

НАПРАВЛЯВАЩИ УСТРОЙСТВА НА ПОДЕМНИ СЪДОВЕ ЗА РУДНИЧНИ ПОДЕМНИ УРЕДБИ

Евтим Кърцелин¹, Живко Илиев¹, Илия Йочев², Калин Радлов³

¹Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail halkopirit@mail.bg

²Рудметал АД. 4960 гр. Рудозем

³Университет по Архитектура, Строителство и Геодезия 1046 София

РЕЗЮМЕ. Обобщени са основни конструктивни решения за направляващи устройства на подедни съдове на руднични подедни уредби. Направена е кратка оценка за предимствата и недостатъците на отделните конструктивни решения. Обобщени са причините за ниската надеждност на направляващите устройства в процеса на тяхната експлоатация

Ключови думи: Направляващо устройство, подеден съд, руднична подедна уредба, ролкови направляващи устройства

DIRECTIVE DEVICES OF WINDING VESSELS OF MINING WINDERS

Evtim Kartcelin¹, Zhivko Iliev¹, Iliya Iochev², Kalin Radlov³,

¹University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, E-mail halkopirit@mail.bg

²Rudmetal AD 4960 c. Rudozem, Bulgaria

³University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy -, 1046 Sofia

ABSTRACT: Are summarized main constructive solutions of directive devices of winding vessels. Has been made short assessment of advantages and shortcomings separate construction decisions

KEY WORDS: Directive device, mining winder, roll directive devices

Въведение

Развитието на минната промишленост през XXI, включително и на технологиите за подземен добив на полезни изкопаеми ще бъде подчинено на основните закони на пазарната икономика, което се обобщава в следните най-общии показатели: минимум разходи на енергия; на материални, трудови и финансови ресурси, осигуряване на висока ефективност и конкурентоспособност на всяко минно предприятие за добив и преработка на полезни изкопаеми. Ето защо за проектирането на нови и за осигуряване на перспективно развитие на предприятията в експлоатация е необходимо да се премине от количествени показатели към показатели за качество и ефективност. Рудничните подедни уредби са основно звено в технологичната верига за подземен добив на полезни изкопаеми. От тяхната надеждна работа зависят не само икономическите показатели, но и осигуряват безопасни условия за провеждането на всички технологични процеси на предприятията за подземен добив на полезни изкопаеми.

В резултат на развитието на технологията на промишлените технологии в края на XX век за рудничните подедни уредби се постигнаха следните основни показатели: височина на едностепенен подед до 1500m; скорост на движение на подедните съдове до 15 m/s, товароподедност – 50t.

Резултатите от многогодишната експлоатация на РПУ у нас и в чужбина показват, че независимо от техните

безспорни предимства в сравнение с другите видове технически средства за вертикален транспорт при подеден добив на полезни изкопаеми на големи дълбочини, тяхната работа е съпроводена с редица недостатъци. Тези недостатъци от една страна ограничават постигането на проектната производителност и ефективност на минното предприятие, а от друга страна се явяват причини за възникването на аварии и катастрофи с изключително тежки последици.

Една от причините за ограничаване на производителността на рудничните подедни комплекси е свързана с ниската надеждност и необоснования избор на направляващи устройства за подедните съдове на рудничните подедни уредби.

В доклада са обобщени и представени основните конструктивни решения за направляващи устройства на подедни съдове, представени са изискванията на нормативните документи към този елемент на РПУ, показани са някои решения за направляващите устройства на подедни съдове за РПУ в работа, и резултатите от тяхната експлоатация; формулирани са задачи за изследване и решаване, с цел повишаване надеждността на направляващите устройства. Основни конструктивни решения за направляващи устройства на подедни съдове.

Направляващите устройства за предназначени за осигуряване на нормално и безопасно движение на подедния съд по водачите от армировката на вертикална шахта.

