

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ  
КАФЕДРА «ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ І АВТОМАТИКИ»**

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання лабораторних робіт з нормативної навчальної  
дисципліни циклу професійної та практичної підготовки

### **ШАХТНІ ПІДЙОМНІ УСТАНОВКИ**

для студентів денної та заочної форм навчання

Галузь знань: 0505 Машинобудування та матеріалобробка  
0507 Електротехніка та електромеханіка  
Напрямок підготовки: 6.050502 Інженерна механіка  
6.050702 Електромеханіка

Красноармійськ, 2011

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ  
КАФЕДРА «ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ І АВТОМАТИКИ»**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання лабораторних робіт з нормативної навчальної  
дисципліни циклу професійної та практичної підготовки

**ШАХТНІ ПІДЙОМНІ УСТАНОВКИ**

для студентів денної та заочної форм навчання

Галузь знань: 0505 Машинобудування та матеріалообробка  
0507 Електротехніка та електромеханіка  
Напрямок підготовки: 6.050502 Інженерна механіка  
6.050702 Електромеханіка

Розглянуто на засіданні кафедри  
«Електромеханіки і автоматики»  
Протокол №\_\_ від " \_\_ " \_\_\_\_\_ р.

Затверджено на засіданні  
Навчально-видавничої ради ДонНТУ  
Протокол №\_\_ від " \_\_ " \_\_\_\_\_ р.

Красноармійськ, 2011

УДК 622.67

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з нормативної навчальної дисципліни циклу професійної та практичної підготовки «Шахтні підйомні установки» для студентів денної та заочної форм навчання галузей знань: 0505 Машинобудування та матеріалобробка; 0507 Електротехніка та електромеханіка напрямів підготовки: 6.050502 Інженерна механіка - ІМ; 6.050702 Електромеханіка - ЕМ/ Укл.: Є.А. Триллер, Е.А. Петелін, Т.В. Алтухова. - Красноармійськ: КП ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. 94 - с.

Методичні рекомендації містять опис конструкцій шахтних підйомних установок, порядок їхнього технічного обслуговування й правила безпечної експлуатації. Методичні рекомендації охоплюють комплекс шахтних підйомних установок, що були випущені як 50 років тому, так і сучасні підйомні машини випуску до 2010 року. Поряд з вітчизняними машинами розглянуті конструкції машин передових закордонних фірм.

Укладачі:

Є.А. Триллер, к.т.н.

Е.А. Петелін, к.т.н.

Т.В. Алтухова, інж.

Відповідальний за випуск:

Є.А. Триллер, к.т.н.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. Лабораторна робота №1 Конструкції клітей.....	6
2. Лабораторна робота №2 Підвісні й причіпні пристрої підйомних посудин.....	8
3. Лабораторна робота №3 Підвісні пристрої посудин.....	13
4. Лабораторна робота №4 Парашути шахтні для клітей і противаг .....	17
5. Лабораторна робота №5 Амортизатори, сполучної й напямної муфти парашутів кріплення гальмових канатів у зумпфі, налагодження й випробування .....	22
6. Лабораторна робота №6 Конструкції й елементи шахтних скіпів .....	25
7. Лабораторна робота №7 Посадкові, стопорні, завантажувальні й напямні опори посудин.....	30
8. Лабораторна робота №8 Конструкції підйомних канатів.....	37
9. Лабораторна робота №9 Шахтні піднімальні машини .....	45
10. Лабораторна робота №10 Механізми перестановки барабанів .....	58
11. Лабораторна робота №11 Гальмові пристрої підйомних машин .....	67
12. Лабораторна робота №12 Керування приводом гальмування .....	79
13. Лабораторна робота №13 Схеми керування гальмовими пристроями.....	85
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	94

## ВСТУП

Курс «Шахтні підйомні установки» відноситься до нормативних навчальних дисциплін з циклу дисциплін професійної та практичної підготовки для студентів спеціальностей 6.050502 «Інженерна механіка» та 6.050702 «Електромеханіка».

Цей курс являється одним з основних при підготовці фахівців зазначених вище спеціальностей.

Основна мета курсу – надати студентам методичні рекомендації щодо вивчення конструкцій шахтних підйомних установок, порядку їхнього технічного обслуговування і правил безпечної експлуатації.

Шахтні підйомні установки служать для забезпечення транспортного зв'язку між підземними гірничими виробками й поверхнею. За допомогою підйомних установок виконуються спуск-підйом людей, матеріалів і встаткування, а також видача на поверхню корисної копалини і гірничих порід.

Ефективність роботи шахтних підйомних установок значною мірою впливає на техніко-економічні показники гірничого підприємства. Від надійної роботи підйомних установок залежать безпека виробництва гірничих робіт і можливість евакуації людей на поверхню при виникненні надзвичайних ситуацій. Із цієї причини шахтні вантажно-людські підйомні установки відносяться до першої категорії електричних споживачів, які мають 100% резервування по електроенергії.

Пройшовши тривалий історичний шлях розвитку від примітивного вороту із прядив'яним канатом і мускульно-тяговим приводом, сучасна підйомна установка представляє складний енергомеханічний комплекс, що є одним з найбільш великих споживачів енергії на гірничому підприємстві. Потужність електропривода сучасних підйомних установок у багатьох випадках досягає 4000 ÷ 5000 кВт, а використання підйомних посудин вантажопідйомністю 20-30 тон є звичайною практикою.

Провідна роль у створенні теоретичних основ сучасних підйомних установок належить академікам М.М. Федорову й А.П. Герману. Значний внесок у розвиток теорії й розробку сучасного встаткування рудничних підйомних систем внесли дослідження, виконані чл.-кор. АН СРСР О.С. Іллічевим, професорами Г.М. Єланчиком, В.С. Макаровим, Ф.М. Шклярським, В.Б. Уманським, В.С. Туліним та ін.

Методичні рекомендації містять опис конструкцій шахтних підйомних установок, порядок їхнього технічного обслуговування й правила безпечної експлуатації. Рекомендації охоплюють комплекс шахтних підйомних установок вітчизняного та закордонного виробництва за майже піввіковий період.

# 1. Лабораторна робота №1

## Конструкції клітей

### 1.1 Конструкції клітей для вантажно-людських підйомів

У вугільній промисловості для вертикальних підйомних установок використовуються уніфіковані (типові) неперекидні кліті однокінцевих і багатоканатних підйомів [3]. Неперекидні кліті підрозділяються по призначенню на вантажно-людські й людські. Єдиною відмінністю людських клітей від вантажно-людських є відсутність у них пристроїв для розміщення й фіксування вантажних вагонеток.

Вантажно-людські неперекидні кліті мають найбільше поширення й розрізняються по кількості поверхів, конструктивному виконанню кузовної частини й несучого каркаса, а також розмірами в плані й по висоті, що залежать також від типу й кількості вагонеток, розташовуваних на поверхях. Крім того, ці піднімальні посудини відрізняються типом і розташуванням провідників і напрямних, а також підвісними й парашутними пристроями.

У вітчизняній практиці використовуються одноповерхові й двоповерхові неперекидні кліті (табл. 1.1) з розміщенням по одній вантажній вагонетці на кожному поверху. Типові шахтні кліті призначені для розміщення в них вагонеток із глухими кузовами типу ВГ або УВГ, однак не виключається переміщення вагонеток з донним розвантаженням типу ВД.

Таблиця 1.1 - Основні характеристики неперекидних клітей діючих шахт

Типи клітей	Параметри клітей						
	Площа кліті, м <sup>2</sup>	Висота кліті, м	Маса кліті, т	Вантажопідйомність кліті, т	Максимальне навантаження на коуш, т	Максимальний діаметр канату, мм	Тип вагонетки для кліті
1УКН 2,5-1	2,3	4,9	2,76	3,0	5,8	34,0	ВГ-1,2
1УКН 3,2-1	3,1	4,9	2,96	3,6	6,6	34,0	УВГ-1,6
1УКН 3,6-1	4,6	5,45	3,82	5,2	9,1	40,0	УВГ-2,5
1УКН 4-1	5,6	5,98	4,66	6,6	11,3	47,0	ВГ-2,5
1УКН 4,5-1	5,6	6,58	6,13	6,6	18,3	47,5	ВГ-3,3
2УКН 2,55-1	4,6	7,4	4,11	6,0	10,1	40,5	УВГ-1,4
2УКН 3,2-1	6,2	7,86	5,23	7,2	12,5	47,5	УВГ-1,6
2УКН 3,6-1	9,2	8,15	6,52	10,4	17,0	56,5	УВГ-2,5; УВД-2,5
2УКН 4-1	11,2	8,58	8,62	13,2	22,0	60,5	УВГ-3,3; УВД-3,3
2УКН 4,5-1	11,2	9,18	9,6	13,3	30,0	60,5	УВГ-3,3; УВД-3,3
1КН 4-1	5,4	3,36	7,99	9,0	40,0	45,0	УВГ-3,3; ВД-4,0

Продовження таблиці 1.1

1КН 5,2-2	7,8	3,42	10,23	14,0	57,0	56,5	ВД-4,0
2КН 3,6-2	8,4	5,64	9,83	11,5	52,0	56,5	УВГ-2,5
2КН 4-2	10,6	5,64	11,1	11,0	54,0	56,5	ВД-4,0
2КН 5,2	15,6	5,78	14,35	14,0	66,0	64,0	ВД-4,0

УКН – уніфікована кліть неперекидна; цифра ліворуч від буквеного індексу позначає поверховість кліті; цифра праворуч від буквеного індексу - довжину кліті; праворуч через дефіс - тип і розташування провідників.

КН – кліть неперекидна; цифра ліворуч від буквеного індексу позначає поверховість кліті; цифра праворуч від буквеного індексу - довжину кліті; праворуч через дефіс - тип підйому (1 - одноканатний, 2 - багатоканатний).

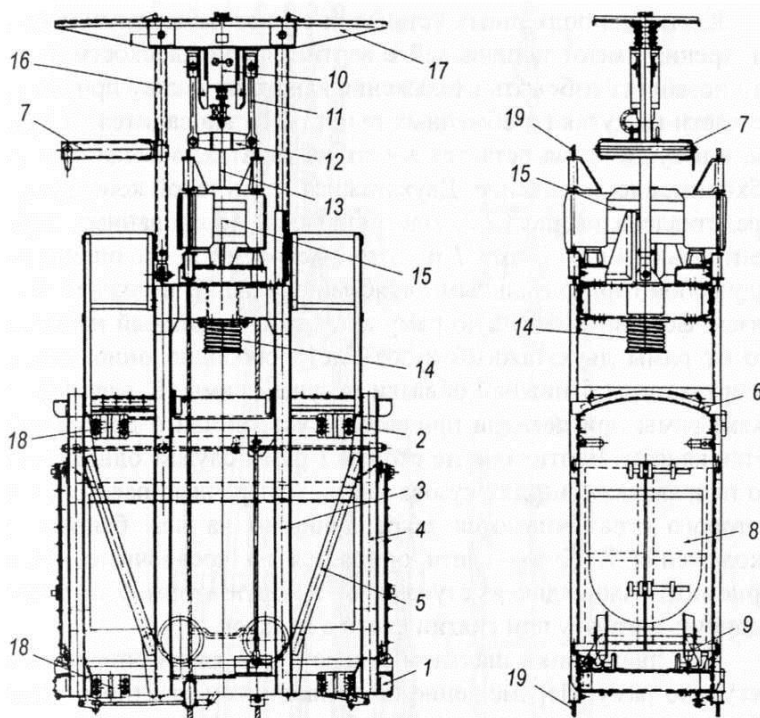


Рис. 1.1 Кліть неперекидна 1УКН 2,55-1

На рис. 1.1 представлено загальний вид одноповерхової неперекидної кліті 1УКН2, 55-1 уніфікованого ряду для вугільних шахт. Твердий металевий каркас кліті утворюють дві горизонтальні рами нижнього 1 і верхнього 2 несучих поясів, а також дві боковини, основою яких є центральні 3 і зовнішні 4 стійки з діагональними розкосами 5. Боковини каркаса по всій висоті обшиті листовою сталлю або дюралюмінієм. Рама нижнього несучого пояса зашита сталевими аркушами, що утворюють підлогу кліті.

На висоті 1,9 м від підлоги кліті сформована склепінна стеля 6, центральна частина якої зашита сталевим аркушем, а зовнішні частини представляють ляди, що відкриваються нагору. Така конструкція стелі забезпечує можливість евакуації людей із кліті в аварійних ситуаціях, а також вирішує проблему перевезення довгомірів (рейок, труб та ін.). Для закріплення верхніх кінців довгомірів служить кронштейн 7. На торцевих сторонах кліті розміщаються двері 8, що відкриваються усередину, обладнані засувами із зовнішньої сторони. Рейки для вагонеток кріпляться до поперечних балок нижньої рами. Скати вагонетки фіксуються в кліті за допомогою поворотних стопорів 9, привід яких розміщається на прийомних площадках обмінних пунктів у шахті й на поверхні.

Рама верхнього несучого пояса 2 служить для приєднання парашутного й підвісного пристроїв. Людські й вантажно-людські кліті екіпіруються двома незалеж-

ними підвісками. Основною підвіскою для кліті, представленої на рис. 1.1, є коуш 10, що виконує роль причіпного пристрою посудини до піднімального канату, із двома шарнірними тягами 11 і балансиrom 12, закріпленим на штоку 13 приводної пружини 14 уловлювача 15 парашута. Дублююча підвіска, що має П-образну форму, кріпиться до вушок верхнього несучого пояса за допомогою вертикальних стійок 16. Коуш має певний рух по осі канату в поперечці П-образної підвіски й при поломці основної підвіски передає тягове зусилля безпосередньо на поперечку. На поперечці також кріпиться запобіжний парасоль 17, під яким розміщуються робітники в процесі огляду стовбура.

Для демпфірування ударних навантажень на каркас, які виникають при постановці кліті на посадкові кулаки, передбачені амортизатори, закріплені знизу на нижній рамі, що є рухливими металевими коробками з гумовою подушкою усередині.

Переміщення кліті в стовбурі здійснюється по провідниках, які можуть бути дерев'яної або металеві конструкції (дерев'яні бруси, рейки, коробчасті металеві профілі, або канатні провідники). Утримання напрямку кліті забезпечується башмаками ковзання (напрямними) 18, закріпленими на рамах верхніх і нижнього несучих поясів.

Уловлювання кліті при обриві головного канату здійснюється уловлювачами 15 за гальмові канати 19, які розміщуються паралельно провідникам на всю глибину шахтного ствола. Варто сказати, що в закордонній практиці такі пристрої не застосовуються.

Кліть 1УКН2,55-1 виконана для переміщення по провідниках з дерев'яного бруса. Кліть 1УКН2,55-2 використовується при твердих металевих провідниках (рейки, металеві прямокутні коробки) і відрізняється від 1УКН2,55-1 тільки конструкцією напрямних башмаків.

Двоповерхова кліть 2УКН2,55-2 повторює в основних елементах конструкцію одноповерхової кліті 1УКН2,55-2. Кліть 2УКН2,55-2 має збільшений по висоті каркас, у який убудована додаткова горизонтальна несуча рама проміжного пояса, що утворює платформу другого поверху. Висота прорізу першого поверху 2 м, другого - 1,9 м у найнижчій частині в бічних стінок.

## **2. Лабораторна робота №2**

### **Підвісні й причіпні пристрої підйомних посудин**

Підвісним пристроєм називається змінний пристрій, призначений для приєднання канатів до шахтних підйомних посудин (скіпам, клітям, баддям, противагам). Підвісний пристрій складається із причіпного пристрою (коуша) і елементів конструкції підвіски [1, 2, 3, 10]. Причіпний пристрій (коуш) служить для з'єднання піднімального канату з підвіскою посудини. Підвіскою є сполучні ланки підвісного пристрою, за допомогою якого останній зчіплюється з піднімальною посудиною.

Правила безпеки [1] і Правила технічної експлуатації вугільних шахт [5] висувають високі вимоги до надійності підвісних пристроїв, зокрема, запас міцності підвісних і причіпних пристроїв повинен бути тринадцятикратним (з урахуванням максимальної кількості людей) для вантажно-людських і людських підйомів і десятик-



ратним для вантажних підйомів. Крім того, кожний тип причіпного пристрою повинен забезпечити міцність закріпленого в ньому канату не менш 85 % агрегатної міцності нового канату.

Правилами безпеки регламентований також термін служби підвісних і причіпних пристроїв, що при експлуатації підйомних установок повинен бути не більше 5-ти років.

## 2.1 Причіпні пристрої

Застосовувані причіпні пристрої по способі з'єднань канату з підвіскою посудини можна розділити на два види коуша: *грушоподібні* й *клинові* [2].

*Грушоподібні коуши* підрозділяють на симетричні й ексцентричні. Вільний кінець, обгинаючи коуш, кріпиться шістьма сталевими затисками до вантажної гілки канату, з яких п'ять є робочими, а шостий - контрольним. При використанні таких коушей найбільш інтенсивному зношуванню піддається канат під нижнім затискачем у вершини коуша через більші напруги в дротах, викликуваних вигинами канату при його вібрації.

Грушоподібні коуши типу I мають симетричну конструкцію (рис. 2.1), а типу II, III, IV - ексцентричну конструкцію. Коуши I і II призначені для клітей з парашутами типу ПКЛ. Діапазон діаметрів канатів від 20 до 65 мм. Грушоподібні коуши типу III й типу IV є ексцентричними, призначені для скіпів з діаметром підйомних канатів від 21 до 65 мм.

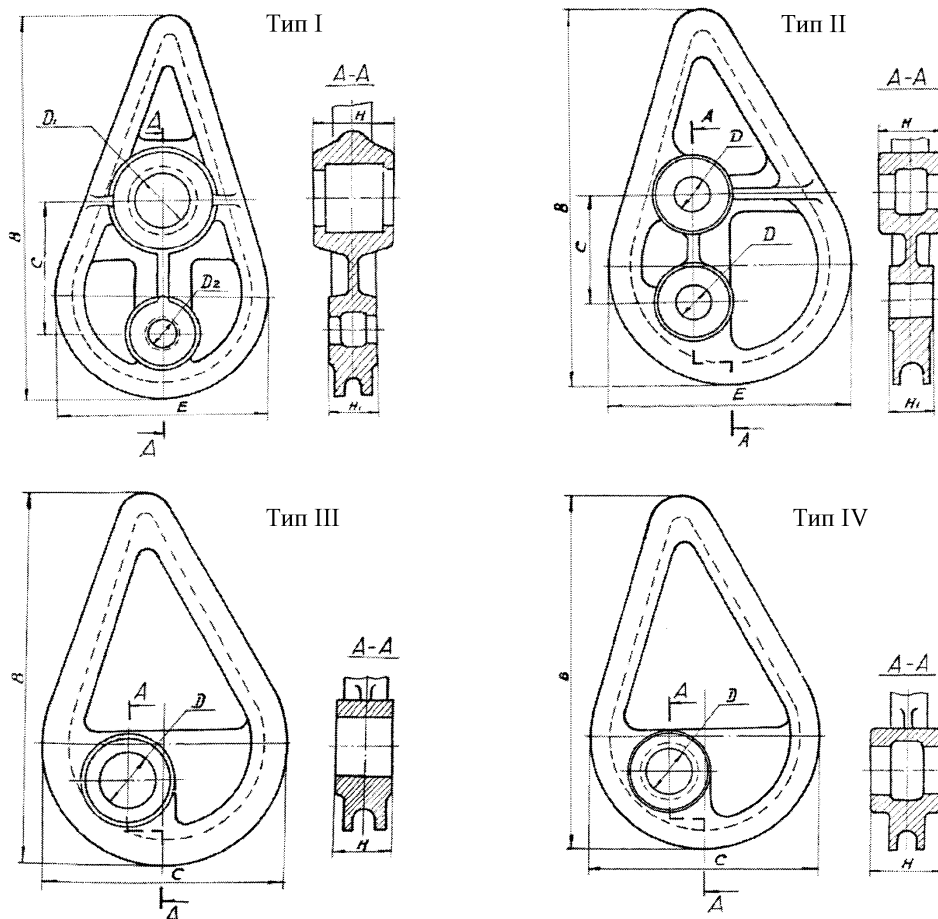


Рисунок 2.1 - Грушоподібні коуши

Основним недоліком грушоподібних коушей є значна висота підвіски, велика довжина канату в запанцеруванні, трудомісткість операції по перепанцеруванню піднімального канату. Цей тип причіпних пристроїв у цей час має переважне застосування для підвіски хвостових канатів, а також для підвіски прохідницького встаткування в шахтному стволі при його будівництві й в інших випадках, коли немає необхідності в періодичному перепанцеруванні канатів.

Клинові безжимкові коуши мають три конструктивних виконання: важільно-клиновий регульований коуш типу КРГ, безжимковий клиновий коуш типу КД двостороннього затиснення канату, безжимковий клиновий коуш із однобічним затисненням канату типу ККБ.

Коуши типу КРГ (рис. 2.2) розроблені інститутом «Донгіпроуглемаш» для канатів діаметром від 17 до 60,5 мм і розраховані на статичні навантаження для клітей до 300 кН і скіпів до 390 кН. Коуши мають шість типорозмірів.

