( ±10mA) to 160mA ( ± 20mA) and back. For RDBV regulators, 25 stable phases should be recorded. For RDU regulator, 50 stable phases should be recorded.

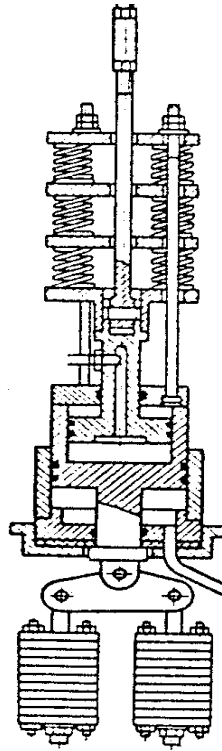


Figure 3. Pneumatic-spring-load drive

#### Brake control system

It is sufficient to inspect basic system components – pressure regulators and valves.

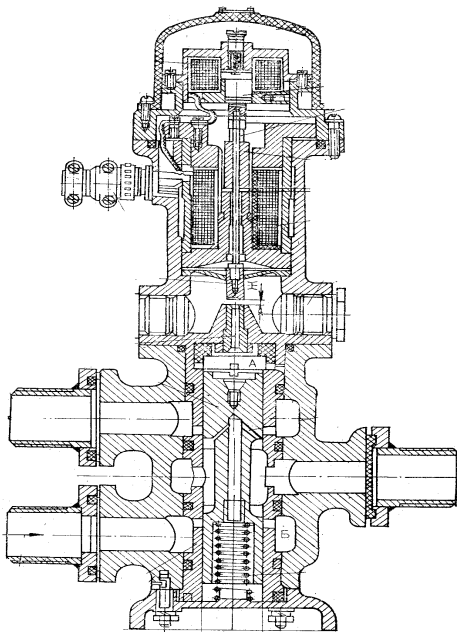


Figure 4. Spring-less regulators RDU- 1M.

#### CONCLUSION

MWF technical diagnostic involves quality measurement and inspection of all major components, details and units.

Boundary technical condition is established on the basis of technical, economic and safety criteria. For mine winding facilities, the economic criterion is not the most important one.

For technical diagnostics of some of the most important MWF components, such as rope winding device and braking system, it is recommended to use the above boundary wear norms.

For inspection of serviceability and safety after along operation periods of mine winding facilities, in addition to above-described actions, it is necessary, to inspect the technical condition of the following major components:

- Reducing gear ;
- Suspension ropes of hoisting skips;
- Hoisting skips;
- Winding ropes;
- Shaft reinforcement;
- All ancillary mechanisms;
- MWF electric units.

#### REFERENCES

- Бежок В. Р. , Чайка Б. Н. , Кузьменко Н. Ф. 1982. Руководство по ревизии , наладке и испытанию шахтных подъемных установок , Москва , "Недра" .
- Yochev I.S. 2002. Technical Diagnostics and Selection of Solution for Modernization of Mine Winding Facilities in Gorubso Mines, Dissertation, St. Ivan Riski UMG
- Marhov N. 1991. Mine Equipment Maintenance, Sofia, Technica
- Underground Mining Safety Regulations. 1969. B-01-02-04), Sofia , Technica.
- Technical Survey Instruction. 1969 . Sofia , Technica



*Recommended for publication by Department of  
Mine Mechanization, Faculty of Mining Electromechanics*