Разработването на едни или други конструктивни решения на направляващи устройства се базира преди всичко на резултатите от изследване на процесите за динамическото взаимодействие на движещ се подемен съд с водачите от армировката на шахтата и с отчитането на следните параметри: якостни свойства на армировката; вид, конструкция и коравина подемния съд, а също така и зададения режим за неговото движение.

Изследванията за динамика на системата "подемен съд-армировка"[7,8,35] показват, че работоспособността ѝ се определя преди всичко от таково съчетаване на конструктивните параметри на армировката подемния съд, на направляващите устройства и режима на движение, който осигуряват динамическа устойчивост при нормирани амплитуди на параметричните колебания на подемния съд. При взаимодействието му с водачите. В зависимост от принципа на кинематичното взаимодействие между направляващите устройства и водачите, направляващите устройства се делят на две основни групи:

- Плъзгащи направляващи устройства
- Ролкови направляващи устройства
- Специални направляващи устройства

В зависимост от начина на монтаж към подемния съд направляващите устройства се разделят на неподвижни и подвижни. В зависимост от изменението на техните параметри и характеристики НУ се разделя на:

- НУ с постоянни параметри и характеристики(към тях се отнасят плъзгащите НУ)
- НУ с променливи параметри(към тях се отнасят ролкови НУ с еластичен елемент и специалните НУ)

По предназначение НУ за метални и дървени водачи се разделят на:

- Работни – НУ, осигуряващи насоченото движение на подемния съд при нормален подемен цикъл по основните водачи от армировката на шахтата;
- Предпазни – това са неподвижно монтирани към подемния съд плъзгащи се НУ с „П- образна форма“, които ограничават напречните колебания на подемния съд спрямо основните водачи и осигуряват гарантираната безопасност при възникване на отказ в работните направляващи устройства (всички видове ролкови направляващи устройства се осигуряват задължително с П-образни НУ)
- Допълнителни НУ – това са неподвижно или подвижно монтирани към подемния съд допълнителни НУ и предназначени да ограничават деформацията (огъване) на конструкцията на подемни съдове с голяма дължина, а също така и ограничаване допирането на подемния съд до водачите;
- Спомагателни – това са НУ, които са монтирани на подемния съд и са предназначени за реализирането на насочено движение на подемния съд по спомагателни водачи, когато е необходимо да се реализира и фиксират специални движения на подемния съд.

На фигура 1 са представени схеми на направляващите устройства за подемни съдове: а) – отворени П – образни НУ за двустранно разположение водачи; б- затворени П – образни НУ за двустранно и диагонално разположени водачи; в – затворени П – образни НУ за едностранно разположение водачи; г- непрекъснати П- образни НУ за двустранно разположение водачи; д- ролкови направляващи устройства за двустранно разположени водачи

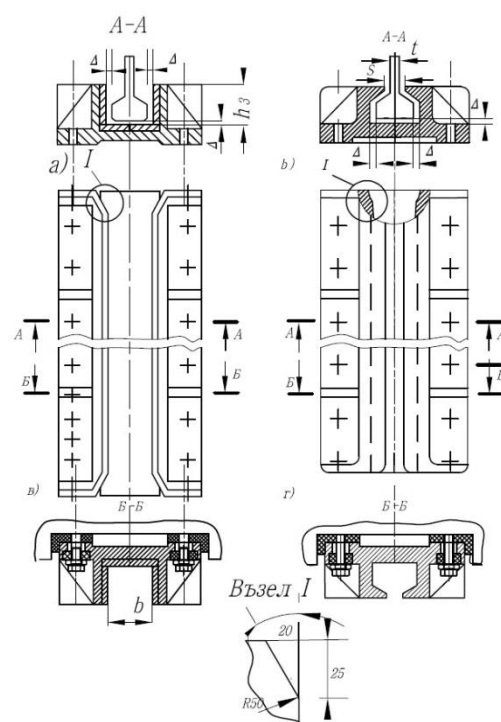
Плъзгащи направляващи устройства

В зависимост от типа и разположението на водачите се различават следните видове конструкции на направляващи устройства, показани на фиг.3: къси направляващи устройства с П – образна форма (открити, отворени) и с П – образна форма полузакрити;

Направляващите устройства с П – образна форма (НУ с ПОФ) е допустимо да се монтират на всички видове подемни съдове, различни по предназначение и товароподемност.