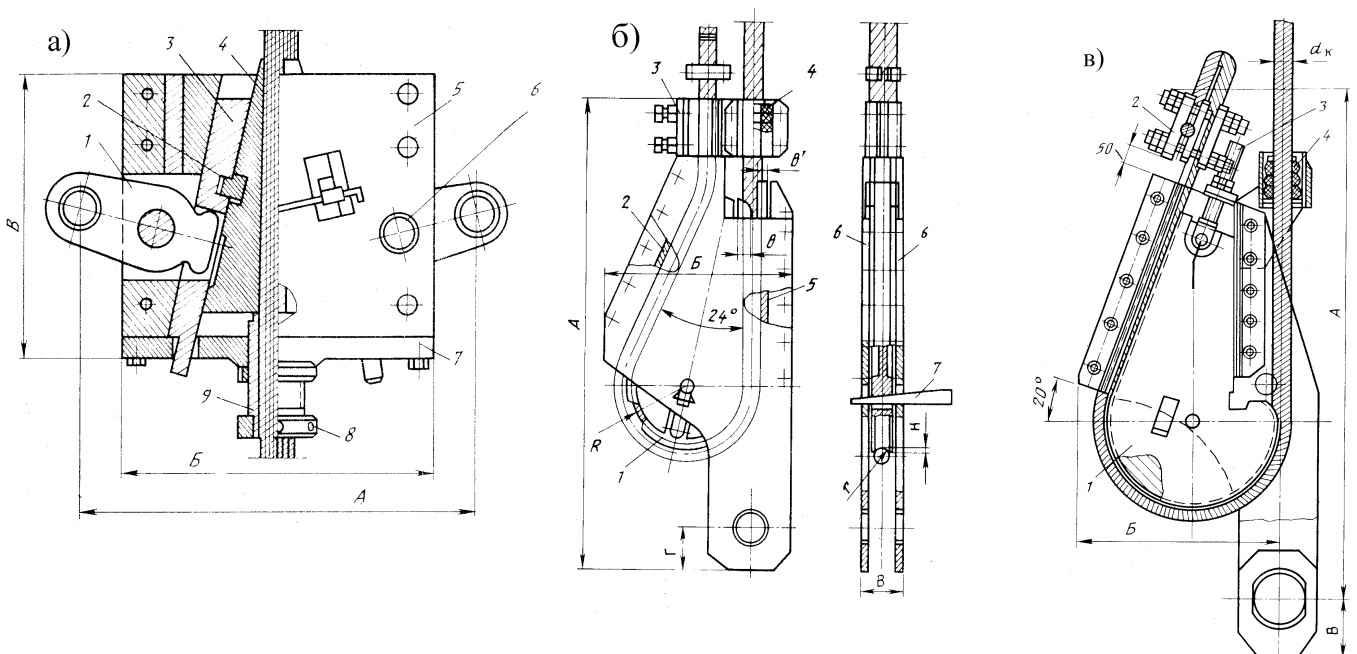


Рисунок 2.2 - Причіпні пристрої типу: а) КРГ; б) КД; в) ККБ

Коуш типу КРГ (рис. 2.2, а) складається з наступних елементів: вертикальних робітників клинів 4, зворотних клинів 3, горизонтальних клинів 2, важелів підвіски 1, корпуса 5, упорної втулки 9, осей 6, гайки 8 і опори 7.

Для забезпечення надійності заклинювання, кожному діаметру канату повинні відповідати тільки строго певні розміри вертикальних робітників клинів. При кріпленні канату в коуші канат пропускається між вертикальними клинами, попередньо звільненими від горизонтальних клинів 2. Упорною втулкою 9 вертикальні клини 4 піднімаються до зіткнення їх з канатом, після чого подальше затиснення канату відбувається горизонтальними клинами 2 шляхом розклинення останніх між зворотними й вертикальними клинами. Потім упорна втулка 9 повертається до упору в клини 4 і за допомогою піднімальної посудини, противаги (або іншого вантажу) через важелі 1 коуша відбувається остаточне затиснення канату.

Вільний кінець канату прикріплюється до робочої гілки за допомогою хрестового затискача, при цьому між торцем упорної втулки 9 і затискачем повинен бути

забезпечений контрольований (40 мм) зазор, зменшення якого в процесі експлуатації свідчить про необхідність додаткового затиснення канату горизонтальними клинами, після чого упорна втулка повертається до упору в клини 4.

Коуш КД (рис. 2.2, б) складається з листів 6, з'єднаних між собою вкладишами 2 і 5 за допомогою болтів, клина 1, затискача 3, амортизатора 4 і горизонтального клина 7.

Утримання каната забезпечується за рахунок двостороннього затиснення його між клином і вкладишами 2 і 5. Горизонтальний клин фіксує положення клина 1 щодо корпусу й запобігає його випадінню при напуску канату. Перед заведенням канату в коуш клин кріпиться планкою до корпусу (через наявні отвори в листах і клині коуша), потім кінець канату заводиться в коуш між вертикальним вкладишем і клином, між похилим вкладишем і клином і кріпиться затискачем до похилого вкладиша.

Затиснення канату в коуші виробляється шляхом натягу його за допомогою підйомної машини або інших підйомних засобів. Після затиснення канату коуш закріплюється відносно корпусу горизонтальним клином 7. Якщо горизонтальний клин 7 забивається вільно, необхідно під нього в отвір поставити прокладки й закріпити шплінтом від горизонтального зсуву. Потім на корпусі коуша монтують амортизатори для гасіння коливань канату, а на холостій гільці канату на відстані 100 мм від затискача ставлять мітку.

У процесі роботи коуша необхідно регулярно його оглядати й при необхідності за допомогою горизонтального клина робити підтяжку (щодо корпусу) клина, що обгинається канатом.

Коуши типу КД розроблені інститутом «Донгіпроуглемаш» і виготовляються серійно.

Коуш типу ККБ (рис. 2.2, в) складається з корпусу, рухливого клина 1, обмежувача (гасителя) коливань 4, натяжного пристрою 3 і хрестового затискача 2. Обмежувач коливань виконаний у вигляді циліндричної стакану з набором у ньому пружних гумових втулок. Рухливий клин має похилій й круговій торцевим поверхням канавку (струмок) під канат, а також гладку опорну поверхню, що контактує з вертикальним вкладишем корпусу.

При закладенні канату в коуші, останній пропускається через скобу обмежувача коливань 4, обгинає криволінійну частину клина й проходить між похилим вкладишем корпусу й клином 1. Після протягання канату в коуші (звичайно підйомною машиною) вільний кінець канату закріплюється у формі петлі допомогою хрестового затискача 2, розташованого над корпусом на відстані 50 мм. Для запобігання випадання клина з корпусу при напуску канату необхідно затягти гайки натяжного пристрою 3. У процесі роботи коуша необхідно регулярно його оглядати й при необхідності робити підтяжку гайок натяжного пристрою 3.

Клинові коуші типу ККБ розроблені інститутом ВНДПРУДМАШ. Коуши серійно виготовляються Дружковським машинобудівним заводом у комплекті з підвісним пристроєм типу ПУС для скіпів одноканатного підйому.

Досвід експлуатації причіпних пристроїв з коушами КРГ показав, що при їхньому застосуванні відбувається швидко втомне руйнування пасом канатів у місці входу у тверді клини. Найбільші руйнування канату спостерігаються на відстані 50-

80 мм від входу робочої гілки в запанцировку. Швидкий розвиток втомних ушкоджень дротів у цьому випадку обумовлено виникненням у входу в коуш високих контактних і згинаючих напруг, а також фактором концентрації напруги через різку зміну напружено-деформованого стану канату, що зчленовується із жорсткою масою. Надійність закріплення канату в цих випадках у значній мірі залежить від старанності виготовлення й точності підгонки деталей механізму, що заклинює.

Крім того, ці коуши вимагають для кожного діаметра канату щораз застосовувати клини зі строго певними розмірами канавок. Запанцерування канатів закритої конструкції коуш КРГ не забезпечує взагалі. Коуши КРГ у цей час зняті із серійного виробництва й виготовляються по індивідуальним замовленням шахт Ясногорським машинобудівним заводом (Тульська область, Російська Федерація) для закріплення на копрі й у зумпфі провідникових і відбійних прядивних канатів.

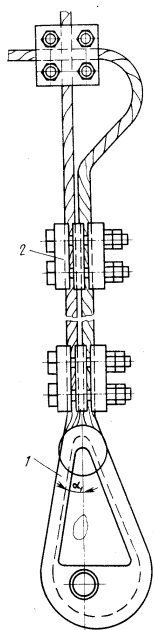


Рисунок 2.3 - Грушовидний коуш з затискачами МакНДІ

Закріплення кінця піднімального канату закритої конструкції (для скіпа або кліті) може провадитися в несиметричному коуші 1 (рис. 2.3) із затискачами 2, запропонованими МАКНДІ. Кількість затискачів аналогічно канатам прядевої конструкції: не менш п'яти робочих і один контрольний. Тому що канат має гладку поверхню й велику твердість поперечному стиску, робочі затискачі прийняті трьохплашечними. Контрольний затискач - хрестовий.

Причіпні пристрої із трьохплашечними затискачами виготовляються на рудоремонтних заводах по кресленнях, погодженим з МакНДІ.

Багатьох з недоліків важільно-клинових коушів КРГ позбавлені клинові коуши з однобічним затисненням канату типу ККБ (рис. 2.2, в) конструкції ВНДПРУДМАШ (м. Кривий Ріг). Розроблено шість типорозмірів цих коушів для канатів прядевої конструкції діаметром від 19 до 65 мм. Коуши застосовуються на всіх одноканатних вантажних й на всіх багатоканатних підйомних установках.

Досвід експлуатації цих коушів показав, що їхня конструкція також не забезпечує усунення втомних ушкоджень дротів канату в місці набігання його на клин внаслідок високих контактних напруг, пружного прослизання канату й поперечних коливань.

Коуш КД (рис. 2.2, б) володіє рядом переваг у порівнянні з коушами КРГ і ККБ:

- підвищена надійність утримання канату за рахунок двостороннього його затиснення;
- поліпшені умови із при перепанцеруванні канату в коуші;
- підвищена ремонтпридатність за рахунок застосування змінних втулок у шарнірах;
- зменшені габарити й маса внаслідок застосування низьколегованих сталей;
- збільшений термін служби. Альтернативи даному коушу поки немає.

### 3. Лабораторна робота №3 Підвісні пристрої посудин

#### 3.1. Підвісні пристрої для посудин одноканатного підйому

У цей час для приєднання головних канатів до шахтних скіпів вертикального одноканатного підйому застосовуються підвісні пристрої типу УПС із клиновими коушами двостороннього затиснення канату [2] (рис. 3.1).

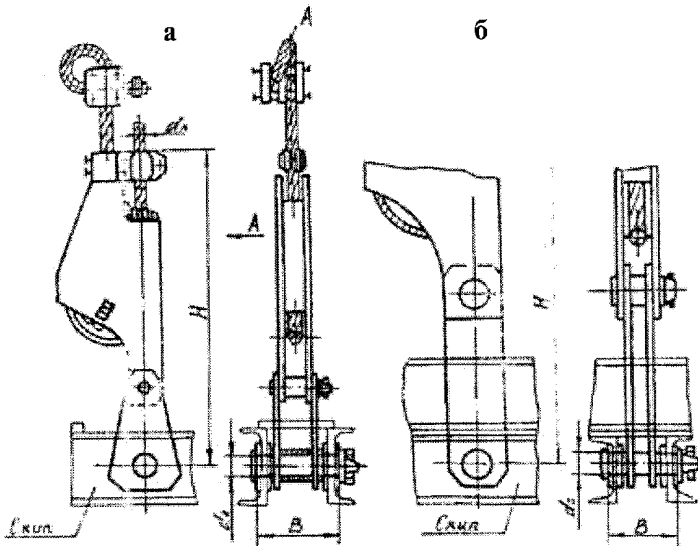


Рисунок 3.1 - Підвісний пристрій з коушем КД

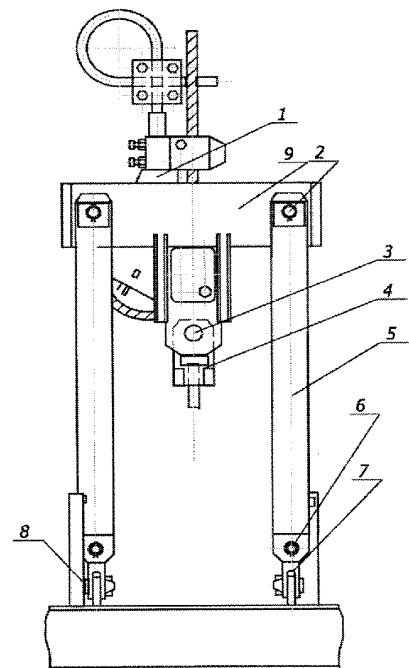
У всіх шарнірних з'єднаннях підвісного пристрою УП для збільшення терміну служби й забезпечення ремонтпридатності є змінні втулки.

При експлуатації підвісного пристрою, коуш КД, у якому закріплений головний канат, через накладки опускається в балку, з'єднану зі стійками й вушками кліті. При напуску головного канату або при його обриві коуш переміщається між аркушами балки й напрямними, забезпечуючи при цьому вільне розтиснення пружини парашута і його включення.

У випадку руйнування деталей робочої підвіски - балки, стійок, серг, валиків - кліть буде втримуватися на запасній підвісці - коуш, тяга, траверса з уловлювача парашуту. Напрямні на балці забезпечують спрямований рух коуша при напуску головного канату.

Для клітей одноканатного підйому підвісні пристрої типу УП з коушами КД (рис. 3.2) серійно виготовляються заводами Донецькгормаш (Україна) і Ясногорським машинобудівним заводом (Російська Федерація, Тульська обл.).

Підвісні пристрої для посудин одноканатного підйому типу УП залежно від величини статичного навантаження виготовляються п'яти типорозмірів.



1 – лист коуша; 2, 3, 6, 8 – валик;  
4 – стійка; 7 – серга; 9 - балка

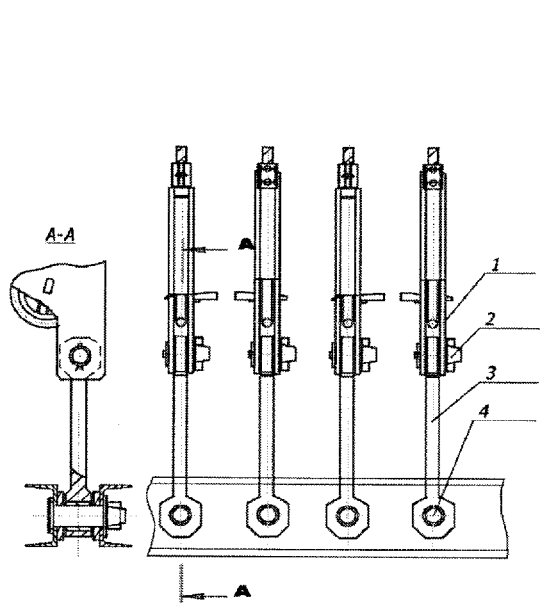
Рисунок 3.2 - Підвісний пристрій типу УП-12,5

### 3.2. Підвісні пристрої посудин багатоканатного підйому

Відмінна риса підвісних пристроїв посудин для багатоканатного підйому складається в необхідності приєднання до нього декількох підйомних канатів (від двох до восьми). Підвіска посудини може здійснюватися прямим приєднанням кожного канату або за допомогою спеціальних зрівняльних пристроїв, призначених для рівномірного розподілу кінцевого навантаження між канатами.

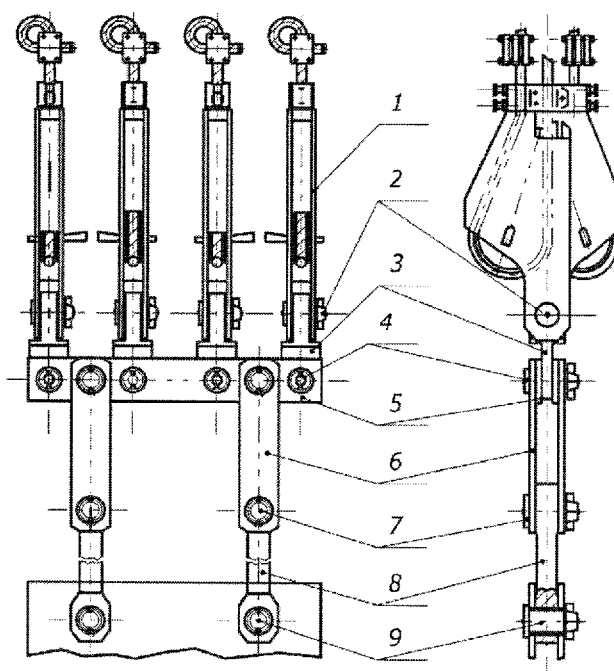
Рівномірний розподіл кінцевого навантаження між канатами є однією з основних умов забезпечення безпечної експлуатації багатоканатних підйомних машин. Причини нерівномірного розподілу навантажень між канатами обумовлені розходженням діаметрів окружностей канавок канатоведучого шківів, довжин підйомних канатів, жорсткостей і модулів пружності підйомних канатів між собою, а також мінливістю цих параметрів по довжині кожного з канатів. Проблема вирівнювання напруг канатів у певній мері вирішується конструкцією підвісних пристроїв, які можуть бути розділені на дві групи: беззрівняльні й зрівняльні.

Інститутами "Донгіпроуглемаш" і НДІГМ ім. М.М. Федорова згідно ТУ 12.44.1124-85 розроблені три типорозміри беззрівняльних підвісних пристроїв УПБ, випуск яких освоїв Дружковський машинобудівний завод (рис. 3.3 і 3.4). Типорозміри підвісних пристроїв, що виготовляються: УПБ-500, УПБ-800 і УПБ-1200.



1 – лист коуша; 2, 4 – валик; 3 – тяга

Рисунок 3.3 - Підвісний пристрій типу УПБ з коушем КД (для клітей)



1 – лист (щок) коуша; 2, 4, 7, 9 – валик; 3, 8 – тяга; 5 – траверса; 6 - планка

Рисунок 3.4 - Підвісний пристрій типу УПБ з коушем КД (для скіпів)

У деталях шарнірних з'єднань підвісних пристроїв установлені змінні втулки й передбачені місця для змащення. Валики, тяги, втулки, траверси й подовжувачі під-

вісних пристроїв виготовляються зі сталі 40ХН із твердістю НВ241...285 для деталей товщиною до 100 мм і НВ 197...241 для деталей товщиною понад 100 мм, клин - зі сталевого лиття марки 35Л, вкладиші - зі сталі 35, листи коуша - зі сталі 10ХСНД або 15ХСНД. Допускається виготовляти деталі підвісних пристроїв зі сталей інших марок з аналогічними фізико-механічними властивостями, що не погіршують якість підвісних пристроїв.

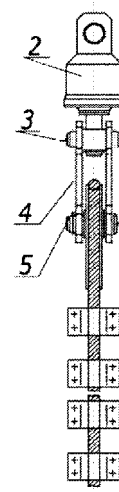
На шахтах вугільної промисловості України переважне поширення одержало тверде кріплення всіх головних канатів на одній посудині (противазі) і балансірне із двохточечним кріпленням до посудини й парним вирівнюванням натягів канатів - на іншому. У цьому випадку схема підвіски посудин є фактично безрівняльною, тому актуального значення набуває систематичний контроль натягу канатів, своєчасне регулювання їхніх довжин, проточка жолобків, стан футеровки шківа й ін. Основним недоліком балансірних підвісних пристроїв є те, що ефективне вирівнювання натягу канатів створюється лише на обмеженій ділянці руху посудин внаслідок недостатності ходу балансірів.

Рівномірність розподілу навантаження між канатами найчастіше контролюється хвильовим методом, заснованим на однозначному зв'язку між швидкістю поширення по канату хвиль пружних поперечних коливань і кінцевим навантаженням. Розмір, на який варто вкоротити найменш навантажений канат або зменшити діаметр жолоба канатоведучого шківа, визначають згідно "Посібнику з контролю й регулювання розподілу навантаження між головними канатами багатоканатних підйомних установок". Укорочення канатів зводиться до перепанцерування їх у коушах.

### 3.3 Підвісні пристрої для круглих канатів, що врівноважують

Як підвісні пристрої для круглих канатів, що врівноважують, застосовуються вертлюжні пристрої типу УП-М конструкції НДІГМ ім. М.М. Федорова (рис. 3.5). Ці пристрої виготовляються Дружківським машинобудівним заводом у комплекті з підйомними посудинами, а також по окремим замовленням заводом "Донецькгормаш" у комплекті зі скіпами.

Підвісний пристрій УП-М має два типорозміри: УП-2М під статичне навантаження 150 кН і УП-3М під статичне навантаження 200 кН. Крім того, залежно від конструкції прив'язки пристроїв до посудин (серійного й індивідуального виготовлення) кожний із цих типорозмірів має цілий ряд виконань.



1- коуш; 2 – вертлюг;  
3, 5 – траверси; 4 - ланки

Рисунок 3.5 - Підвісний пристрій типу УП-М

### 3.4 Підвісні пристрої для бадей прохідницьких підйомних установок

Кріплення прохідницьких бадей до піднімального канату здійснюється за допомогою причіпних пристроїв типів УПП і УПЗ, розроблених інститутом ЦНДІпідземмаш (м. Москва) і що виготовляються Горлівським машинобудівним заводом ім. С.М. Кірова.

Пристрій УПП призначений для закріплення кінця піднімального канату прядевої конструкції, а УПЗ - для закріплення канату закритої конструкції.

Пристрій УПЗ (рис. 3.6) складається з гака 1, засувки 2, нижньої 3 і верхньої 9 траверс, упорного підшипника 4, щік 5, гайки 6, кінцевої муфти, що страхує, 7, втулки клиновий 8, амортизатора 10.

У причіпному пристрої здійснюється подвійне закладення піднімального канату - основна й що страхує, при цьому кожна розрахована на сприйняття повного навантаження на пристрій. Основне закладення складається із клинової втулки, яку входять три клини, нижче основного закладення розташовані закладення, що страхує, де розпущений кінець канату розчленований за допомогою секторних і кутових клинів. Таке подвійне закладення канату повністю виключає можливість його висмикування із причіпного пристрою.

Закріплення закритого піднімального канату в причіпному пристрої типу УПЗ виключає можливість огляду канату в запанцеруванні з метою оцінки його стану. Тому необхідно строго дотримувати вимог періодичності перепанцерування причіпних пристроїв.