НУ с ПОФ – открит тип се използват в случаите при които водачите от армировката са разположени от двете страни на подемния съд, а НУ с ПОФ затворен тип, се използват само при едностранно разположение на релсови водачи спрямо подемния съд.

Непрекъснати направляващи устройства с ПОФ – отворен тип фиг. 2 са приложими за всички видове подемни съдове, различни по предназначение и товароподемност, при двустранно разположени водачи спрямо подемния съд. В този случай водачите са с правоъгълно сечение дървесина или от друг вид неметални материали. Този тип НУ са приложими и при неметални водачи. За намаляване на скоростта на абразивно износване на водачите и НУ, работните повърхности се облицоват със специално дървена



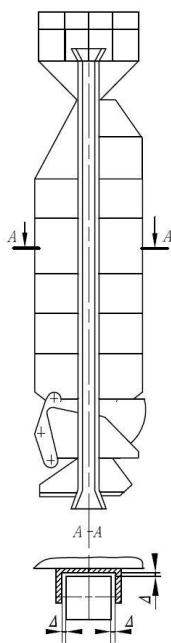
Фиг.1 Общ вид на плъзгащи направляващи устройства

футеровка, устойчива на само запалване или с други материали, имащи същите свойства. Ролковите направляващи устройства се използват по правило при всички видове водачи (дървени или метални) с правоъгълно сечение и скорост на движение на подемния съд над 5 m/s.

Област на приложение :

Направляващите устройства с П – образна форма (НУ с ПОФ) е допустимо да се монтират на всички видове подемни съдове, различни по предназначение и товароподемност.

НУ с ПОФ – открит тип се използват в случаите при които водачите от армировката са разположени от двете страни на подемния съд, а НУ с ПОФ затворен тип, се използват само при едностранно разположение на релсови водачи спрямо подемния съд.



Фиг.2. Схема на конструкцията на скип с непрекъснати коритообразни плъзгащи направляващи устройства за дървени водачи

Непрекъснати направляващи устройства с ПОФ – отворен тип (фиг. 2) са приложими за всички видове подемни съдове, различни по предназначение и товароподемност, при двустранно разположени водачи спрямо подемния съд. В този случай водачите са с правоъгълно сечение дървесина или от друг вид неметални материали. Този тип НУ са приложими и при неметални водачи. За намаляване на скоростта на абразивно износване на водачите и НУ, работните повърхности се облицоват със специално дървена футеровка, устойчива на само запалване или с други материали, имащи същите свойства. Ролковите направляващи устройства се използват по правило при всички видове водачи (дървени или метални) с правоъгълно сечение и скорост на движение на подемния съд над 5 m/s.

Предимства и недостатъци на направляващите Устройства с П- образна форма: Благодарение на простата си конструкция и висока надеждност в работата

този тип направляващи устройства са получили най-широко приложение през първата половина на XX век при обзавеждането на РПУ. Заедно с това те притежават и един съществен недостатък наличието на механично на механическо износване от триене както на работните повърхности на направляващите устройства, така и на работните повърхности на водачите. В резултат на това износване се увеличава хлабината между водачите и направляващите устройства, което води до влошаване динамическата на взаимодействие между подемния съд и водачите от армировката на шахтата. Резките удари между направляващите устройства и водачите, които възникват в резултат на принудените хоризонтални колебания на подемния съд, породени от неизбежните деформации на водачите и периодически изменяща се коравина на водачите. При подемни уредби с висока интензивност, водят до преждевременно влошаване експлоатационното състояние на системата.

Посочените недостатъци налагат ограничения за използване на П – образни НУ като работни – допустимо е използването им при РПУ с малка скорост на движение и малка товароподемност на подемния съд.

В същото време, благодарение на простата им конструкция и високата надеждност този тип НУ (НУ с ПОФ) успешно изпълняват функциите на предпазни, допълнителни и спомагателни НУ. Продължителността на взаимодействие на този тип НУ с водачите е твърде кратка, износването е малко, което не оказва влияние на динамическото взаимодействие на подемния съд с водачите.

Ролкови направляващи устройства

Необходимостта от използването на ролкови направляващи устройства подемни съдове вместо НУ с ПОФ е продиктувано от стремението за защита на работните повърхности на водачите при подемни уредби с висока интензивност, респективно за повишаване надеждността и ефективността на подемния комплекс. (фиг. 3)

Общата тенденция за усъвършенстване направляващите устройства на подемните съдове за високоскоростни подемни уредби се свежда не само до замяна на кинематичната двойка с плъзгане чрез кинематична двойка с въртящи се ролки, и към стремението да се подобри динамиката „подемен съд – армировка“ с помощта на специални амортизиращи (еластични) елементи или с използването на еластична футеровка на ролките. С ролкови направляващи устройства е възможно да се обзавеждат всички видове подемни съдове в шахти с двустранно разположени водачи с правоъгълно сечение.

Поради специфичния профил на работната част на релсовите водачи, опитите за използването на ролкови направляващи устройства не дава положителни резултати [17]. По тази причина този тип НУ не са намерили практическо приложение.

Основен и най-перспективен тип ролкови направляващи устройства се явява конструкцията с триролков блок, ролките на които се допират и движат по трите работни страни (повърхности) на водачите с правоъгълно сечение [5]. При това са възможни три

принципни схеми за окачване(монтаж) на ролките към подемния съд:

- Осите на ролките са монтирани неподвижно към подемния съд
- Всяка ролка има независимо окачване чрез амортизация
- Всички оси на ролките са монтирани неподвижно една спрямо друга, а блокът е свързан с подемния съд чрез амортизиращо окачване, осигуряващо възможно преместване на цялата конструкция само в две взаимно перпендикулярни посоки-в посока, определена от равнината на водачите и в перпендикулярна посока.(в челна и странична посока спрямо водачите).

Първата и втората схема широко се използват в практиката, а третият се намира в етап на разработване. Предимствата на ролковите НУ:

- Осигуряват благоприятни условия за динамическото взаимодействие между повърхността на ролките и водачите, тъй като при такава схема на окачване се изключва напречното преместване на ролките по водача, както това е възможно при използването на независимо податливо окачване на ролките.

Използването на ролкови НУ с бандажно покритие от гума практически изключва механичното износване на водачите(ако динамическите характеристики на конструкцията са избрани правилно т.е. избрани са така, че предпазните НУ с ПОФ да не встъпват в контакт с водачите).

Това предимство се осигурява от този факт, че ролковите направляващи устройства се явяват единствено целесъобразни за осигуряване насоченото движение на подемен съд с висока скорост по кутиеобразни(съставни) водачи от тънкостенен профил.

Основното изискване към РНУ е свързано с осигуряването на плавно, безударно движение на подемния съд. Критерии за плавност се явява такъв режим на движение, при който предпазните НУ с ПОП в процеса на нормален работен подемен цикъл не влизат в контакт с водачите. На първо място това изискване не може да се осигури само с правилното определяне параметрите на конструкцията за окачване, които определят коравината на техните характеристики, работния ход, предварителното натоварване(свиване) на еластичния елемент) и др.

Следователно, съвкупността от конструктивни параметри на РПУ трябва да се намират в определено съответствие с параметрите, характеризиращи режима на работа на подемната уредба, конструкцията на армировката на шахтата и подемния съд,като еластично тяло с маса.