Пристрій УПП (рис. 3.7) складається з гака 1, засувки 2, траверси 3, підшипника 4, щік 5, гайки 6, клинової муфти 7, клина 8, контрольних затискачів 9, спеціального затискача 10 і шайби амортизатора 11.

При кріпленні в коуші канат огинається навколо клина й вставляється в муфту, при цьому довжина вільного кінця канату для установки контрольних затискачів повинна складати приблизно 500 мм. Потім до клинової муфти приєднуються щоки й гак, після чого виконується обтягування канату при навантаженні, рівній вантажопідйомності причіпного пристрою, і встановлюються контрольні затиски таким чином, щоб на вільному кінці канату утворилася контрольна петля.

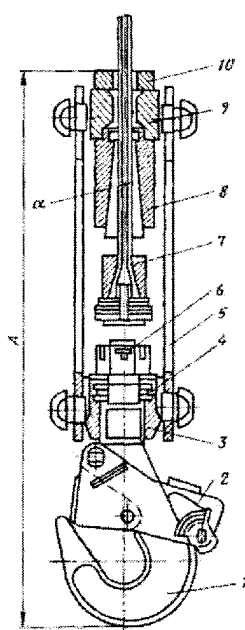


Рисунок 3.6 - Пристрій УПЗ

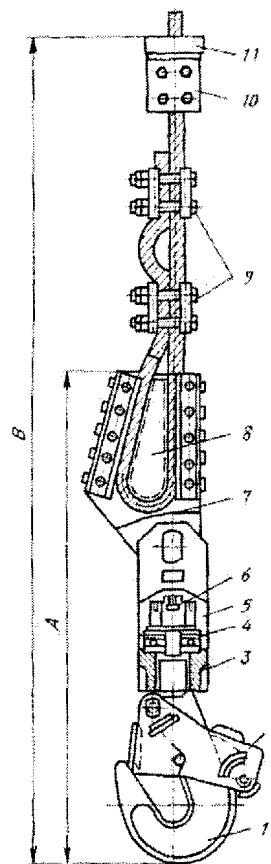


Рисунок 3.7 - Пристрій УПП



## **4. Лабораторна робота №4**

### **Парашути шахтні для клітей і противаг**

#### **4.1. Основні положення ПБ**

Кліті для спуска й підйому людей і противаги людських і вантажно-людських підйомних установок повинні бути постачені пристроями (парашутами), призначеними для плавного гальмування й зупинки їх у випадку обриву підйомних канатів [1, пп. 4.1.30]. Приводна пружина парашута кліті повинна захищатися запобіжним кожухом.

Допускається відсутність парашутів на: клітях і противагах багатоканатних підйомних установок із числом канатів чотири й більше; кліті й противагах двох і трьох канатних підйомних установок за умови вибору й бракування підйомних канатів відповідно до вимог пункту «а» таблиці. 4.6 [1] і дотримання підпункту «а» пункту 4.12.18, на клітях і противагах аварійно-ремонтних підйомних установок; на клітях і противагах підйомних установок допоміжних стовбурів, не призначених для постійного спуска й підйому людей; противагах діючих підйомних установок вертикальних стовбурів зі стиснутими умовами, якщо відділення кліті й противаги відділений друг від друга перегородкою з рейок або канатами. Дозволяється відсутність перегородки, якщо висота рами противаги перевищує два кроки армування при двосторонньому й крок армування при однобічному розташуванні провідників. Противага в цьому випадку повинна бути також обладнана запобіжними башмаками довжиною не менш 400 мм зі збільшеними зазорами.

Уповільнення при гальмуванні порожніх клітей парашутами не повинне перевищувати  $50 \text{ м/с}^2$ , а при гальмуванні клітей з максимальним числом людей повинне бути не менш  $6 \text{ м/с}^2$ .

Випробування парашутів повинні виконуватися не рідше одного разу в 6 місяців відповідно до інструкції для даного типу парашута.

Парашутні пристрої повинні замінятися новими через 5 років і у випадку заміни кліті.

Допускається продовження терміну служби парашутів на 2 роки. Рішення про продовження терміну служби приймається комісією, очолюваною головним механіком шахти, за умови одержання позитивних результатів дефектоскопії, виконаною спеціалізованою організацією, при зношуванні шарнірних з'єднань, не перевищуючих величин, зазначених в інструкції для експлуатації парашута, і задовільних результатах випробувань парашутів.

Цією же комісією термін служби парашутів і клітей може бути продовжений у загальному випадку не більше ніж на 5 років понад строк їхньої служби за експертним висновком організацій, що мають Дозвіл Держнадзорохоронпраці України на проведення відповідної експертизи.

#### **4.2. Типи парашутів і принцип їхньої роботи**

У цей час на шахтах застосовуються в основному парашути із захопленням за гальмові канати [2].

Парашутний пристрій типу ПТКА клітьової установки (рис. 4.1) складається з уловлювача 1, установлюваного на даху кліті 2, двох гальмових канатів 3, що навішуються на всю глибину ствола для кожної кліті, амортизаторів 4, установлюваних на копрі 5, натяжних пристроїв 6 гальмових канатів, що створюють натяг, що направляють муфти 7, що охороняють деталі уловлювача від стирання гальмовими канатами.

При обриві піднімального канату 8 гальмові канати захоплюються уловлювачами парашутів і зв'язують кліть із гальмовими пристроями парашута - амортизаторами.

Верхніми кінцями гальмові канати приєднуються до амортизаційних канатів 9 за допомогою сполучних муфт 10, нижніми - закріплюються в зумпфі й натягаються із зусиллям близько 1 тс для зменшення зношування муфт і гальмового канату.

При кріпленні в натяжному пристрої залишають у запас по 5 м кожного гальмового канату для періодичних випробувань його.

Гальмові канати вибираються по розрахунковому динамічному навантаженню із трикратним запасом міцності.

Станом на 2008 рік серійно випускалися наступні типи парашутів із захопленням за гальмові канати: ПТКА; ПТКПА; ПТКША; ПКЛА й ПКЛША.

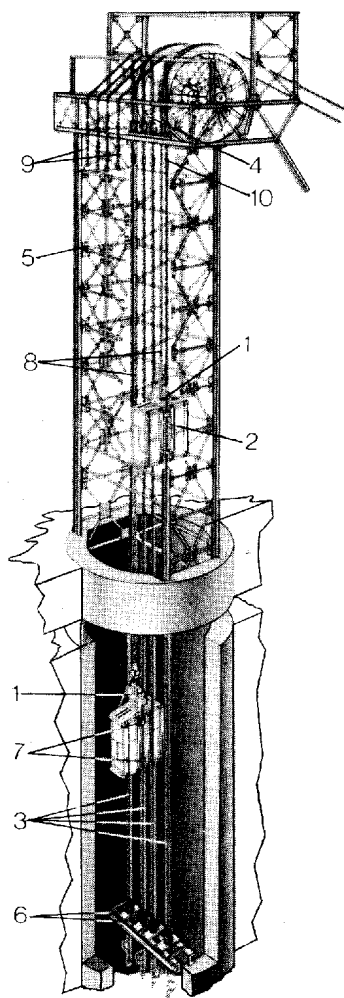


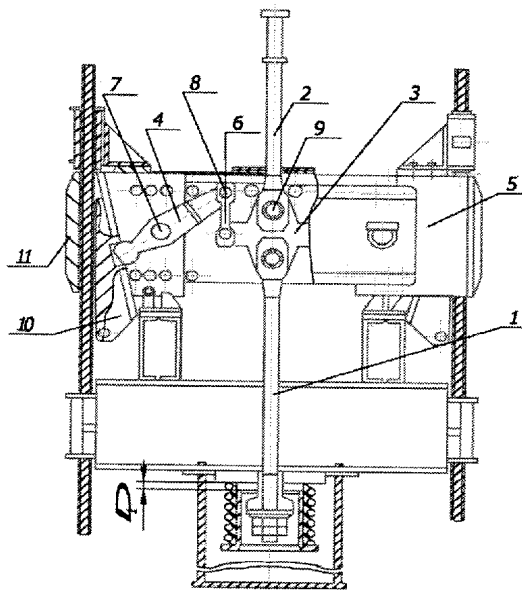
Рисунок 4.1 – Парашутний пристрій клітьової підйомної установки

Парашути типу ПТКА й ПТКША можуть експлуатуватися із клітьми масою до 30 т, а типу ПТКПА - із противагами масою до 16 т на одноканатних підйомах вертикальних стовбурів глибиною до 900 м при швидкості руху піднімальної посудини до 12 м/с незалежно від типу й розташування провідників. Парашути ПКЛА (і їх модифікацій ПКЛША стосовно до одноканатних підйомів з одним шківом тертя) мають ексцентриково-клиновий уловлювач, що здійснює миттєве захоплення за один гальмовий канат.

Можливість експлуатації парашутів із глибиною стовбура понад 900 м повинна бути погоджена з інститутом «Донгіпроуглемаш» або НДІГМ ім. М.М. Федорова при відповідному обґрунтуванні. Парашути ПТКА серійно виготовляються заводом «Донецькгормаш» і Ясногорським (Російська Федерація), а парашути ПТКПА, ПТКША, ПКЛА й ПКЛША - тільки Ясногорським машинобудівним заводом.

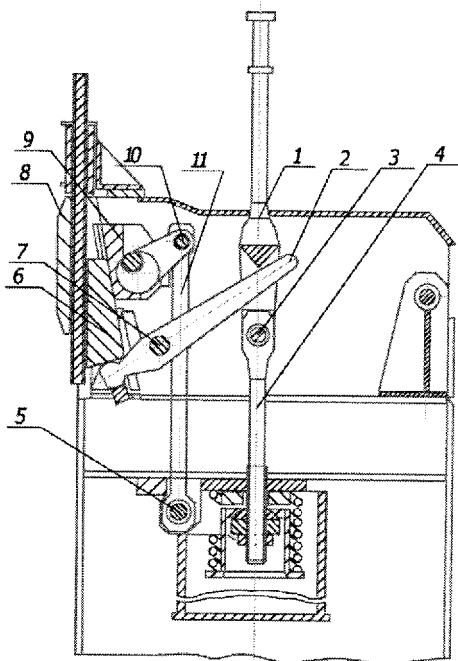
До складу парашутів ПТКА й ПТКПА входять наступні складальні одиниці: уловлювач, амортизатор, муфти сполучні й напрямна (рис. 4.2).

Крім перерахованих складальних одиниць, до складу парашутної установки входять також гальмові канати. Уловлювач парашута ПТКА й ПТКПА встановлюється на кліті (противазі) на опорах. До складу уловлювача входять деталі, зазначені на рис. 4.2.



- 1 – шток; 2 - тяга; 3 - траверса;  
4 - важіль; 5 – лист; 6 - серга;  
7 – вісь; 8, 9 – валик, 10 – клин;  
11 - спинка

Рисунок 4.2 – Парашут ПТКА



- 1 – тяга; 2 – важіль; 3, 7 – валик;  
4 – шток; 5, 10 – вісь; 6 – клин;  
8 - спинка; 9 – щока; 11 – серга

Рисунок 4.3 – Загальний вид уловлювача парашута ПКЛША

З метою підвищення надійності роботи й ремонтпридатності парашута в шарнірних вузлах уловлювача встановлюються змінні металеві втулки й передбачені місця для змащення.

### Парашут типу ПКЛА

Відмінною рисою даної конструкції є наявність лише одного гальмового канату, обумовлена однобічним розташуванням рейкових провідників.

Пристрій містить у собі (рис. 4.3) стаціонарні канатно-гвинтовий амортизатор, ексцентриково-клиновий уловлювач, муфти, що направляють, один гальмовий канат, сполучні муфти, які по конструкції такі ж, як і для парашутів типу ПТКА.

Включення уловлювача здійснюється через важіль 2 пружинним приводом від штока 4 парашута.

Принцип дії уловлювача парашутного пристрою типу ПКЛА полягає в наступному.

При обриві головного канату або підвісного пристрою пружина приводу розтискається, штовхає шток 4 долілиць і повертає важіль 2 уловлювача. При цьому клин 6 переміщається нагору й затискає гальмовий канат. Відбувається попереднє включення уловлювача. Із цього моменту починається робоче спрацювання уловлювача, тому що кліть, переміщаючись долілиць, зависає через серги 11 на ексцентриковому важелі. Важіль, повертаючись за рахунок ексцентриситету під дією ваги кліті, ще більше затискає гальмовий канат між спинкою й клином. Через те, що гальмовий канат закріплений в амортизаторі, розташованому в копрі, відбувається плавна зупинка кліті.

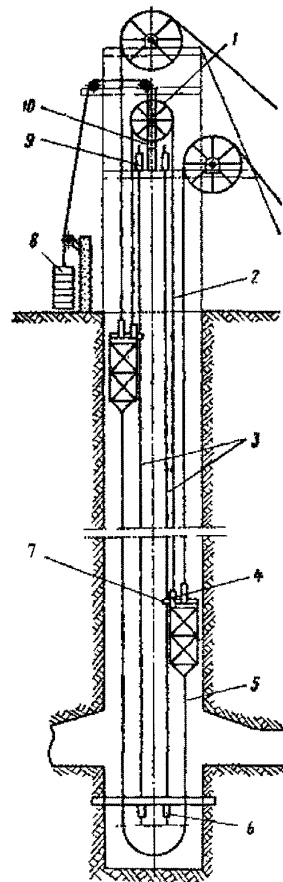
Парашутний пристрій ПКЛША для клітей вертикального одноканатного підйому зі шківом тертя відрізняється від парашута ПКЛА лише наявністю пристрою, що включає, спеціальної конструкції, що обумовлено схемою одноканатної двох кінцевої

піднімальної установки зі шківом тертя. Особливість підйому з машиною типу ШТ-7,2 полягає в тому, що при обриві канату або руйнуванні підвісного пристрою в одного з підйомних посудин довгий кінець виска канату, що захоплюється другою посудиною при його падінні, може залишатися під натягом, що перешкоджає спрацюванню приводної пружини парашута. У зв'язку із цим розглянута система повинна мати спеціальний пристрій примусового включення парашутів обох клітей, що працює незалежно від факторів, що обумовлюють можливий натяг канату в другій клітці в аварійній ситуації.

У парашутах типу ПКЛША це завдання вирішене за допомогою канату, що включає (рис. 4.4). Є пристрій, що включає, 4 зі зрізними шпильками, канат, що вмикає 2, і контрвантаж 8 для натягу канату, що включає. Пристрій, що включає уловлювач, має хомут, один кінець якого за допомогою зрізного валика кріпиться до канату, що включає, а інший - через зрізні шпильки кріпиться до кронштейна кліті.

### Парашут типу ПТКША

Парашутні пристрої типу ПТКША, застосовувані на клітях підйомних установок зі шківом тертя при двостороннім розташуванні провідників у стволі, обладнані уловлювачами типу ПТКА й пристроєм, що включає, аналогічної конструкції, використовуваної в парашутах ПКЛША.



1 – додатковий шків; 2 – канат що вмикає; 3 – гальмівний канат; 4 – пристрій що вмикає уловлювач; 5 – хвостовий канат; 6 – натяжний пристрій гальмівних канатів; 7 – уловлювач; 8 – контрвантаж; 9 - амортизатор; 10 – ферма додаткового шківа

Рисунок 4.4 – Схема парашутного пристрою ПКЛША для підйомів зі шківом тертя та односторонніми рейковими провідниками

Парашути з уловлювачами ПТКА й ПКЛА безвідмовні відносно захоплення за гальмові канати. Однак, їхні модифікації ПТКША й ПКЛША для підйомів зі шківками тертя нормально працюють лише при порівняно малих швидкостях руху. При швидкостях понад 6 м/с скривлення провідників обумовлюють сильні поперечні коливання головного канату й канатів, що включають, що приводять до взаємного їх захльостування й помилковому спрацюванню парашутів.

Крім того, помилкові спрацювання всіх модифікацій парашутів із клиновими уловлювачами спостерігаються також і при поривах і спучуванні дротів зовнішнього шару гальмового канату, при його зледенінні й наявності на ньому в'язкого мастила.

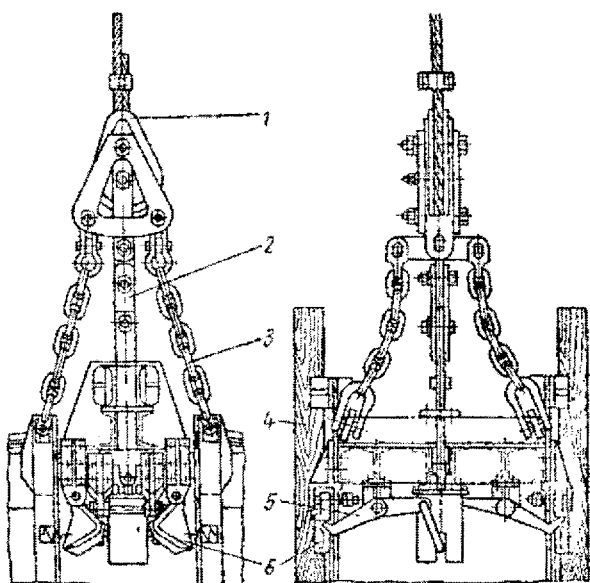
Незважаючи на вищевідзначені недоліки, при ретельному експлуатаційному догляді й нагляді описані парашутні пристрої забезпечують повну безпеку доставки людей по вертикальних стволах шахт.

### Парашут типу ПДП.

Парашутні пристрої типу ПДП (рис. 4.5) дозволені до промислового застосування на клітьових підйомах при дерев'яних провідниках двостороннього розташування.

Парашут здійснює вловлювання ( гальмування й утримання) кліті за дерев'яні провідники жорсткого армування ствола.

Конструкція парашута включає пружинний приводний механізм, важільний передавальний механізм і захвати. Приводний механізм у принципі не відрізняється від подібного пристрою, використовуваного в парашутах із клиновими уловлювачами. Передавальний механізм складається із двох двоплечіх важелів. Одним кінцем важелі шарнірно з'єднані із сергами, зв'язаними зі штоком приводного механізму за допомогою осі. Іншим кінцем важелі підгорнуті знизу до упорних припливів захватів. Парашут має чотири захвати - по двох на кожний провідник, встановленні щодо нього із двох бічних сторін.



1- канат з коушем; 2 - робоча підвіска з центральним штоком парашута; 3 - запобіжна підвіска; 4 - провідник; 5 - двоплечі важелі; 6 - захвати

Рисунок 4.5 - Загальний вигляд парашуту ПДП для дерев'яних провідників із захватом конструкції МАКНДІ

У транспортному положенні захвати, установлені на поворотних осях опор, відтягаються від провідників циліндричними пружинами. Робочі поверхні захватів конструкції МАКНДІ постачені двома профільними гребенями й обмежувальною

щокою, які при вдавненні в провідник забезпечують протягання деревини з обтисненням волокон у каналах, що звужуються, створюючи заданий постійний опір.

В аварійній ситуації пружина приводу, розтискаючись, опускає шток парашута униз. При цьому через серги здійснюються поворот двоплечіх важелів і одночасне підведення захватів до поверхонь провідників з початковим введенням гребенів у деревину. Подальше введення захватів у провідники забезпечується за рахунок ваги падаючої кліті. У процесі взаємодії захватів із провідниками відбувається гальмування й зупинка кліті.

Парашути ПДП із захватами конструкції МАКНДІ наразі є найбільш досконалою конструкцією парашутів для дерев'яних провідників.

## 5. Лабораторна робота №5

### Амортизатори, сполучної й напрямної муфти парашутів кріплення гальмових канатів у зумпфі, налагодження й випробування

#### 5.1 Амортизатори

Амортизатори (рис. 5.1) установлюються на підшківних або спеціальних площадках копра й служать для погашення кінетичної енергії кліті (противаги), що уловлюється і забезпечення плавного гальмування їх із заданим уповільненням.

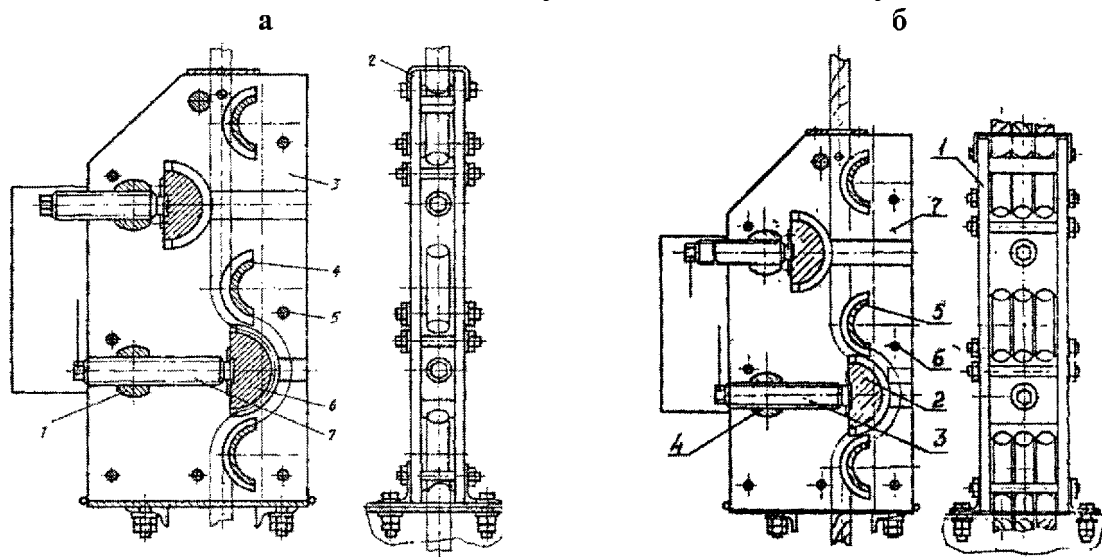


Рисунок 5.1 – Амортизатори: а) – однострумкові; б) – трьох струмкові

Складаються амортизатори із гайок 1, двох листів 2, кожуха 3, валків 4, шпильок 5, сухарів 6, гвинтів 7.

Переміщенням сухарів відносно валків здійснюється перегин амортизаційних канатів, що створює необхідну величину гальмового зусилля.

## 5.2 Сполучні й напрямні муфти

Сполучні муфти служать для з'єднання гальмових канатів з амортизаційними [2]. Залежно від типорозміру амортизаторів і їхнього розташування на копрі сполучні муфти виготовляються *однострумковими*, *триструмковими* й *блоковими*.

*Однострумкові* сполучні муфти (рис. 5.2) складаються із двох конусоподібних напівмуфт 2 і 6, обойми 4, трьох шпильок - центральної 5 діаметром 20 мм і бічних 3 діаметром 8 мм. У кожній напівмуфті є по одному комплекті губок 1 і 7, які служать для додаткового затиснення канатів у напівмуфтах.

*Триструмкові* сполучні муфти (рис. 5.3) служать для з'єднання гальмівного канату із трьома амортизаційними канатами й складаються з конусоподібної напівмуфти 1 для кріплення одного амортизаційного канату й хрестоподібної напівмуфти 2 для кріплення двох амортизаційних канатів і одного гальмового. Замок муфти 3 призначений для втримання стаканів амортизаційних канатів у гніздах напівмуфти.

*Блокові* сполучні муфти (рис. 5.4) застосовуються в тих випадках, коли амортизатори встановлюються на підшківних площадках в одній площині зі шківом. У цьому випадку виникає необхідність установки на один гальмовий канат двох амортизаторів для обходу нижнього шківа. Конструкція муфти передбачає можливість з'єднання одного гальмового канату з одним або трьома амортизаційними канатами.

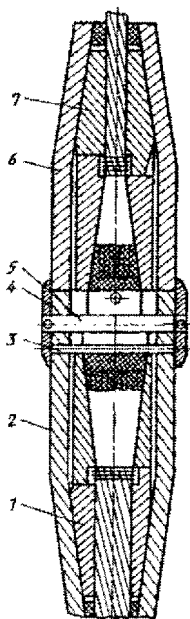


Рисунок 5.2 - Однострумкові сполучні муфти

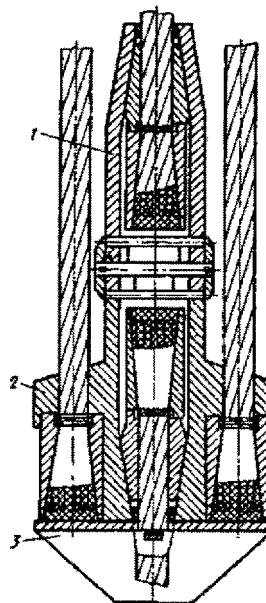


Рисунок 5.3 - Триструмкові сполучні муфти

Муфта складається з колодки 1, з'єднаної щокими 2 зі стаканом 3, у якому втримується гальмовий канат 4. Амортизаційні канати обгинають колодки, і кінці їх пропусаються через два амортизатори.

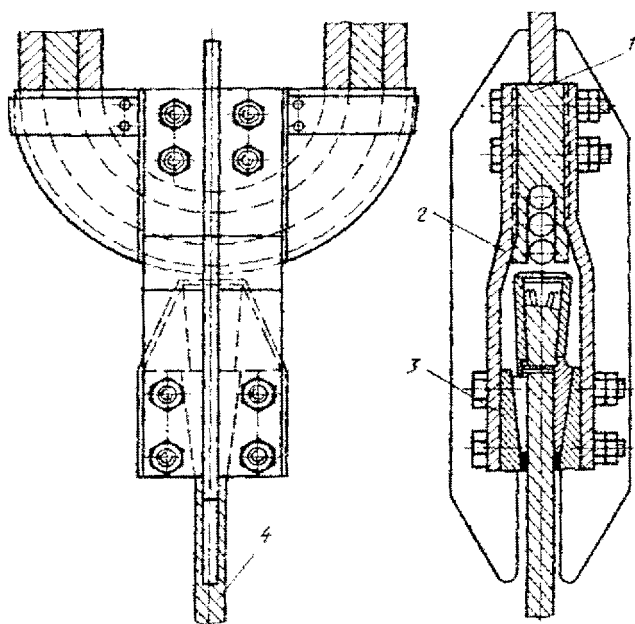


Рисунок 5.4 – Блокові сполучні муфти

Кронштейни й напрямні муфти, що встановлені на уловлювачі, на верхньому й нижньому поясах кліті (проти́вазі) призначені для направлення гальмового канату при русі й запобігання від зношування робочих поверхонь клинів і спинок уловлювача.

Напрямні муфти встановлюються строго по осі гальмового канату. Зношування змінних вкладишів напрямних муфт допускається в межах 3 мм на сторону, що виключає можливість зіткнення канату зі спинкою й клином.

### 5.3 Кріплення гальмових канатів у зумпфі

Кріплення гальмових канатів у зумпфі (рис. 5.5) складається з балки 1, затискача 2, обмежника натягу 3 [2]. Гальмові канати в нижній частині стволу повинні бути натягнуті зусиллям приблизно  $10 \text{ кН}$  і закріплені таким чином, щоб при виникненні в них більших зусиль кінці їх звільнилися від кріплення. Зусилля  $10 \text{ кН}$  можна досягти за допомогою гайкового ключа з рукояткою довжиною  $250...350 \text{ мм}$  і прикладенням зусилля  $100-150 \text{ Н}$ . Для натягу каната служить натяжна скоба. Після натягу канатів устанавлюються обмежники натягу, а натяжна скоба знімається.

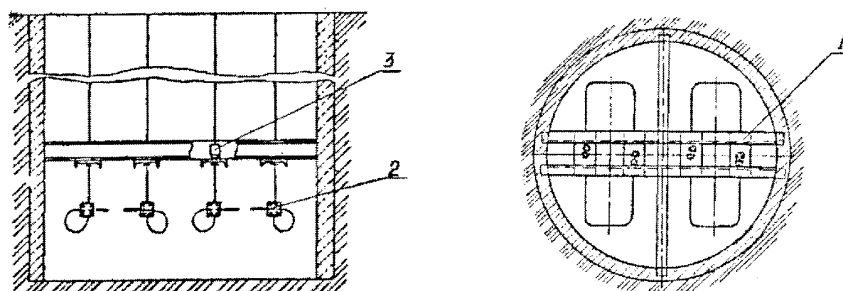
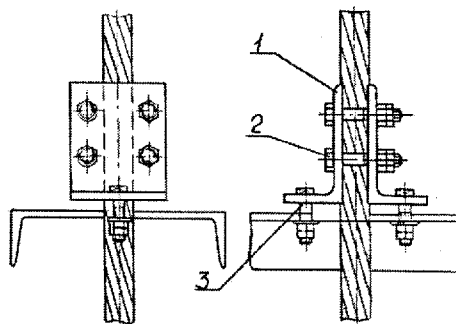


Рисунок 5.5 - Кріплення гальмових канатів у зумпфі

Обмежник натягу (рис. 5.6) складається з косинців 1, між якими за допомогою болтів 2 затискається канат. Косинці кріпляться до балки розривними болтами 3 діаметром  $10 \text{ мм}$ . У процесі роботи парашута після вловлювання й зупинки кліті пружні сили каната, що витягнувся, підкинуть її нагору. Якщо в цей момент нижні кінці канатів будуть закріплені жорстко, то після вибирання слабину кінців, що перебувають під кліттю, гальмових канатів, може відбутися розклинення з його наступним вторинним захопленням. Обмежник натягу дозволяє уникнути цих небажаних



явищ. При виникненні натягу (спрямованого нагору) гальмових канатів більше 10 кН болти, що кріплять косинці обмежника натягу в балці руйнуються, і кінці канатів будуть вільними.



1 – косинець; 2 – болт; 3 – розривний болт

Рисунок 5.6 - Обмежник натягу гальмового канату

## 6. Лабораторна робота №6 Конструкції й елементи шахтних скіпів

Для видачі із шахти вугілля й породи через вертикальні стволи, застосовуються скіпи наступних типів: з розвантаженням через дно без нахилу кузова із секторним затвором; з кузовом, що відхиляється, і розвантаженням через донний отвір; перекидні [2, 3, 10].

Стандартний скіп з розвантаженням через дно із секторним затвором (рис. 6.1, а) являє собою зварену металоконструкцію, у якій кузов 1 і рама 2 жорстко з'єднані між собою.

Дно кузова нахилене убік завантаження на  $45^\circ$ . У нижній частині передньої стінки кузова є розвантажувальний отвір, що закривається секторним затвором 3, а бічні стінки кузова вигнуті так, що між ними й рамою скіпа є зазор приблизно 180 мм. У цьому зазорі розміщаються бічні стінки секторного затвора, що мають подовжену фігурну форму, і бічні стінки висувного риштака 4, що їх охоплюють, який розташований під затвором. На бічних стінках секторного затвора укріплені розвантажувальні ролики 6. Висувний риштак обертається на осі, укріпленої на похилій частині кузова, і вільним кінцем опирається на підтримувальні ролики, укріплені на рамі скіпа. Нижче підтримувальних роликів на рамі скіпа є дерев'яний брус, на який опирається риштак при розвантаженні скіпа, маючи нахил  $45^\circ$ .

На бічних стійках рами скіпа, угорі й унизу, укріплені напрямні опори (башмаки), що охороняють скіп від обертання й розгойдування під час його руху по стовбурі шахти.

У верхній частині рами розташована площадка 5 з огороженням, що служить для розміщення робітників при огляді стовбура й охороняє від капежу води зі стовбура в гірську масу, що перебуває усередині скіпа. У верхній і нижній частинах рами є осі для підвісних пристроїв піднімального й канатів, що врівноважує.

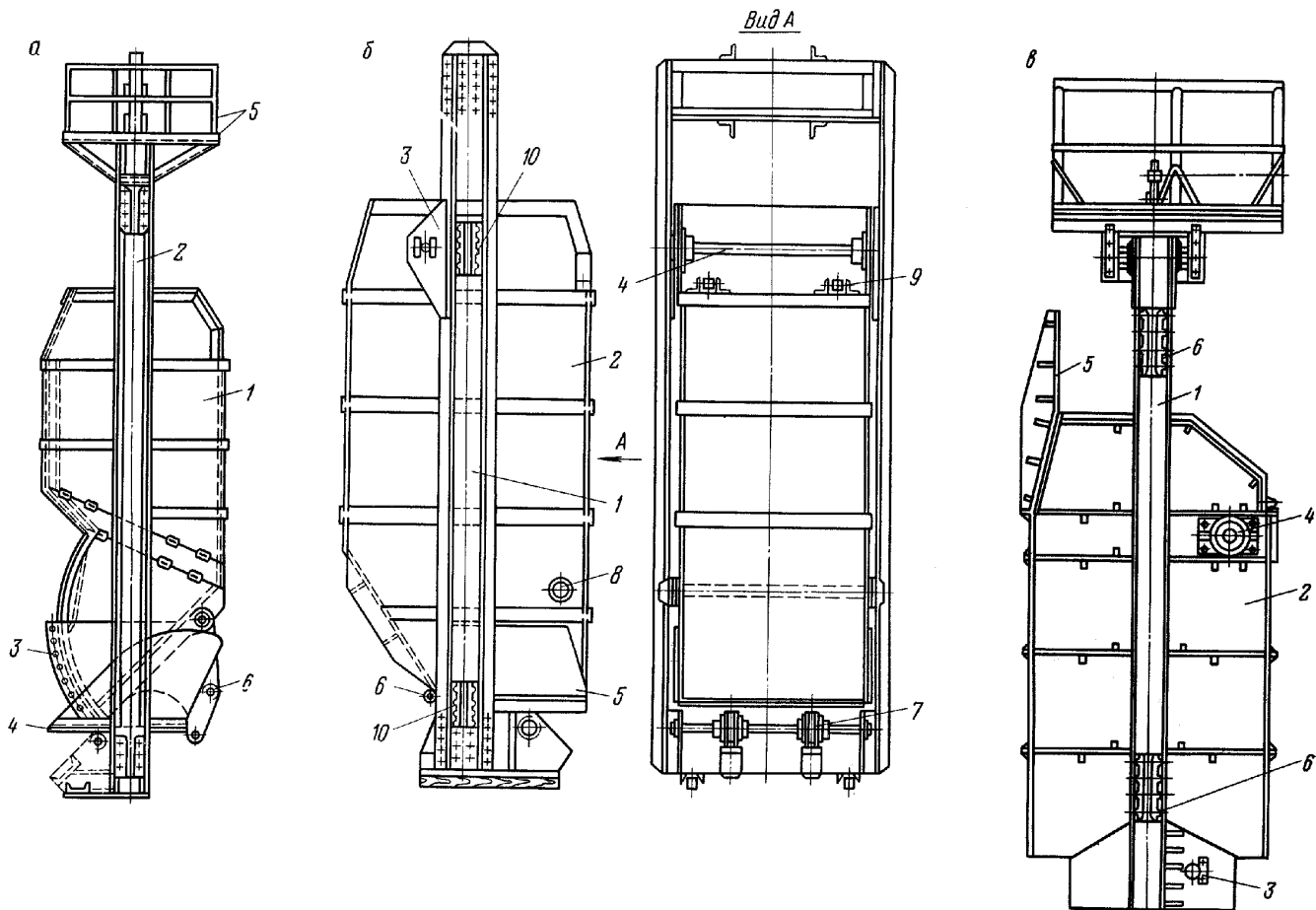


Рисунок 6.1 Скіпи а) - з розвантаженням через дно із секторним затвором; б) - типовий Шахтобуду з кузовом, що відхиляється, і розвантаженням через донний отвір; в) - перекидний

У верхній частині рами розташована площадка 5 з огороженням, що служить для розміщення робітників при огляді стовбура й охороняє від капежу води зі стовбура в гірську масу, що перебуває усередині скіпа. У верхній і нижній частинах рами є осі для підвісних пристроїв піднімального канату й канату, що врівноважує.

При розвантаженні ролики скіпа входять у розвантажувальні криві: у результаті чого секторний затвор відкривається й одночасно висувається риштак. У міру відкривання затворів риштак висувається вперед і перекриває простір між скіпом і бункером. При відкритому секторному затворі риштак висунутий повністю й опирається на брус рами скіпа.

Закриття секторного затвора, після розвантаження скіпа, відбувається примусово за допомогою розвантажувальних кривих, які при опусканні скіпа повертають ролики разом із затвором і риштаком у вихідне положення, і частково за рахунок ваги затвора.

Більш детально розвантаження скіпів з перекидним і кузовами, що відхиляється, представлена на рис. 6.2. [7]. Обидва скіпи мають рухливий кузов 1, з'єднаний з несучою рамою 2 за допомогою шарнірних пристроїв 3. Поворотний шарнір скіпа з перекидним кузовом (рис. 6.2, а) розташовується в нижній частині кузова біля його днища на стороні розвантаження. Шарнірний пристрій скіпа з кузовом, що відхиля-

ється (рис. 6.2, б) монтується у верхній частині кузова на стороні, яка протилежна розвантаженню відносно вертикальної осі скіпа. На боковинах кузова скіпів з боку розвантаження закріплені ролики, що відхиляють, 4.

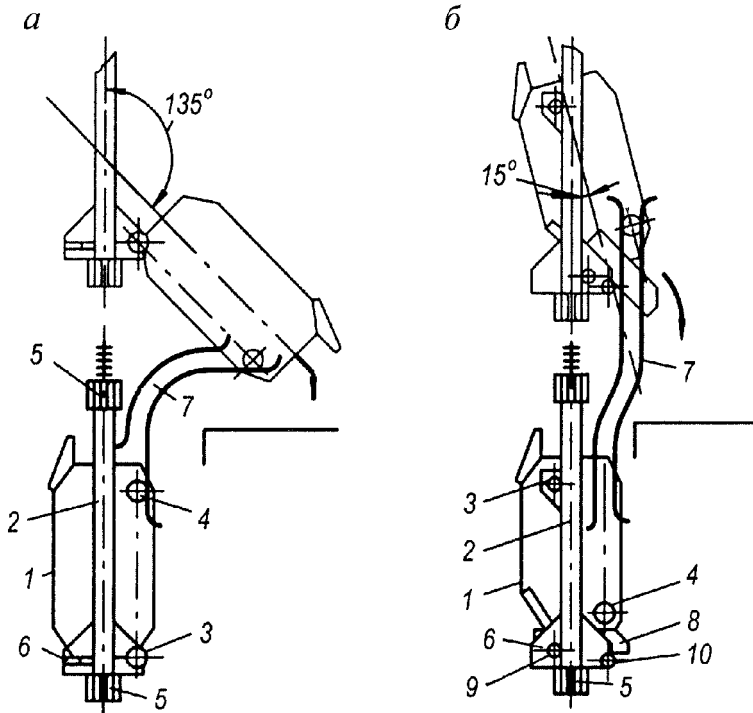


Рисунок 6.2 – Схема розвантаження скіпів:  
а) - з перекидним кузовом; б) - з кузовом, що відхиляється

Кузов перекидного скіпа при його вертикальному положенні опирається на шарнірний пристрій 3 і опорний черевик 6 несучої рами. При підході скіпа до розвантажувального бункера, його бічні ролики, що відхиляють, попадають у розвантажувальні криві 7 і, переміщуючись у них, відхиляють кузов на 135° щодо вертикального положення. Після чого скіп розвантажується через верхній отвір у кузові.

Головним достоїнством перекидних скіпів є їхня висока надійність як відносно меншого числа відмов у порівнянні зі скіпами інших типів, так і в частині герметичності кузова й відсутності просипів гірничої маси при русі скіпа в шахтному стовбурі.

Крім того, перекидні скіпи мають досить високу експлуатаційну надійність при завантаженні в них гірської маси, схильної до злипання, високій щільності й значної крупності.

Основний недолік перекидних скіпів складається в істотній динамічній неврівноваженості підйомних посудин на початку підйому, коли верхній перекинутий скіп значну частину власної ваги передає розвантажувальним кривим. Із цієї причини перекидні скіпи у вугільній промисловості набули застосування на породних підйомах (вантажопідйомність близько 6 т) при видачі різних гірських мас, у тому числі й схильних до прилипанню до стінок посудин.

Скіп з кузовом, що відхиляється (рис. 6.2, б) розвантажується через днище кузова, що при вертикальному його положенні прикрито горизонтальним клапаном 8, виконаним у вигляді жолоба (риштака) і з'єднаним з кузовом за допомогою шарнірного пристрою 9. Клапан своєю зовнішньою стороною опирається на ролики 10, установлені на нижній обв'язці несучої рами 2. При вертикальному положенні кузова скіпа його вага передається на несучу раму через шарнірну підвіску 3 і опорні ролики 10.

При вході скіпа в розвантажувальну частину копра ролики, що відхиляють, 4 попадають у розвантажувальні криві 7 і в міру переміщення в них відхиляють кузов 1 приблизно на 15° від вертикального положення. При повороті кузова шарнір 9 клапана піднімається й під дією ваги гірської маси риштаковий клапан 8 відкидається й по ньому, як по напрямному жолобі, гірська маса розвантажується в бункер.

Скіп з кузовом, що відхиляється, має істотно меншу динамічну неврівноваженість у порівнянні з перекидним скіпом. Недолік скіпа - низька експлуатаційна надійність його клапанного пристрою, підданого ударному впливу при завантаженні в скіп гірської маси підвищеної щільності й великий кускуватості.

Скіпи з нерухливим кузовом (рис. 6.3) вважаються найбільше технологічними в експлуатації й рекомендуються для оснащення підйомних установок шахт, що реконструюються і знову проектуються. Типажний ряд підйомних посудин для вугільних шахт містить близько 20 типорозмірів скіпів з нерухливим кузовом марки СН із місткістю кузова від 4 до 55 м<sup>3</sup> і вантажопідйомністю від 3 до 50 т.

Конструкція несучої рами скіпів СН не відрізняється принципово від такої у скіпів з рухливим кузовом і в перекидних клітей. Відмінність полягає в тому, що кузов скіпів СН жорстко кріпиться до рами або становить разом з несучими елементами рами єдину силову конструкцію (безрамні скіпи).

Безрамні скіпи мають підвищену міцність, що має досить важливе значення при більших швидкостях підйому в шахтних стовбурах із твердим армуванням. Динамічна взаємодія з розвантажувальними кривими в таких скіпів мінімальна, що є головним достоїнством. Днище кузова жорстко з'єднане із трьома його бічними стінками й виконано похилим під кутом 45-50°. У деяких конструкціях скіпів броньований сталевий лист, що утворює внутрішню поверхню днища скіпа, має підкладку, набрану з дерев'яного бруса, що сприяє зм'якшенню ударів при завантаженні великовантажних скіпів гірською масою підвищеної щільності й крупності.

Випускний отвір розташовується в нижній частині кузова з боку однієї з його торцевих стінок. Таке розташування випускного отвору скіпа виключає прямі удари шматків породи по затворних пристроях і сприяє підвищенню їхньої експлуатаційної надійності. Для перекриття випускних отворів скіпів з нерухливим кузовом використовуються три типи затворів: секторні, клапанні й шиберні (рис. 6.3).

Скіп із секторним затвором (рис. 6.3, а) має технологічне звуження в нижній частині кузова, яке необхідно для розміщення елементів затвора й розвантажувального лотка між рамою й зовнішніми поверхнями бічних стінок кузова, а також для формування циліндричної поверхні на стороні випускного отвору. Секторний затвор складається із циліндричної лобовини 1, що прикриває випускний отвір, і двох боковин 2, з'єднаних з кузовом за допомогою поворотного шарніра 3. На боковинах секторного затвора закріплені ролики, що відхиляють 4 і поворотний шарнір 5 розвантажувального лотка 6.