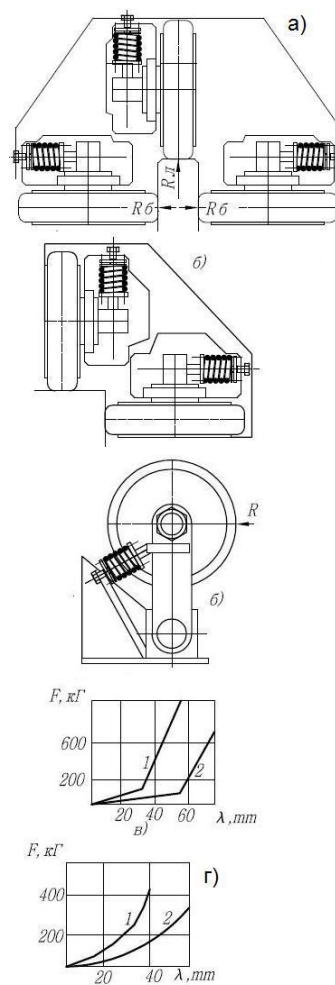
Вторият важен фактор определящ плавността на движение на подемния съд, се явява експлоатационното състояние на работните профили на водачите – степен за тяхната праволинейност.

По такъв начин, условията за приложение и конструктивни особености на РНУ се определят от редица важни изисквания, от които тяхното техническо съвършенство и експлоатационна надеждност.

Ефективна продължителна и нормална експлоатация на РНУ е възможно да се осигури само при условията на правилен монтаж и в съчетание с използването на НУ с ПОФ, правилна центровка и окачване на подемния съд, когато вертикално монтираните водачи не се натоварват от статичната съставяща на масата на подемния съд в резултат на неговото изместване при окачването или при грешки в размерите на конструкцията.

Най-благоприятни показатели за динамиката на системата „подемен съд армировка” се получава при нелинейна характеристика на еластичната връзка между подемен съд и водач. Ето защо едно от най-използваните решения е свързано с използването в системата за окачване на РНУ на амортизатори с нелинейна характеристика.

Номиналният диаметър на ролките на работната повърхност трябва да определя от условието, при което оборотите на въртене при максимална скорост за движение на подемния съд да не превишава 1000 об/мин; а като за предпочитане са 750 об/мин.



Фиг. 3. Триролковы направляющие устройства за водачи с правоъгълно сечение

РНУ със специален амортизиращ елемент се монтират на подемния съд при спазването на едно от основните изисквания, а именно равенство на луфтовете

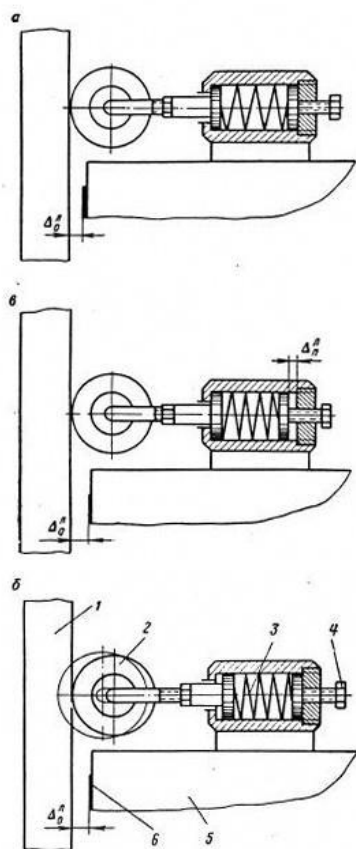
(разстоянията) между предпазните НУ с ПОФ на подемен съд и вертикалните водачи по един от следните варианти:

- Контактване (допиране) между ролката на НУ и водача без усилие (фиг. 4, а);
- Контактване с предварително натоварване (свиване) на еластичния елемент на ролката от страна на ролката на разстояние, определено по изчисления (фиг. 4. б)
- Контактване с предварително натоварване (свиване) на еластичния елемент на РНУ с помощта на специално регулиращо устройство, при което ролката контактува с водача без предварително усилие (фиг. 4. в)

На фиг. 5 е представена схема на едноролково направляещо устройство за релсови водачи с еластично окачване на ролковата ос.

Смяната на водачи от армировката на вертикалната шахта в експлоатация е изключително сложна и с висока стойност операция

В последните години са предложени принципно нови направляещи устройства, с които се изключва непосредствения контакт и взаимодействието в кинематичната двойка „направляещо устройство-водач“.

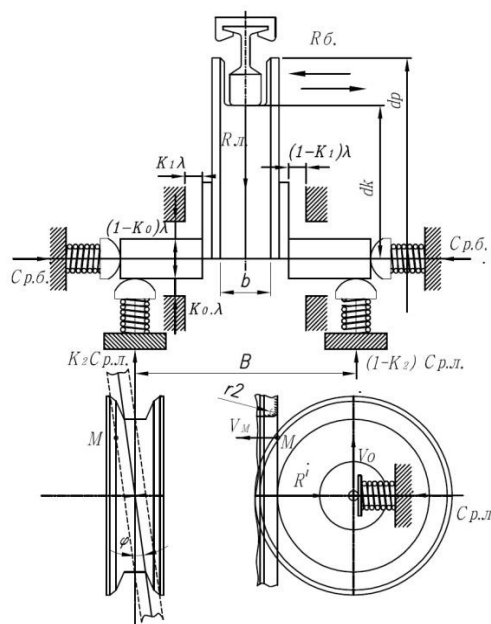


Фиг. 4. Принципи схеми за монтаж на ролкови направляещи устройства с еластичен елемент.

Специални направляещи устройства.

Едно от тези предложения се свързано със създаването на магнитна възглавница между направляещи устройства и водачите [1,2]. Направляещите устройства в този случай представляват постоянни магнити, а водачите

се покриват с наферомангнитен електропроводящ материал. При движението на подемен съд между водачите и направляещите устройства се създава левитационни (отблъскващи) сили, които удържат подемен съд на определено разстояние от водачите. Практическото изпълнение на водачи от цветни метали днес е икономически неоправдано, но изследванията в това направление продължават и представляват актуална научна задача. [14].

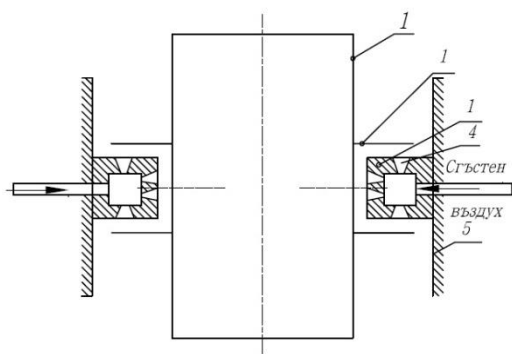


Фиг. 5. Едноролково направляещо устройство за релсови водачи

Вторият път за създаването на безконтактни направляещи устройства се основава на използването на принципа на въздушната възглавница в кинематичната двойка „направляещо устройство - водач“. С отчитането на факта, че водачите от армировката на вертикална шахта представляват идеален път за апаратите на въздушна възглавница (АВВ), това технически решение е възможно да получи практическа реализация в близките години.