При закритому затворі лоток 6 займає приблизно горизонтальне положення, опираючись зовнішньою поверхнею свого днища на стаціонарні роликові опори 7, закріплені на рамі скіпа. При вході скіпа в розвантажувальні криві ролики, що відхиляють, 4 впливають на секторний затвор 1, що повертається навколо осі 3 і тим самим відкривається випускний отвір скіпа. Одночасно з поворотом затвора 1 відбувається переміщення розвантажувального лотка 6. Лоток, опираючись на роликові опори 7, висувається й повертається, займаючи похиле положення у випускного отвору й тим самим перекриває простір між скіпом і розвантажувальним бункером.

Скіп із клапанним затвором (рис. 6.3, б) має плоский випускний отвір з невеликим відхиленням від вертикальної площини. Плоска лобовина клапана 1, що прикриває випускний отвір, разом із двома боковинами 2 утворює поворотний лоток,

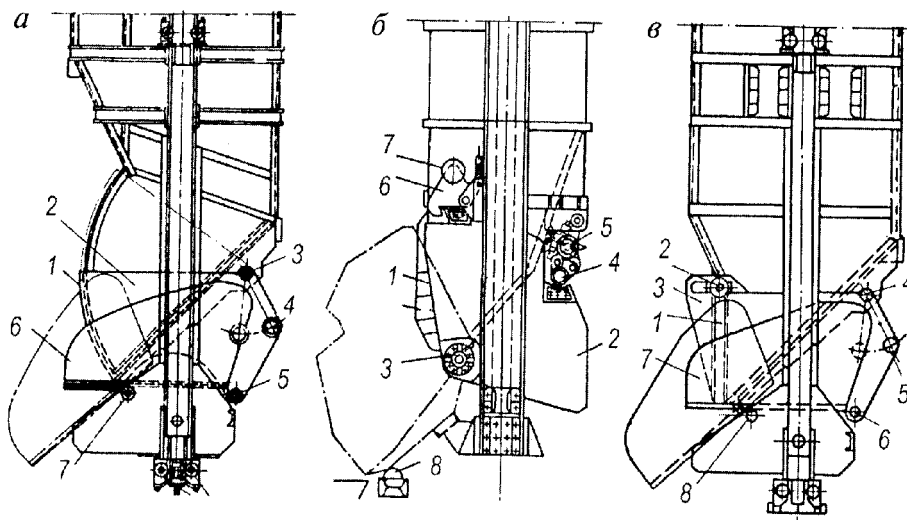


Рисунок 6.3 – Затвори скипів з нерухливим кузовом: а) секторний; б) клапанний; в) шиберний

з'єднаний з кузовом скипа за допомогою шарніра 3. У закритому положенні клапан утримується бічними роликами-упорами 4, закріпленими на кінцях поворотних важелів, керованих роликами, що відхиляють, 5. Дублюючим замком клапана є поворотні підпружинені засувки 6, що керуються роликами 7, які відхиляють.

При вході скипа в розвантажувальні криві, останні впливають на ролики 5 і 7, що відхиляють, переміщаючи їх вправо. При цьому відводяться засувки 6 і виводяться ролики-упори 4 з відповідних виїмок у боковинах клапана. Під дією гірничої маси клапан 1 відкривається, а поворотний лоток 2, опираючись на стаціонарний ролик 8, перекриває відстань між скипом і розвантажувальним бункером.

Шиберний затворний пристрій скипа (рис. 6.3, в) складається із плоскої металевої пластини-шибера 1 з бічними лаштунками 2, приводних боковин-важелів 3, з'єднаних з кузовом за допомогою шарнірів 4 і керованих роликами, що відхиляють 5. На боковинах 3 за допомогою шарнірів 6 закріплений розвантажувальний лоток 7, що опирається на стаціонарні ролики 8, установлені на нижній обв'язці несучої рами скипа.

При вході скипа в розвантажувальні криві, останні впливають на ролики 5, що відхиляють, роблячи поворот боковин-важелів на необхідний кут. При цьому шибер 1, що має відповідні напрямні в кузові скипа, підіймається нагору, відкриваючи випускний отвір. Одночасно із цим висувається розвантажувальний лоток 7.

Клапанні затвори не вимагають більших зусиль для їхнього відкриття, що виявляється перевагою цих затворів у порівнянні із секторними й шиберними. Недоліками клапанних затворів є складність замикаючих пристроїв, наявність у них пружин, що знижують надійність роботи затворів, а також ускладнення системи розвантажувальних кривих. Якщо відкриття шиберного затвора здійснюється пневматичним приводом, установленим на копрі в пункті розвантаження скипа, тоді знімаються відповідні навантаження з розвантажувальних кривих і головних канатів. При цьому шиберні затвори здобувають експлуатаційні якості, що відносять їх до розряду найбільш перспективних затворів для шахтних скипів з нерухливим кузовом.

## 7. Лабораторна робота №7

### Посадкові, стопорні, завантажувальні й напрямні опори посудин

#### 7.1 Посадкові пристрої клітей

На прийомних площадках вертикального стовбура необхідна точна установка кліті для обміну в ній вагонеток. Для суміщення рівнів рейок кліті й відкаточних шляхів прийомних площадок необхідні спеціальні посадкові пристрої.

У вугільних шахтах застосовуються посадкові пристрої трьох типів: посадочні кулаки, що представляють собою металеві опори, що підводяться під кліть; хитні площадки з розташованими на них рейками, що підводяться на необхідний рівень до висячій на піднімальному канаті кліті; посадкові бруси, що представляють собою раму з дерев'яних балок.

Застосування посадкових брусів можливо тільки на нижньому обрії шахти. Посадкові бруси монтуються на розстрілах армування шахтного стовбура в його поперечному перерізі таким чином, щоб після посадки на них кліті рівні голівок рейок кліті й відкаточних шляхів збігалися.

Посадкові металеві кулаки можуть бути висувними й поворотними. Крім того, вони можуть мати ручний або механічний (гідравлічний або пневматичний) привід. Можливо автоматичне керування посадковими кулаками від кліті, що наближається до обмінного пункту, через відповідну систему датчиків положення й механічних пристроїв.

Поворотні посадкові кулаки (рис. 7.1) ручного приводу є більше розповсюдженими в порівнянні з висувними. Дві пари поворотних кулаків 1, що мають попарно загальні поворотні осі 2, монтуються на підкулачних брусах 3. На тих же осях закріплені важелі 4 з контрвантажами, а також важелі 5, що зв'язують дві поворотні осі регульованою тягою 6.

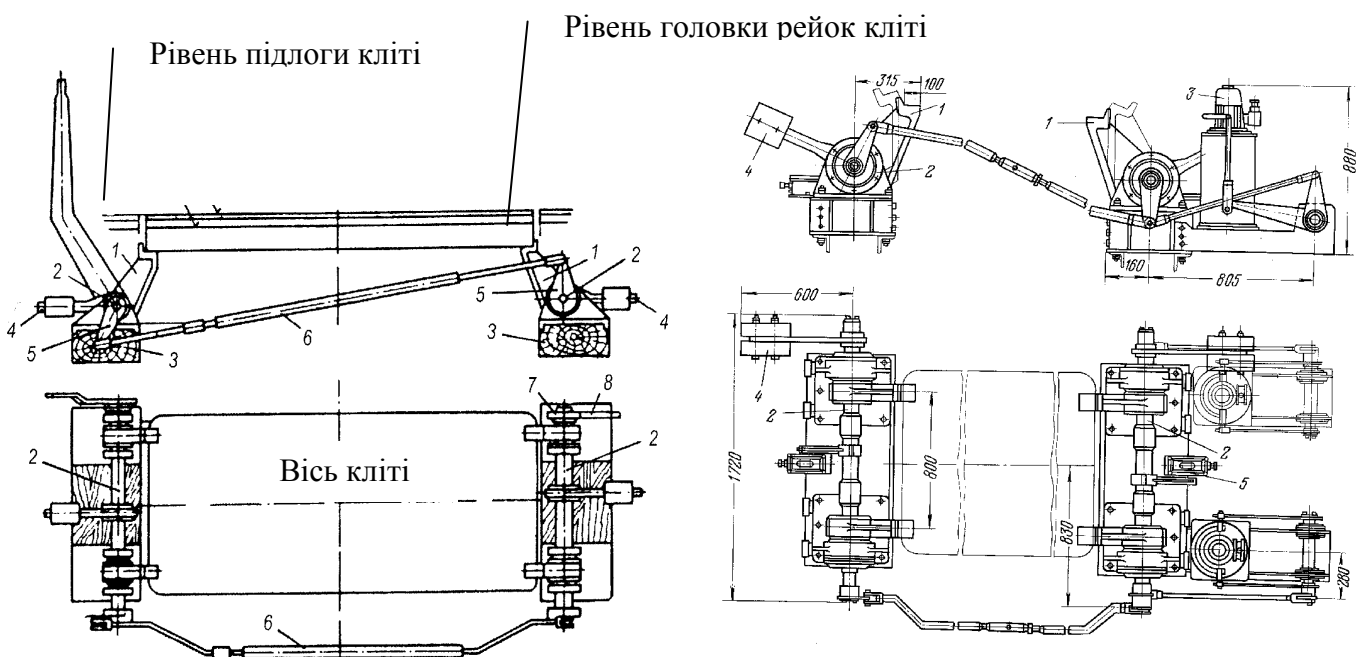


Рисунок 7.1 – Посадкові кулаки для клітей

Рисунок 7.1 – Посадкові кулаки з приводом

З боку завантаження кліті закріплений важіль ручного приводу. Під дією приводного зусилля від рукоятки обидві осі 2 одночасно повертаються, а кулаки 1 зближаються, створюючи чотири опорні точки для посадки кліті. Кліть, опираючись на кулаки, утримує їх у зближеному положенні. При підйомі кліті над кулаками вони автоматично розходяться під дією контрвантажу, закріпленого на важелях 4.

У цей час на шахтах застосовують відкидні посадкові кулаки з електрогідравлічним (пневматичним або гідравлічним) приводом.

Посадкові кулаки із приводом (рис. 7.2) складаються з опорних кулаків 1, жорстко насаджених на вали 2, приводного механізму 3 і системи важелів і тяг, що з'єднують приводний механізм із кулаками. Повернення кулаків у неробоче положення виробляється вантажем 4. Включення електрогідравлічного приводу в роботу виробляється датчиком 5 положення кулаків. Привід 3 повертає вали 2 з посадковими кулаками, підставляючи їх під кліть, що при посадці на кулаків натискає на вимикач, що відключає електрогідропривод.

При завантаженні й розвантаженні клітей, що висять на піднімальному канаті, можлива розбіжність рівнів рейок кліті з рейками відкаточних шляхів прийомних площадок; для компенсації неточності зупинки клітей установлюють хитні площадки.

Уніфікована хитна площадка для вантажної сторони (рис. 7.3) складається з опорної рами 1 і хитного мосту 2. Опорна рама являє собою клепану металеву конструкцію, встановлену в бетонованому приямку. У верхній частині рами на площадках укладаються рейки 3 відкаточних шляхів. Хитний міст складається із двох рейкових балок 4, з'єднаних швелерами й сталевим листом.

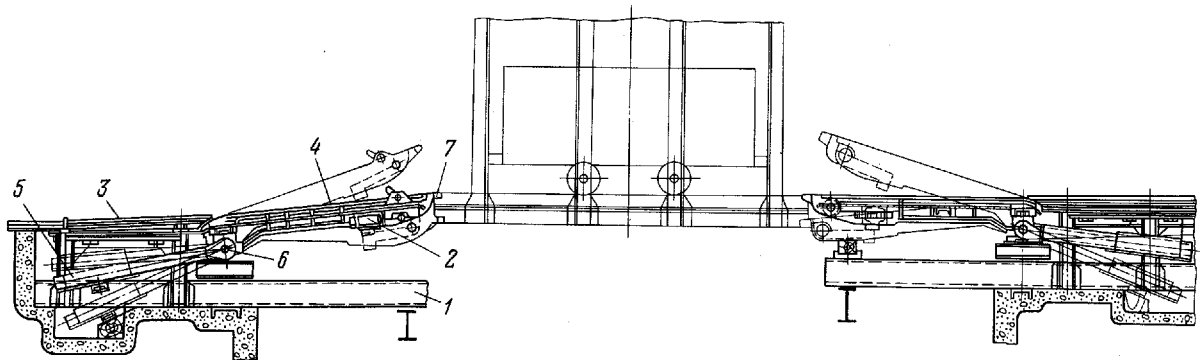


Рисунок 7.3 – Уніфікована хитна площадка

Рейкові балки й важіль контрвантажу 5 закріплені на валу 6, що обертається в підшипниках. Рейки рами в місці стику з рейками хитного мосту зрізані по радіусі для спокійного проходу вагонеток.

На кінці рейкової балки шарнірно закріплений відкидний вусик 7. На валу 6 жорстко насаджена рукоятка для опускання площадок вручну.

Хитна площадка для порожнякової сторони відрізняється від площадки вантажної сторони наявністю механізму для відкривання клітьових стопорів. При наявності хитних площадок завантаження й розвантаження вагонеток із кліті зручно робити за допомогою самокатних ухилів. При цьому вагонетка, що завантажується в кліть, стоїть на ухилі й утримується стопорами.

Для забезпечення самокатного руху вагонеток площадка, що розташована з боку входу вагонетки, установлюється вище протилежної.

При підході кліті до прийомної площадки затримуючі стопори відкриваються й вагонетка, рухаючись по самокатному ухилі, входить на хитну площадку, опускаючи її власною вагою.

Вкочуючись у кліть, вагонетка виштовхує стоячу там вагонетку на другу хитну площадку, розташовану із протилежної сторони кліті.

Повернення площадки у вихідне положення виробляється контрвантажом. Хитні площадки заблоковані із кліттю так, що вони можуть бути нахилені тільки по приходу кліті. Якщо кліть проходить повз горизонт без зупинки, то вмикається пристрій що блокує і площадки не можуть бути опущені, тому що будуть замкнені пристроєм, що блокує.

## 7.2 Стопорні пристрої клітей

Клітьові стопори призначені для надійного втримання вагонеток у кліті під час руху по стовбурі. Стопори дозволяють робити обмін вагонеток у кліті при наявності посадкових кулаків, посадкових брусів або хитних площадок. Як правило, стопоріння вагонеток у кліті при їхньому обміні на прийомних площадках відбувається автоматично.

Комплект автоматичного стопорного пристрою складається зі стопорів і приводів. Стопори встановлені в кліті, приводи - на приймальній або хитних площадках.

Уніфіковані клітьові стопори типу СКУ призначені для уніфікованих неперекінних клітей.

Клітьові стопори типу СКУ, що встановлені на прийомній площадці, обладнаної посадковими кулаками або брусами, показані на рис. 7.4. Вагонетка, що входить в кліть передніми скатами, натискає на важелі 1 приводу стопорів, які через тяги 2 повертають важіль 3 приводи на заданий кут. Важіль 3 натискає на важіль 4 стопорів у кліті й через тягу 5 повертає поперечний вал 6 разом із сидячими на ньому важелями 7. Ці важелі, повертаючись на заданий кут і перекочуючись роликком 8 по профільованій поверхні стопорів 9, розкривають їх. Стопори фіксуються в розкритому положенні при крайньому задньому положенні важелів 7. Вал, повертаючись, висуває над рейкою шток 10.

Вихідна вагонетка ребордою заднього колеса натискає на шток, котрий опускаючись униз, повертає вал і систему важелів у зворотному напрямку. При цьому стопори під дією пружин 11 фіксуються в закритому положенні.

Вхідна в кліть вагонетка задніми колісьми (скатами) натискає на важелі 1 і весь цикл відкривання й фіксації стопорів у відкритому положенні повторюється.

Передній скат, що входить у кліть вагонетки, натискаючи на шток, звільняє від фіксації стопора. Вони закриваються між скатами вагонетки й стопорять її. Амортизатори - тарілчасті пружини 12 - поглинають значну частину кінетичної енергії вагонетки, що рухається, охороняючи кліть і вагонетки від впливу динамічних навантажень.



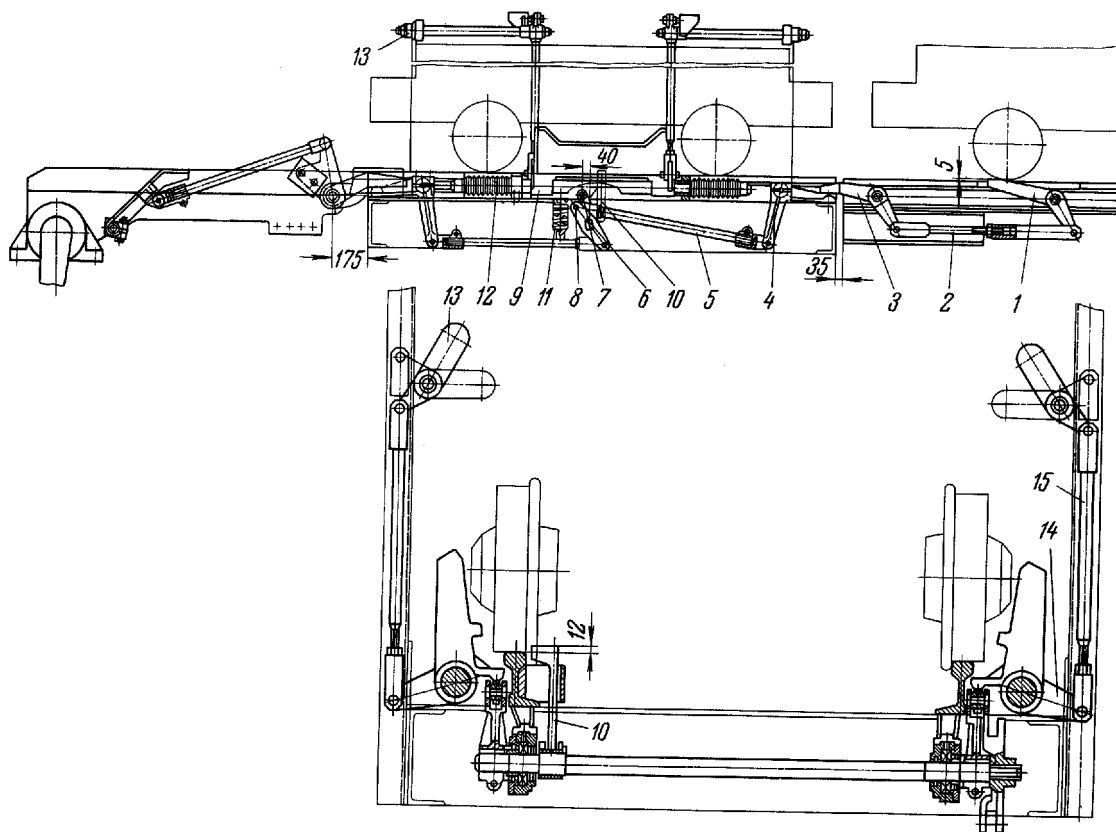


Рисунок 7.4 – Стопори клітьові уніфіковані типу СКУ

Показчики 13 закріплені на валу, зв'язаному важелем 14 і тягою 15 зі стопорами. При закритих стопорах показчики займають горизонтальне положення, а при відкритих - підняті нагору.

Схема роботи стопорів при хитних площадках відрізняється від описаної тільки тем, що привід стопорів перебуває на хитній площадці й обмін вагонеток починається після накладання її на кліть. При цьому можлива автоматична робота стопорів або ручне відкривання їх.

### 7.3 Напрямні опори посудин

Напрямні опори призначені для втримання клітей і скіпів від поперечних коливань у стовбурах. На підйомних посудинах, що рухаються по рейкових провідниках, застосовують опори, що амортизують зі змінною футеровкою, що сковзають по напрямних провідниках. На підйомних посудинах, що рухаються по металевим коробчатим провідникам і дерев'яним провідникам, застосовують роликові напрямні опори, які не сковзають, а котяться по провідниках стовбура.

Кліті, що переміщуються по дерев'яних провідниках, на неглибоких шахтах можуть мати прості цільні опори.

Опора, що амортизує, зі змінною футеровкою для рейкових провідників (рис. 7.5) складається з корпусу 1, спинки 2, двох бічних вкладишів 3 і чотирьох гумових амортизаторів 4. Корпус являє собою литий сталевий башмак, що прикріплюється до рами піднімальної посудини чотирма болтами 5, що проходять через амортизатори й планки 6. Змінні бічні вкладиші кріпляться болтами 7.