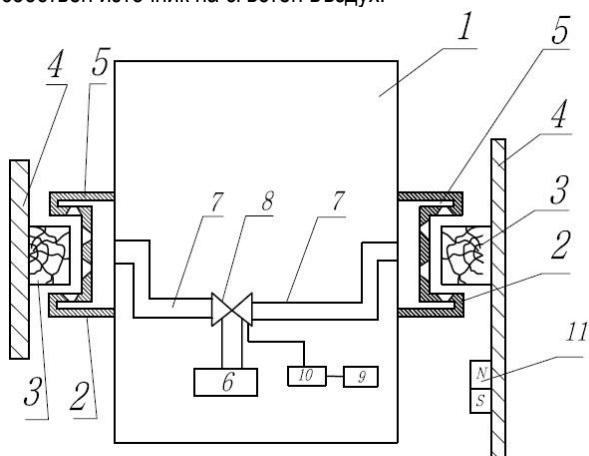
Въздушната възглавница в системата „подемен съд - армировка“ е възможно да се получи по два метода. [3,4]. В първия случай фиг. 6. се ползват кутиеобразни водачи с правоъгълно сечение. По цялата дължина на водача, по неговите работни повърхности (една челна и две странични) се пробиват в шахматен ред отвори с формата на дюза (сопло) с разширение в посока на външната повърхност на водача. От повърхността на шахтата или от междинни хоризонти с компресор се подава състен въздух във вътрешността на кутиеобразния водач.

Въздухът, излизайки от дюзите, непрекъснато въздейства на П – образните направляещи устройства. Този тип направляещи устройства се монтират по цялата височина на подемен съд и съответстват на профила на водачите. Въздушният поток с определени параметри създава въздушна възглавница между водачите и направляещото устройство и изключва прекия контакт и взаимодействие между тях [3,5]. Въздухът, постъпващ по дълбочината на шахтата от перфорираните водачи се смесва с основния въздушен поток, който се проветрява подземния рудник.



Фиг. 6 Направляващо устройство за подемен съд на въздушна възглавница с перфорирани водачи

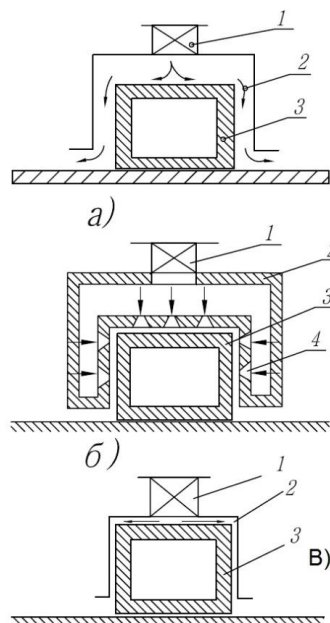
Във вторият случай подемния съд се представя като несамостоятелно средство на въздушна възглавница със собствен източник на сгъстен въздух.



Фиг.7. Подемна уредба с направляващо устройство на подемен съд на въздушна възглавница и източник на сгъстен въздух на подемния съд

Принципната схема на такава подемна уредба е представена фиг.7 [4,6]. Направляващите въздушни устройства 2 на подемния съд 1 се изпълняват като кухи елементи с П-образна форма и с дължина, покриваща цялата дължина на подемния съд. На работните повърхности на направляващите устройства (обърнати към водачите) се монтират тези устройства. Сгъстеният въздух от компресора през тръбопровода 7 и електромагнитния вентил 8 постъпва в П – образните направляващи устройства и излиза през дюзите 5, като създава въздушна възглавница между водачите 3 и направляващите устройства на подемния съд 2. За управление разхода на сгъстен въздух се използва системата, състояща се от източник на електроенергия 10, херкона 9 и постоянния магнит 11. При спиране на подемния съд на зададен хоризонт постоянния магнит 11 въздейства на херкона, който изключва електромагнитния вентил 8 от хранявания електроизточник 10. Електромагнитния вентил прекъсва подаването на сгъстен въздух от компресора 6 в направляващите устройства 2.

На фиг. 8 са показани три основни принципа за създаване на въздушна възглавница.



Фиг. 8 Въздушна възглавница при движение на АБП по водачи от армировката

В камерната схема (фиг. 8, а) въздух под налягане се подава в пространството между водачите и направляващите устройства. Реактивната съставяща на подемната сила е възможно в разглеждания случай да се пренебрегне. За създаването на камерна схема на въздушна възглавница е необходимо да се използва компресор с голяма производителност. Това ограничава приложението на този принцип.