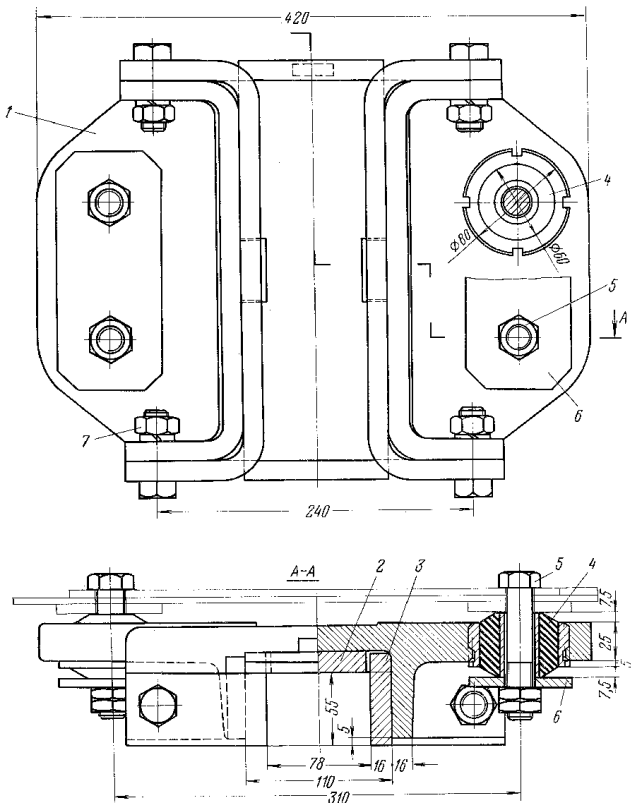


Рисунок 7.5 - Напрямна опора для рейкових провідників

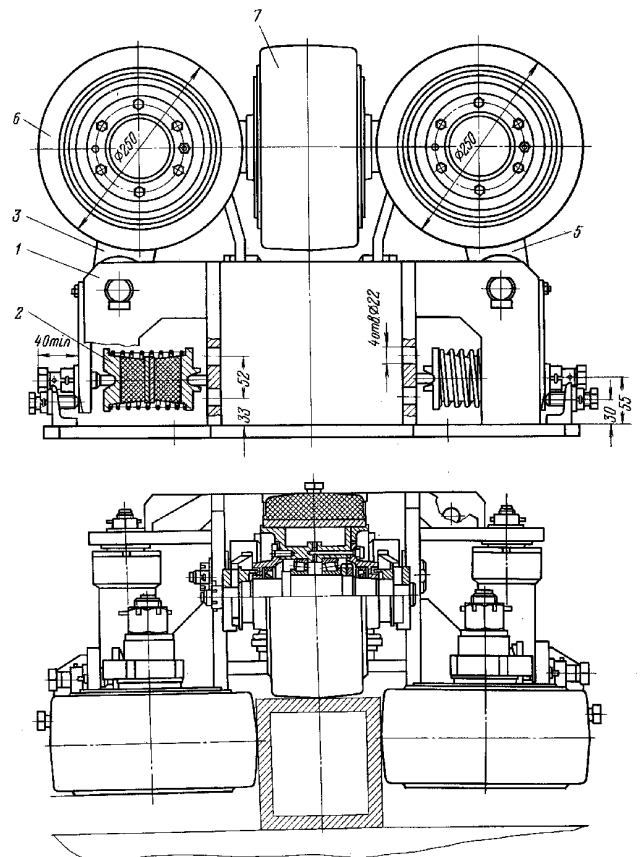


Рисунок 7.6 – Роликова напрямна опора

Досвід експлуатації показав, що найбільшому зношуванню звичайно піддається одна зі сторін опори, тому замінюють одночасно не всі частини змінної футеровки, а тільки одну або дві, найбільш зношені з них. Для заміни бічного вкладиша необхідно вивернути два відповідних стопорних болти й зняти вкладиш. При зношуванні спинки її замінюють при знятих обох бічних вкладишах. Конструкція складових частин футеровки дозволяє порівняно легко й швидко замінити зношені частини.

Наявність гумового пристрою, що амортизує, значно зменшує динамічні удари на кліть, що виникають на стиках рейкових провідників при русі кліті по стовбурі.

Роликова напрямна опора (рис. 7.6) для дерев'яних і коробчатих металевих провідників складається з корпусу 1, чотирьох буферів - амортизаторів 2, лівого важеля 3, лобового важеля, правого важеля 5, двох бічних котків 6 і лобового котка 7. Корпус опори прикріплений до рами піднімальної посудини чотирма болтами.

Пружинно-гумові буфери значно зменшують динамічні удари, що виникають на стиках провідників при русі кліті або скіпа по стовбурі. Котка роликової опори розташовані із трьох сторін напрямного провідника. Роликові опори застосовуються при відхиленнях напрямних провідників щодо схилу до 15 мм на довжині 3 м. Розбіжність стиків провідників повинна бути не більше 3 мм.

## 7.4 Завантажувальні пристрої скіпових підйомів

Завантаження скіпів у шахті проводиться спеціальними завантажувальними пристроями. До завантажувальних пристроїв пред'являються наступні вимоги:

- забезпечення незалежності роботи підйому від роботи підземного транспорту;
- точне наповнення скіпа вугіллям;
- надійна герметизація для запобігання від закорочування вентиляційного струменя з навколоствольного двору на головний стовбур.

Скіповий завантажувальний пристрій з об'ємним дозуванням призначено для завантаження скіпів на кінцевому й проміжному горизонтах стовбура вугільної шахти.

Завантажувальний пристрій з мірним бункером (рис. 7.7) складається з мірного бункера 1 з жолобом 2, затвора 3 жолоба з риштаком 4 і приводом 5 затвора, верхнього жолоба 6 із затвором 7 і приводом 8 затвора. Мірний бункер являє собою зварену металоконструкцію з листової сталі й косинців. Затвори обох жолобів секторного типу по своїй конструкції аналогічні й відрізняються тільки тим, що в нижнього затвора є риштак. Затвори обертаються на нерухливих осях, кінці яких закріплені в кронштейнах.

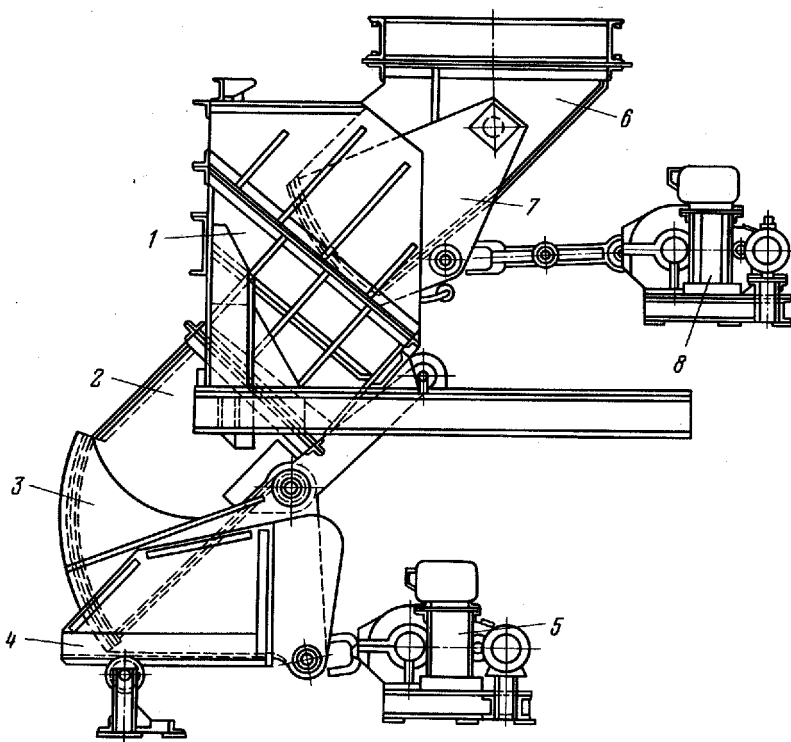


Рисунок 7.7 - Завантажувальний пристрій з мірним бункером

Приводи затворів являють собою кривошипно-шатунні механізми, що приводяться в дію електродвигунами через редуктор. На вихідному валу редуктора встановлений кривошип, з'єднаний із шатуном і траверсою, що передає рух шарнірно-прикріпленому до неї секторному затвору.

Коли нижній затвор робить обертовий рух біля своєї осі, з'єднаний з ним шарнірно, риштак перекочується по роликах опори з горизонтального положення в похиле під кутом  $45^\circ$  і назад.

До приходу скіпа під завантаження верхній і нижній затвори закриті. При цьому в мірному бункері перебуває порція вугілля, рівна ємності скіпа.

Коли скіп приходить для завантаження, подається імпульс для автоматичного включення приводу нижнього затвора. При відкриванні затвор висуває риштак, що виконує роль тічки, по якій вугілля з мірного бункера надходить у скіп. Коли нижній затвор повністю відкривається, привід його відключається й включається реле

часу, що фіксує відкрите положення затвора на час завантаження скіпа (8 секунд). Потім привід нижнього затвора автоматично включається й затвор закривається.

Коли нижній затвор повністю закриється, кінцевий вимикач відключає його привід і подає імпульс на автоматичне включення піднімальної машини й включення приводу верхнього затвора. При цьому вугілля із залізобетонного бункера великої ємності починає надходити в мірний бункер завантажувального пристрою.

Верхній затвор, повністю відкрившись, включає реле часу, за допомогою якого затвор фіксується у відкритому положенні, близько 10 секунд, для завантаження вугіллям мірного бункера. Потім привід затвора автоматично включається, і затвор починає закриватися. Цикл роботи завантажувального пристрою повторюється після приходу чергового скіпа під завантаження.

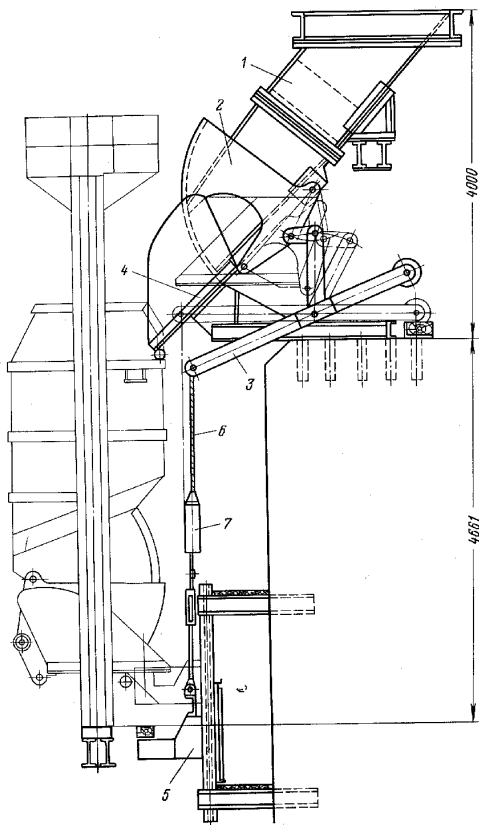


Рисунок 7.8 - Завантажувальний пристрій із секторним затвором з дозуванням скіпа вагонетками

На вугільних шахтах також застосовують завантажувальний пристрій із секторним затвором (рис. 7.8) з дозуванням скіпа вагонетками.

Завантажувальний пристрій складається з бункера 1, секторного затвора 2, приводного механізму 3, висувного лотка 4, каретки 5, сполучного троса 6 із пружинним амортизатором 7.

Застосування в завантажувальному пристрої висувного лотка, зблокованого із секторним затвором, що виконує роль похилої тічки, що з'єднує завантажувальний жолоб зі скіпом, дозволило уникнути просипання вугілля в зумпф при завантаженні скіпа. Скіп, підходячи до завантажувального пристрою, пересуває униз каретку, котра за допомогою канатних тяг і приводного механізму встановлює в робоче положення секторний затвор і висувний лоток, по якому вугілля з бункера надходить у скіп. Ємність завантажувального жолоба дорівнює ємності скіпа.

При підйомі скіпа затвор закриває отвір завантажувального жолоба за допомогою контрвантажа, пов'язаного з кареткою й приводним механізмом.

## 8. Лабораторна робота №8 Конструкції підйомних канатів

Сталеві канати вперше були застосовані в 1834 р. на одному з рудників у Німеччині. У цей час є велика розмаїтість конструкцій канатів, але за принципом побудови вони зводяться до декількох основних конструктивних форм.

Канати розрізняються, насамперед, порядком їх звивання. Так, дроти можуть бути звиті між собою один раз, що приводить до утворення так званого *спірального* канату або канату *одинарного* звивання, можливі поперечні перерізи якого показані на рис. 8.1. Потім такі спіральні канати (називані тепер *пасмами*) можуть бути звиті знову в канат, у результаті чого виходить канат *подвійний* звивання. Продовжуючи цей процес далі, можна одержати канат *потрійного* (кабельтового) звивання й т.д. У транспортних системах шахт із канатною тягою переважно використовуються канати подвійного звивання [2, 3].

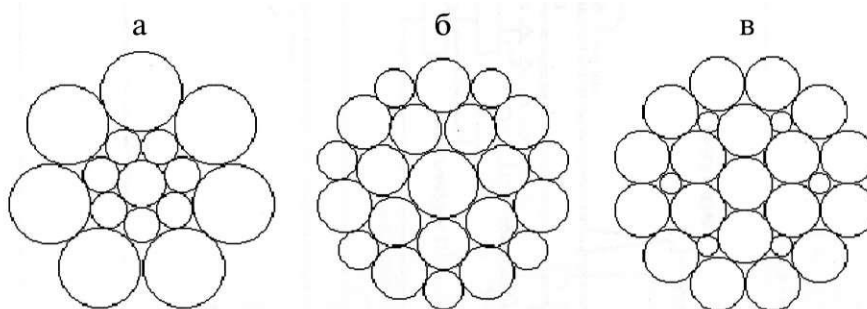
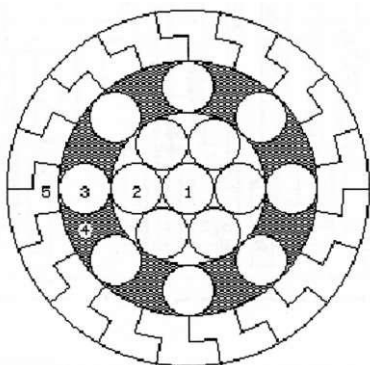


Рисунок 8.1 - Спіральні канати (пасма)

Спіральні канати можуть також бути спеціальної, так званої *закритої конструкції*, зображеної на рис. 8.2.



1 - центральний дріт; 2 - дроти першого шару; 3 - круглі дроти другого шару; 4 - х-образні дроти другого шару; 5 - z-образні дроти третього шару

Рисунок 8.2 - Канат закритої конструкції

Центральна частина канату може складатися з декількох шарів дротів. Шарів круглих і х-образних дротів також може бути кілька. Зовнішній шар z-образних дротів добре захищає внутрішні дроти від вологи й абразивних часток, сприяє тривалому збереженню канатного змащення, а також ефективно протистоїть стиранню.

Канати закритої конструкції застосовуються як провідникові канати у вертикальних шахтних стовбурах, у якості вантажнонесучих канатів підвісних доріг і ін.

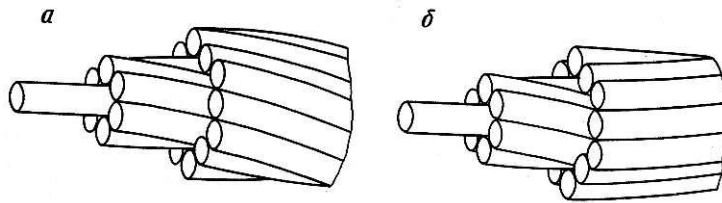


Рисунок 8.3 - Канати сталеві з торканням дротів у пасмі: а) лінійне; б) крапкове

Кожне пасмо канату подвійного звивання складається із центрального дроту й декількох шарів звитих дротів. Якщо крок звивання ("період" спирали) суміжних шарів однаковий, то міжшаровий контакт дротів виявляється *лінійним* (ЛК). У протилежному випадку взаємне зіткнення шарів дротів виходить *крапковим* (КК) (рис. 8.3). При цьому контактні напруги в точках дотику дротів при інших однакових умовах значно перевершують напруги, які виникають при лінійному торканні. Із цієї причини канати типу КК уступають у довговічності канатам типу ЛК. У багатошаровому пасмі можлива також комбінація обох варіантів звивання, і тоді має місце *крапково-лінійний* контакт (КЛ) між дротами суміжних шарів.

Останнім часом одержали поширення канати з так званим *смуговим* контактом дротів (СК), що досягається попереднім пластичним обтисненням пасом типу ЛК шляхом їхнього силового волочіння через *фільтру*, завдяки чому дроти всіх шарів здобувають багатогранний взаємообумовлений профіль. Такого типу канати в меншому ступені піддаються механічному зношуванню, і при цьому контактні тиски між дротами розподіляються не по лінії, а по смугі, що сприяє збільшенню втомної довговічності. У вітчизняній практиці канати із пластично обтиснутих пасом уперше були випробувані на ряді шахт із похилими стовбурами в 1974- 1976 гг.

Пасма (спіральні канати або канати одинарної звивання) з лінійним торканням дротів (ЛК) принципово можуть бути трьох наступних різних видів.

1. Пасмо типу *сил*, у якій діаметри дротів у кожному шарі однакові, як це зображено на рис. 8.1, а. Ці пасма характерні збільшеним діаметром зовнішніх дротів, і тому є більше стійкими проти стирання. З такого роду пасом виготовляються, наприклад, канати подвійний звивання конструкції ДЕРЖСТАНДАРТ 3077- 80, широко використовувані на підйомних установках у шахтних похилих стовбурах і виробленнях, де через неминучий контакт канату із ґрунтом відбувається інтенсивне зношування зовнішніх дротів.

2. Пасмо типу *варрінгтон*, що містить шари дротів однакового й різного діаметра (рис. 8.1, б). З таких пасом виготовляються, наприклад, канати подвійний звивання конструкції ДЕРЖСТАНДАРТ 2688- 80.

3. Пасмо типу *філлер*, що містить міжшаровий дріт заповнення (рис. 8.1, в). З такого роду пасом виготовляються, наприклад, канати конструкції ДЕРЖСТАНДАРТ 7665- 80. Канати із дротами заповнення відрізняються підвищеним ступенем заповнення металом поперечного перерізу пасма. Їх рекомендується застосовувати, наприклад, як гальмові канати клітьових одноканатних підйомних установок, обладнаних парашутними пристроями. Прикладом пасма з крапково-лінійним контактом дротів може бути пасмо типу *варрінгтон* (рис. 8.1, б), повита зверху із крапковим торканням дротами однакового діаметра (так званий *закритий варрінгтон*). Вважається, що наявність крапкових контактів зовнішнього шару дротів сприяють їхньому втомному руйнуванню в першу чергу, що є своєрідним індикатором для своєчасного

відбраковування канату, що запобігає аварії (уперше такого типу канати були застосовані на шахтах і рудниках Німеччини в 1939 році напередодні другої світової війни).

Якщо пасмо в канаті подвійного звивання має практично круглий поперечний переріз (див. рис. 8.1), то такий канат називається *круглопрядним*. Канати можуть бути також *тригранопрядними*, *овальнопрядними* й *пласкопрядними*, у яких поперечні перерізи пасом за формою нагадують відповідно трикутник, овал і прямокутник (рис. 8.4). Можливі також інші геометричні конфігурації.

З фасанопрядних канатів вітчизняною промисловістю освоєне виробництво тригранопрядних канатів відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТ 3085- 80.

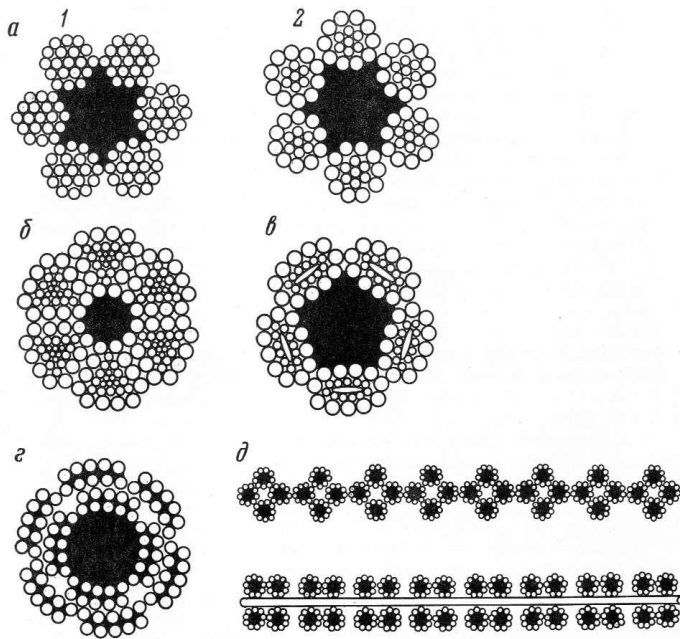
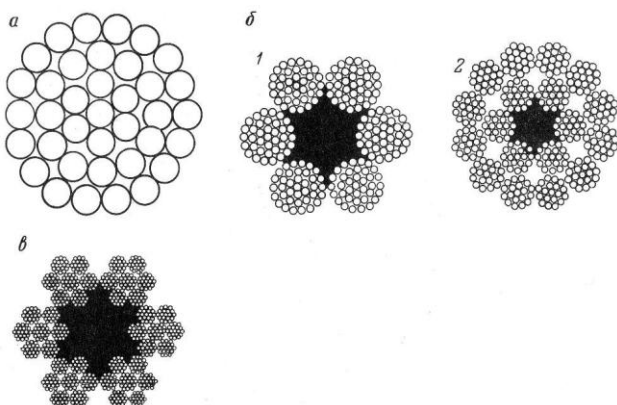


Рисунок 8.4- Канати сталеві: а) - круглопрядні з однаковими й різними дротами в шарах; б) - триехгранопрядні; в) - овальнопрядні; г) - пласкопрядні; д - пласкі

*металевим* (виконаним у вигляді спірального каната або каната подвійний звивання), або *органічним* (виготовленим з пеньки, сизалі, штучних полімерних волокон). Сердечник каната є природною опорою для зовнішніх пасом, а органічний сердечник, крім того, виконує роль свого роду "акумулятора" змащення для дротів.



У свій час (до 70- х років) тригранопрядні канати рекомендувалися для застосування в якості головних на багатоканатних підйомних установках, виходячи з міркувань поліпшення контактної взаємодії каната з футеровкою канатоведучого шківа. Досвід експлуатації показав, що термін служби футеровки практично залишається таким же, як і при круглопрядних канатах при незначній відмінності довговічності канатів, але при провадженні робіт по зміні - навішенню тригранопрядних канатів, що володіють підвищеною крутимистю (див. нижче), не виключений травматизм робочого персоналу.

У центральній частині каната подвійного звивання розташовується *сердечник* (рис 8.5), що може бути

Рисунок 8.5 - Канати сталеві: а) - одинарного звивання (спіральні); б) - подвійного звивання (троси); 1 - з одним шаром пасом; 2 - із двома шарами пасом (багатопрядні); в) - потрійний звивання (кабелі)

Діаметр сердечника приймається таким, щоб між пасмами був гарантований, так званий *тангенціальний* зазор, необхідний для надійної опори пасом на сердечник. У протилежному випадку канат після обтягування нерідко здобуває форму, що досить нагадує штопор (особливо це характерно для канатів з металевим сердечником).