Схемата на дюзите (фиг. 8,б) е широко разпространена в конструкцията на различни транспортни средства на въздушна възглавница, насочена към отстраняване на недостатъците на камерната схема. При този вариант пространството с повишеното налягане се ограничава от въздушна завеса, която ограничава изтичането на сгъстен въздух от пространството на въздушна възглавница и е разположена по периметъра на апарата. Освен това при високи скорости, изтичането на въздух във въздушната завеса е твърде голямо и реактивната съставяща на еластичните сили. Ето защо схемата с дюзи се явява по-икономична в сравнение с камерната и дава възможност опората да се повдига на по-голяма височина при една и съща мощност на източника. Схемата на въздушно смазване (8,в) се използва при апарати за въздушна възглавница (АВВ) с високо налягане при преместването на тежки товари по предварително подготвен път и във влаковете на въздушна възглавница. При тази схема подемната сила се създава за сметка визкозитета на въздуха който при високо налягане се подава към центъра на апарата между дъното и опорната повърхност и изтича навън през образувания между тях процеп. Налягането плавно се намалява до атмосферното при изтичането от камерата. Въздухът в този случай играе ролята на въздушна смазка между двете повърхности. Големината на луфта, през който изтича въздуха е твърде малък и не превишава един милиметър. Всичките тези схеми имат своите предимства и недостатъци и използването на която и да е от тях не винаги се решава еднозначно.

воздушной подушке. Механизация работ на рудниках. Кемерово, КузПИ, 1982г.

6. Борохович А.И., Балянов А.П., Латыпов И. Н., Борохович Б.А., Стабилизирующие направляющие устройства на воздушной подушке для шахтных подъемных сосудов. Электропривод, средства автоматики и электрификация горных предприятий, Свердловск, СГИ, 1984г.
7. Баклашов И.В. Расчет, конструирование и монтаж армировки стволов шахт. М., Недра 1973г.
8. Глабаданидис Т.П. Теория на динамичните процеси в системата „подемен съд-шахтна армировка“. Год. На ВМГИ, Том XXV(1978-1979), св. 1, стр. 115-124.
9. Гаркуша Н. Г., Дворников В. И., Чирков Я. В. Уравнения движения сосуда шахтного подъемного сосуда с упругими направляющими устройствами Сб. Трудов ИГМК им. М.М. Федоров, Горная механика, №28-29, Донец, 1971г.
10. Йочев. И. Щ. Изследване на състоянието и избор на решение за модернизация на рудничните подемени уредби в мини „Горубсо“. Автореферат за получаване на образователна и научна степен „Доктор“, 2002
11. Йочев И.Щ., Янева А. Някои проблеми при подъем с триещи шайба и едностранно водене на основния подемен съд при експлоатацията на руднична подемна уредба на шахта „Голям – Палас - Север“, рудник „Димов дол“, Год. На МГУ „Св. Иван Рилски“, том 49, св. III, 2006г.
12. Ковачев В. Руднични подемени уредби. С., Техника 1990г.
13. Кърцелин Е. Р. Математически модели на руднични подемени уредби. Монография Изд. Къща „Св. Иван Рилски“, 2010г.
14. Мостовой О. Г. Стабилизирующие магнитные устройства для шахтных подъемных сосудов ВНТК „Прогрессивные методы разработки“
15. Правилник по безопасността на труда при разработване на рудни и нерудни находища по подемен начин. С., Д.И. „Техника“ 1971г.
16. Правилник по безопасността на труда в подземни въглищни рудници(В-01-01-01). София., 1992. Том 1 и Том 2.
17. Стационарни установки шахт. Под общей редакцией Б. Ф. Братченко. М., Недра, 1977г.
18. Техническа маркшайдерска инструкция за извършване на измервателните маркшайдерски работи при проучването, строителството и разработването на находища на полезни изкопаеми С. Техника 1989г

*Препоръчана за публикуване от катедра
„Електрификация на минното производство“, МЕМФ*