Прикладом каната з металевим сердечником є канат подвійного звивання конструкції ДЕРЖСТАНДАРТ 7669- 80, у якому сердечник представляє собою також канат подвійного звивання з пасом типу "сил".

Якщо, дивлячись збоку на канат або на окреме пасмо, видно, що пасма в канаті або дроти в пасмі звиваються ліворуч нагору праворуч, то така звивка вважається *правою* (спеціального позначення не має). У випадку звивання праворуч нагору ліворуч - звивка є *лівою* (Л). Якщо дроти в пасмах й самі пасма в канаті подвійного звивання мають однаковий напрямок звивання, наприклад, праве, то такий канат називається канатом *однобічного* (О) або *альбертового* звивання (застарілий термін по імені німецького винахідника Альберта). У протилежному випадку канат називається *хрестового* звивання (спеціального позначення не має).

У канатах хрестового звивання зовнішні дроти пасом на поверхні канату майже паралельні осі канату, а при однобічній - вони майже перпендикулярні. Ця обставина послужила у свій час підставою рекомендації застосування канатів однобічної звивання для систем підйому зі шківми тертя, що нібито сприяє збільшенню сил зчеплення канату з футеровкою шківа. Однак канати однобічного звивання мають значно більшу невірноваженість крутних моментів, тобто велику *крутність* при дії навантаження, що розтягує, і із цієї причини вони, як і тригранопрядні канати, у шахтному підйомі не знайшли застосування. Можна виготовити канат також *комбінованого* звивання (К) з пасмами однобічного й хрестового звивання, що чергуються. На шахтах такі канати не застосовуються.

У канатах однієї конструкції правого й лівого звивання крутні моменти, викликані поздовжнім навантаженням, спрямовані в протилежні сторони. Величину крутного моменту в канаті можна розрахувати по формулі

$$M_{кр} = \frac{\bar{c}}{\bar{a}} \left( P + \frac{P_{\kappa}}{2} \right) \cdot d_{\kappa}, \quad (8.1)$$

де  $d_{\kappa}$  — діаметр каната;  $P$  — кінцеве навантаження, що доводиться на один канат,  $H$ ;  $P_{\kappa}$  — сила ваги схилу каната,  $H$ ;  $\bar{a}$  и  $\bar{c}$  — безрозмірні коефіцієнти жорсткості, що залежать тільки від конструкції каната, значення яких для найпоширеніших типів стандартних канатів наведені в табл. 8.1.

По формулі (8.1) з використанням даних табл. 8.1 неважко визначити нормальне бічне навантаження на провідник від напрямних пристроїв посудини, отже, можна оцінити виникаючі при цьому сили тертя й очікувані величини стирання (зношування) тертьових пар. В одноканатних системах підйому з фактором стирання провідників і напрямних пристроїв доводиться миритися, але в багатоканатних системах підйому з парною кількістю канатів, завдяки використанню рівного числа канатів правої й лівої звивання, можна домогтися практично повного зрівноважування горизонтальних навантажень на провідники (їхня послідовність у приєднанні до скіпа або кліті не має значення), компенсуючи цим самої крутні моменти канатів.



Таблиця 8.1 – Основні параметри жорсткості канатів

Конструкція канату, ДЕРЖСТАНДАРТ	Канати не обтягнуті				Канати обтягнуті			
	Однобічні		Хрестові		Однобічні		Хрестові	
	$\bar{a}$	$\bar{c}$	$\bar{a}$	$\bar{c}$	$\bar{a}$	$\bar{c}$	$\bar{a}$	$\bar{c}$
7668-80	0,233	0,0327	0,227	-0,0221	0,303	0,0426	0,300	-0,0291
7669-80	0,332	0,0411	0,329	-0,0286	0,331	0,0423	0,328	-0,0294
7665-80	0,171	0,0234	0,167	-0,0166	0,222	0,0304	0,220	-0,0219
3077-80	0,236	0,0329	0,230	-0,0225	0,311	0,0433	0,307	-0,0301
2688-80	0,228	0,0318	0,222	-0,0212	0,296	0,0412	0,293	-0,0279

Для зменшення величини крутності канату його виготовляють, наприклад, двошаровим, тобто складається із двох шарів пасом із протилежними напрямками звивання. Теоретично може існувати канат, що абсолютно не обертається, однак на практиці це недосяжно (або, принаймні, важко здійсненне), і тому канати такого роду називаються *малообертаючимися* (МО). Для малообертаючихся канатів параметр виявляється більш ніж в 10 разів меншим, чим для одношарових канатів (див. формулу (8.1)). Прикладом може бути канат ДЕРЖСТАНДАРТ 3088- 80, пасма якого відносяться до типу варрингтон (рис. 8.1, б). Такі канати використовуються в якості врівноважуючих органів на шахтному підйомі.

Канат називається таким, що *не розкручується* (Н), якщо при його звиванні в результаті спеціальної силової пластичної обробки в трироликових пристроях, так званих *преформаторах*, пасмам заздалегідь надається спіральна форма, яку вони мають у готовому канаті. У протилежному випадку канат виявляється таким, що *розкручується* (Р). На відповідальних підйомах переважно застосовувати хоча й трохи більше дорогі, але канати, що не розкручуються. Поліпшення якості каната також досягається застосуванням при виготовленні так званого *рихтування*, яке здійснюється протяганням готового каната через трироликовий пристрій, що приводить до часткового "розвантаження" каната від внутрішніх напружень і надає йому прямолінійну форму у вільному стані.

Для захисту дротів каната від корозії застосовуються спеціальні канатні змащення, для яких характерна підвищена "липкість" до металу (адгезія) і підвищена температура плавлення (краплепадіння). Для підйомних машин зі шківками тертя застосовуються особливі *фрикційні* змащення, які не тільки охороняють канат від корозії, але й практично не знижують коефіцієнт тертя у фрикційній парі "канат-футеровка" у порівнянні з варіантом застосування "сухих" (не змазаних) канатів. Більшість канатних змащень поставляється у двох виконаннях: для застосування при виготовленні канатів і для застосування у виробничих умовах. В останньому варіанті поставка іноді здійснюється в спеціальному аерозольному упакуванні.

Довгостроковому збереженню дротів сприяє також їх гальванічне (електролітичне) або гаряче оцинковування (занурення дроту в розплав цинку), чому в цей час приділяється підвищена увага. Останнім часом у закордонній практиці практично повсюдно відмовилися від гальванічного методу оцинковування по екологічних міркуваннях, хоча цей спосіб економічно доцільний. Цинкове покриття може мати рі-

зну товщину залежно від корозійної активності середовища: для *особливо жорстких* (ОЖ), *жорстких* (Ж) і *середніх* (С) агресивних умов роботи.

По призначенню канати виготовляються як *вантажні* (В) і *вантажно-людські* (ВЛ). Останні відрізняються від вантажних більше жорсткими вимогами до розбігу тимчасових опорів руйнуванню дротів, підвищеними вимогами при випробуваннях до кількості перегинів дротів до їхнього руйнування, підвищеним вимогам до розбігу діаметрів дротів і ін. Деякі конструкції канатів виготовляються винятково як вантажні.

Відмітною ознакою канатів є також механічні властивості металу дротів: *вищої* марки (В) і *першої* марки (1). Такі канати відрізняються між собою по вимогах, пропонованим до прокатної *катанки*, що є вихідною "заготівлею" для волочильних агрегатів. Однією з найважливіших відмітних ознак канатів є його *маркувальна група міцності*, що представляє собою середню величину розривної напруги всіх дротів, виражену в МПа або в кгс/мм<sup>2</sup>.

Нарешті, канати підрозділяються на *нормальні* (спеціального позначення не має), які й застосовуються на шахтах, і *підвищеної точності* виготовлення (Т), що відрізняються між собою різними вимогами до допусків на відхилення діаметрів дротів і до діаметра канату в цілому. Всі канати, що виготовляються, мають спеціальне маркування (умовну позначку). Наприклад, канат діаметром 46,5 мм, вантажного призначення (В), марки В, оцинкований по групі С, лівої (Л) однічної (О) звивання, що не розкручується (Н), підвищеної точності (Т), маркувальної групи міцності 1570 МПа, ДЕРЖСТАНДАРТ 7668- 80, має позначення

*Канат 46,5-Г-В-С-Л-Н-Т-1570 ДЕРЖСТАНДАРТ 7668- 80.*

Конструктивні ознаки канату по призначенню, типу, напрямку й способу звивання, типу сердечника, точності виготовлення, ступеня крутимісьті й формі поперечного перерізу канату; типу звивання, формі поперечного перерізу й виду пасом, типу контакту, механічним властивостям, виду покриття дротів схематично зображені на рис. 8.6.

У цей час для підйомів у вертикальних стовбурах діаметр  $d_K$  рекомендується приймати з так званого *уніфікованого ряду*, що представляє собою наступну послідовність діаметрів канатів конструкції ДЕРЖСТАНДАРТ 7668- 80, оцинкованих, з маркувальною групою міцності 1570 МПа: 27; 33; 36,5; 42; 46,5; 50,5; 56 мм.

Уніфікований ряд типорозмірів канатів був науково обґрунтований і запропонований для повсюдного впровадження НДІГМ ім. М.М. Федорова в 1976 р. у зв'язку з необхідністю якнайшвидшого оснащення вугільних шахт СРСР оцинкованими канатами для радикального продовження їхніх термінів служби. У першу чергу це відносилось до безлічі підйомних комплексів з багатоканатними машинами найбільших шахт-новобудов, що вперше вводяться в той період у в експлуатацію у країні й у Європі.

До цього часу єдиним засобом захисту канатів від корозії було канатне змащення, та й та на машинах зі шківми тертя перед навішенням практично повністю віддалялася спеціальною обробкою перегрітою парою для "профілактики" на підйомах зі шківми тертя - знизити небезпеку ковзання канатів. Тому не дивно, що на багатьох підйомах термін служби канатів становив лічені місяці. Але, проте, незважаючи на настільки несприятливі обставини, застосування оцинкованих канатів на ву-

гільних шахтах довгий час залишався практично нерозв'язною проблемою і викликана вона була наступними причинами.

По-перше, через сформовану в практиці проектування тенденцію "економії металу", що торкнулася й канатів, що змушувало приймати невиправдано завищені значення маркувальної групи міцності, і це приводило до зниженого діаметра канату, що замовляється, (економія металу хоч і мізерна, але головним був діючий у той час принцип).

По-друге, через узаконену вимогу, щоб на вугільних шахтах оцинковані канати застосовувалися як виготовлені для особливо жорстких агресивних умов роботи, тобто з максимальною групою цинкового покриття (порочна концепція: канати, так сказати, можна взагалі не захищати, але якщо захищати, то по максимуму). Але в той час на жодному вітчизняному канатному заводі технологічно неможливо було сполучити підвищену маркувальну групу міцності з максимальною маркою цинкового покриття, і тому канати для вугільної промисловості протягом багатьох років поставлялися не оцинкованими. Треба помітити, що й зараз проблема оцинкування канатного дроту підвищеної групи міцності залишається відкритою, у тому числі й у закордонних країнах, що зв'язано, у відомій мірі, із заборонаю електролітичного способу оцинкування як екологічно шкідливого.

Чималу негативну роль у цьому зіграла також досить тверда вимога до мінімально припустимого відношення діаметра канатоведучого шківів до діаметра каната, рівному 100 кратному значенню, що приводило для конкретно прийнятої машини до необхідності використання канатів зменшеного діаметра, а це у свою чергу ще тим більше змушувало проектувальників збільшувати маркувальну групу міцності дротів.

Розв'язати сформовану проблему вдалося шляхом наступних організаційних і технічних заходів:

а) обмеженням маркувальної групи міцності канатів числом 1570 МПа, найбільш підходящим для гарячого оцинкування дротів з наступним волочінням;

б) прийняттям припустимого відношення діаметра канатоведучого шківів до діаметра каната рівним 95 замість 100, тому що зміна величин цих відносин у настільки невеликому діапазоні практично не позначається на довговічності канату;

в) дозволом використовувати на вугільних шахтах оцинковані канати як призначені для середніх агресивних умов роботи.

У результаті цього, а також на підставі відповідних розрахунків, і виявилось можливим одержати уніфікований ряд, що не тільки забезпечило шахтні підйоми цілком якісними оцинкованими канатами з терміном служби більше 2-х років (на рівні світової практики), але й значно скоротило номенклатурний перелік споживаних канатів, що замовляються - сім типорозмірів однієї конструкції замість сімдесятьох більш ніж п'яти різних конструкцій. У зв'язку із прийняттям уніфікованого ряду також значно скоротилася кількість застосовуваних типорозмірів канатів, що врівноважують, типорозмірів підвісних і причіпних пристроїв для головних і канатів, що врівноважують, і т.д. Крім того, виробництво у великому обсязі оцинкованих канатів послужило для фахівців - канатників корисним практичним досвідом і з'явилося, у відомому змісті, діючим стимулом до безперервного вдосконалювання технології й до поліпшення якості оцинкування дротів.

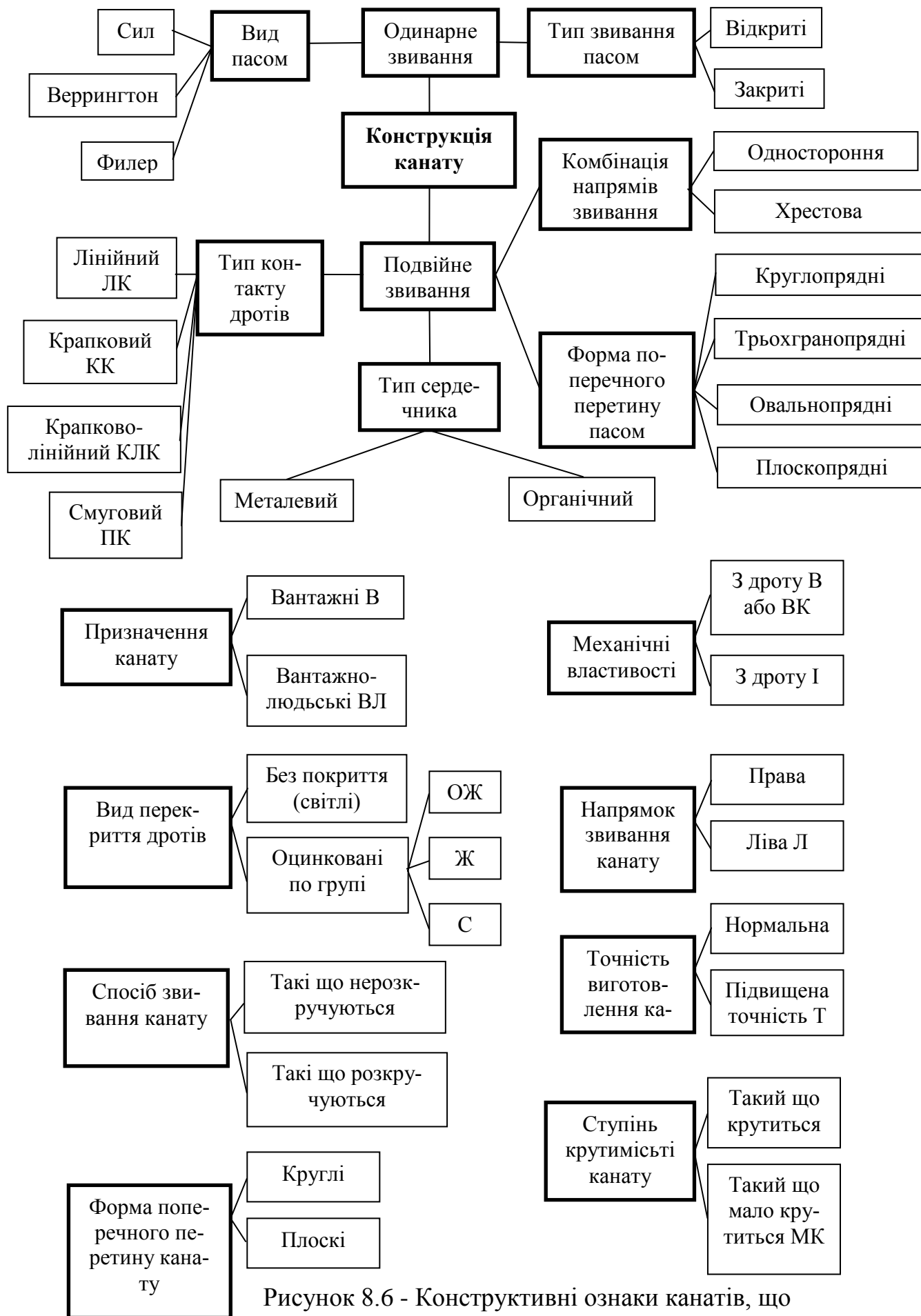


Рисунок 8.6 - Конструктивні ознаки канатів, що застосовуються в гірничій промисловості

## 9. Лабораторна робота №9 Шахтні піднімальні машини

### 9.1. Основні типи підйомних машин

Піднімальна машина входить до складу піднімального встаткування і є основною частиною шахтної піднімальної установки. Із всіх машин, застосовуваних при підземному видобутку в гірничій промисловості, піднімальна машина займає найбільш відповідальне місце. Змушена зупинка машини фактично припиняє весь видобуток шахти, завдаючи величезні збитки. Це визначає високі вимоги до технічного рівня підйомних машин і якості їхнього виготовлення.

Піднімальна машина складається з головного вала, що включає орган навивки, механізм перестановки й корінні підшипники, гальмового пристрою, сполучних муфт, редуктора, електропривода, апаратури захисту й блокувань.

Піднімальні машини підрозділяються по типу органа навивки.

Машини однобарабанні однокінцеві - складаються з одного циліндричного барабана, на який намотується канат з вантажем на кінці. Такі машини застосовуються, головним чином, при проходці вертикальних стовбурів і в похилих виробках.

Машини однобарабанні з розрізним барабаном двокінцеві складаються з одного циліндричного або біциліндроконічного барабана. Кінці двох незв'язаних між собою канатів закріплені у протилежних реборд барабана, при цьому один канат навивається, а другий у цей час змотується, тобто відбувається одночасно підйом і спуск двох посудин. Обичайка циліндричного барабана поблизу однієї з реборд має поперечний круговий розріз. При цьому більша частина барабана жорстко з'єднана з корінним валом, а менша, завдяки механізму перестановки, - може повертатися або жорстко з'єднуватися з валом у будь-якому положенні. Ці дві частини барабана так і називаються - *заклинена й переставна* частини. Машини з розрізним барабаном можуть бути ефективними при обслуговуванні декількох робочих горизонтів у вертикальному шахтному стовбурі. Однак на практиці наявність переставної частини барабана використовується, як правило, лише в процесі зміни - навішення канатів і для точної установки посудин на прийомній площадці основного горизонту, що обслуговується.

Машини двох барабанні двокінцеві складаються із двох автономних барабанів. Кінці двох незв'язаних між собою канатів закріплені у протилежних реборд різних барабанів. При цьому один канат навивається на один барабан, а другий у цей час змотується із другого, тобто відбувається одночасно підйом і спуск двох посудин, як і в системі з одним розрізним барабаном. Один з барабанів жорстко з'єднаний з корінним валом, а другий, завдяки спеціальному "механізму перестановки", - може повертатися або жорстко з'єднуватися з валом у будь-якому положенні. Ці два барабани так і називаються - *заклинений і переставний*.

Машини багатоканатні зі шківми тертя являють собою суцільнозварний барабан з парною кількістю канавок під канати (струмками). Робота таких машин заснована на передачі тягового зусилля піднімальним канатам за рахунок сил тертя між канатами й футеровкою шківа.

У вітчизняній практиці використовуються машини з кількістю канатів 2, 4, 6, 8. [2]. Машини, при числі канатів 4 і більше, як правило, устанавлюються на баштових копрах. Останнім часом все частіше використовуються багатоканатні машини з наземним розташуванням з металевими копрами укiсного типу, які значно дешевше баштових копрів.

Шахтні піднімальні машини підрозділяються на три групи: малі барабанні піднімальні машини з діаметром барабана до 3,5 м включно; великі барабанні піднімальні машини з діаметром барабана 4 м і більше; машини зі шківом тертя.

Малі барабанні піднімальні машини призначені для підйому й спуску людей і вантажу по вертикальних і похилих гірських виробленнях і застосовуються для встаткування підземних і поверхневих підйомних установок. Машини можуть працювати в середовищі, небезпечному по газу або пилу, можуть застосовуватися при проходці стовбурів.

Великі шахтні піднімальні машини призначені для підйому й спуску людей і вантажів в основному по вертикальних гірничих виробках і застосовуються для встаткування поверхневих підйомних установок глибоких шахт і рудників вугільної й гірничорудної промисловості, а також для встаткування прохідницьких підйомних установок. Машини призначені для роботи в середовищі безпечному по газу й пилу, у закритих приміщеннях з температурою повітря від +5 до +40°C.

В Україні піднімальні машини випускають ЗАТ "Новокраматорський машинобудівний завод", м. Краматорськ (далі НКМЗ) і ВАТ "Донецький завод гірничого машинобудування" (далі Донецькгормаш).

## **9.2 Піднімальні машини ЗАТ "НКМЗ"**

В 1935 р. в умовах НКМЗ була виготовлена перша піднімальна машина. Машина була розрахована на підйом 6 т вантажу із глибини 500 м і створена в співробітництві з Харківським електромеханічним заводом, що поставив апаратуру керування й асинхронний двигун потужністю 700 кВт. В 1946 р. випущена перша піднімальна машина зі шківом тертя типу ШТ 7,2 (рис. 9.1) для шахт глибиною 1000 м, в 1948 р. - перша піднімальна машина з біциліндроконічним барабаном (рис. 9.2) , в 1954 р. - перша однобарабанна піднімальна машина із циліндричним розрізним барабаном (рис. 9.3, рис. 9.6). З 1958 р. починається випуск багатоканатних підйомних машин наземного виконання.

Одноканатна піднімальна машина зі шківом тертя типу ШТ 7,2 (рис. 9.1) складається з корінної частини 1, гальма 2, редуктора 3, підйомних двигунів 4, сполучних муфт 5, сигнального табло 6, швидкостеміра 7, покажчика глибини з ретардуючими дисками 8, пульта керування 9 і повітряної системи керування гальмом. Передача рушійного зусилля на канат здійснюється за рахунок сил тертя між канатом і футеровкою приводного шківа тертя.

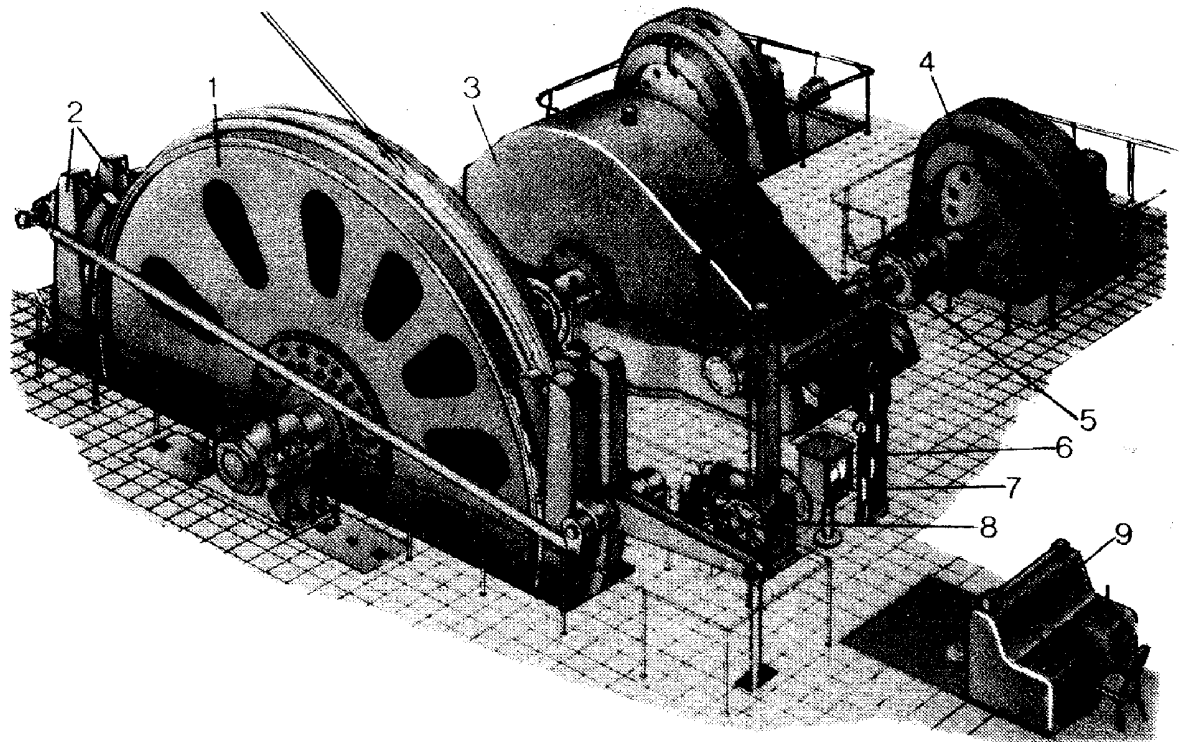


Рисунок 9.1 - Одноканатна піднімальна машина зі шківом тертя типу ШТ 7,2

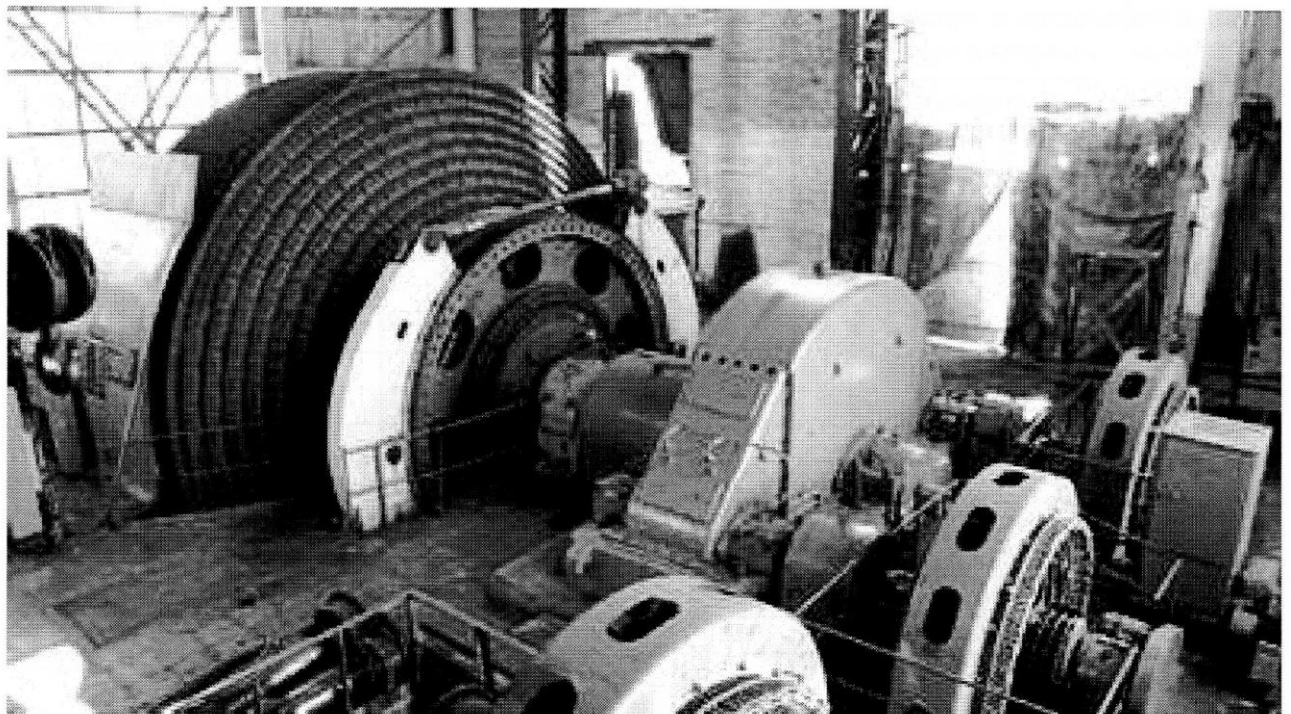


Рисунок 9.2 - Піднімальна машина з розрізним біциліндроконічним барабаном

Піднімальна машина з розрізним біциліндроконічним барабаном (БЦКБ) призначалася для роботи із глибин до 1100 м без канату, що врівноважує. У початковий момент підйому навантаженої посудини канат намотується на малий діаметр, а канат порожньої посудини змотується з великого діаметра, що дозволяло зменшити потужність піднімального двигуна. Машини із БЦКБ минулого дуже громіздкі. Наприклад, машина БЦК 9/5х2,5 мала діаметр великого барабана 9,0 м, а малого - 5,0

м. Маса машини без двигунів становила 360 т. Вантажопідйомність машини з максимальної глибини не перевищувала 20 м при діаметрі піднімального канату близько 60 мм. З появою багатоканатних підйомних машин як баштового, так і наземного виконання, машини із БЦКБ втратили свою актуальність, хоча в номенклатурі заводу ці машини ще збереглися.



Рисунок 9.3 - Піднімальна машина з одним циліндричним розрізним барабаном 1-6,3 x 4,2/06

Піднімальні машини із циліндричним розрізним барабаном практично замінили двох барабанні піднімальні машини класичного виконання, тому що вони менше по габаритах і дешевше у виробництві. Функціональне призначення й область застосування зазначених підйомних машин практично однакова.

Певним досягненням можна вважати виробництво з 1981 р. підйомних машин серії МПБ із прогресивними для того часу технічними рішеннями (рис. 9.4, 9.8). Розташування гальма усередині барабана дозволило повністю використовувати зовнішню циліндричну поверхню барабана під навивку канату, тим самим збільшити його канатоємність і зменшити габарити. Гальма - колодкові, самоустановлювальні, повністю врівноважені, нейтральні до напрямку обертання барабана. Гальмові приводи - пружинно-пневматичні, безвантажні. Для зручності монтажу й обслуговування гальмо й гальмові приводи установлені на хитних рамах. Навивка канату відбувається на металеву нарізну обичайку. При двошаровій навивці барабани постачені перехідними смугами для плавного виводу канату на другий шар і впорядкування його навивки. Машини мають зубчастий механізм перестановки барабанів.



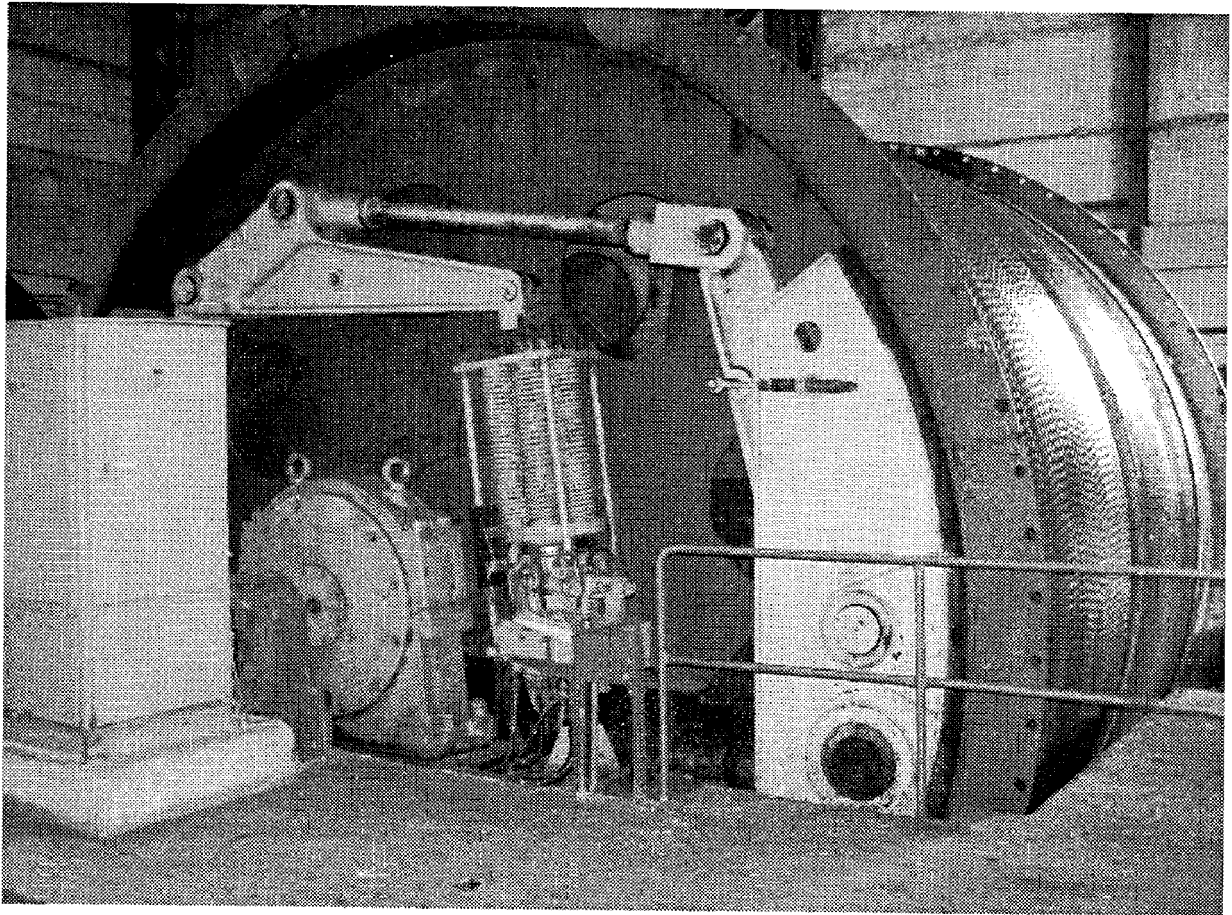


Рисунок 9.4 - Піднімальна машина типу МПБ

Ці машини в порівнянні із класичними двох барабанными піднімальними машинами відрізняються меншою металоємністю й габаритами, підвищеною продуктивністю й надійністю, високим ступенем уніфікації вузлів. Завдяки оригінальному технологічному рішенню в компонованні вузлів складання барабанів і вбудованих у них гальм істотно спрощується фундамент піднімальної машини.

Піднімальні машини типу МПБ випускаються із двома циліндричними барабанами однакової ширини під одно- і двошарову навівку. Машини виготовляються з редукторним або безредукторним приводом.

З 1958 року завод НКМЗ почав випускати багатоканатні піднімальні машини наземного виконання (рис.9.5). Даний тип машин дозволяє працювати із глибин не менш 1500 м, використовуючи посудини вантажопідйомністю 20 т і більше. У порівнянні з розташуванням МКПУ на баштових копрах, машини наземного виконання виграють у вартості будівництва, при однакових експлуатаційних витратах.

Вітчизняною промисловістю багатоканатні піднімальні машини наземного виконання випускаються тільки заводом НКМЗ, а баштового виконання - заводом "Донецькгормаш".

З 2000 року в НКМЗ з'явилися замовлення на піднімальні машини, оснащені дисковими гідравлічними-пружинно-гідравлічними гальмами. Перша піднімальна машина 2Ц-5х2,4Д-ТД із дисковими гальмами була спроектована й виготовлена НКМЗ в 2000 р. разом з "МИДИЭЛ" (м. Донецьк). Машина була укомплектована пружинно-гідравлічними гальмовими модулями й системою керування фірми АВВ (більш докладно про ці машини буде викладено пізніше в спеціальному розділі).

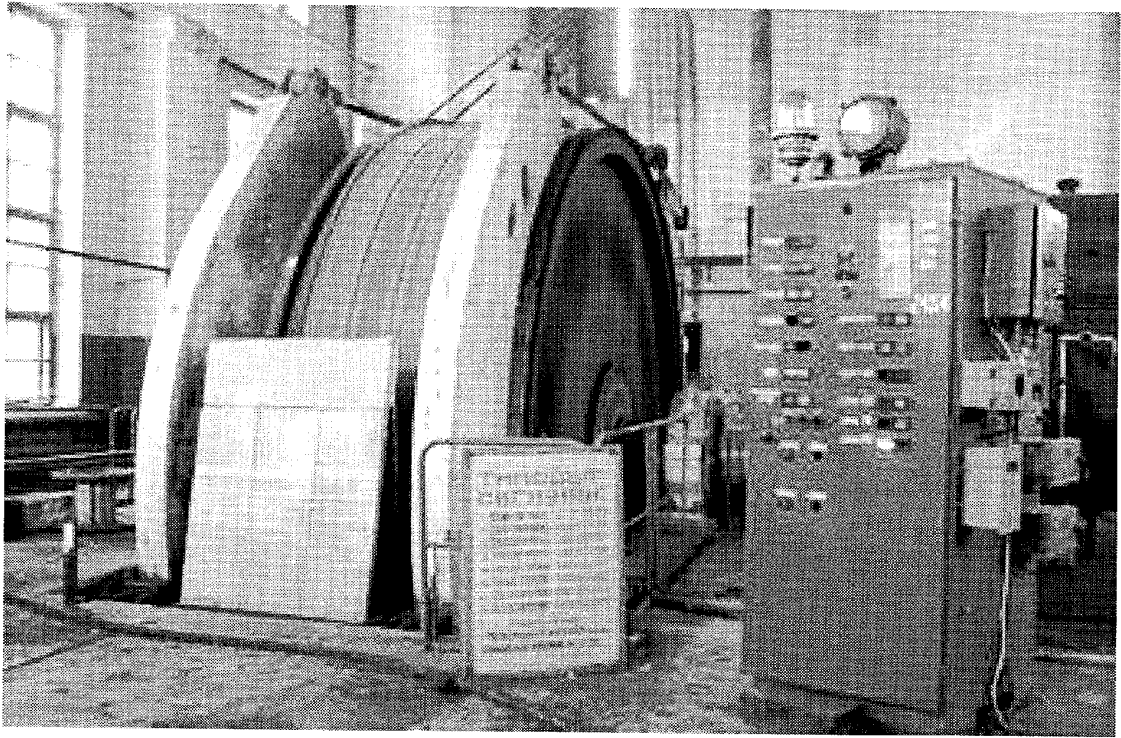
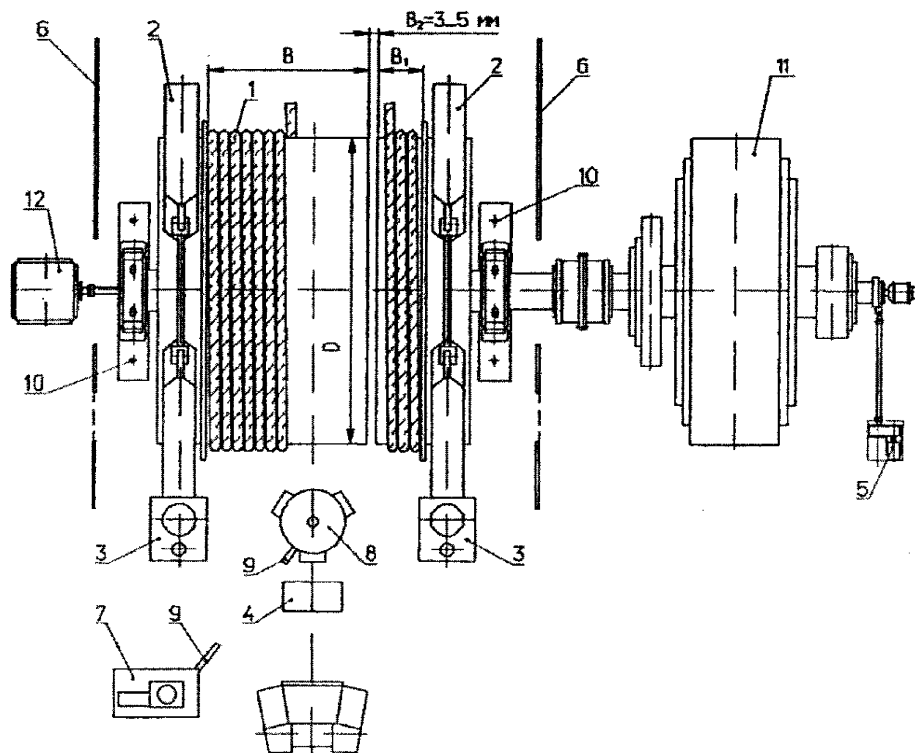
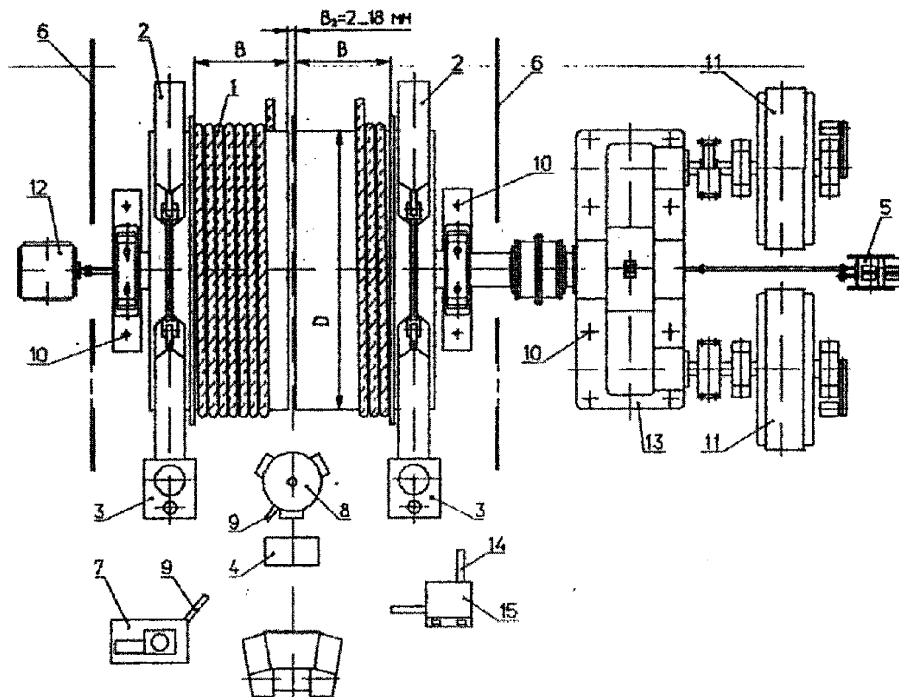


Рисунок 9.5 - Багатоканатна піднімальна машина наземного виконання типу МПМН



1 – барабан у зборі; 2 – гальмо; 3 – привод гальмовий; 4 – панель управління; 5 – обмежник швидкості дублюючий; 6 – огороження; 7 – повітря-компресорна станція; 8 – повітрярозбірник; 9 – арматура й труби пневмосистеми; 10 – комплект анкерних частин; 11 – підйомний електродвигун; 12 – апарат завдання й контролю

Рисунок 9.6 - Піднімальна машина з одним циліндричним розрізним барабаном з безредукторним приводом



1 – барабан у зборі; 2 – гальмо; 3 – привод гальмовий; 4 – панель управління; 5 – обмежник швидкості дублюючий; 6 – огороження; 7 – повітро-компресорна станція; 8 – повітрозбірник; 9 – арматура й труби пневмосистеми; 10 – комплект анкерних частин; 11 – підйомні електродвигуни; 12 – апарат завдання й контролю; 13 – редукторний привод; 14 – арматура й труби системи змащування; 15 – змащувальна станція системи змащування

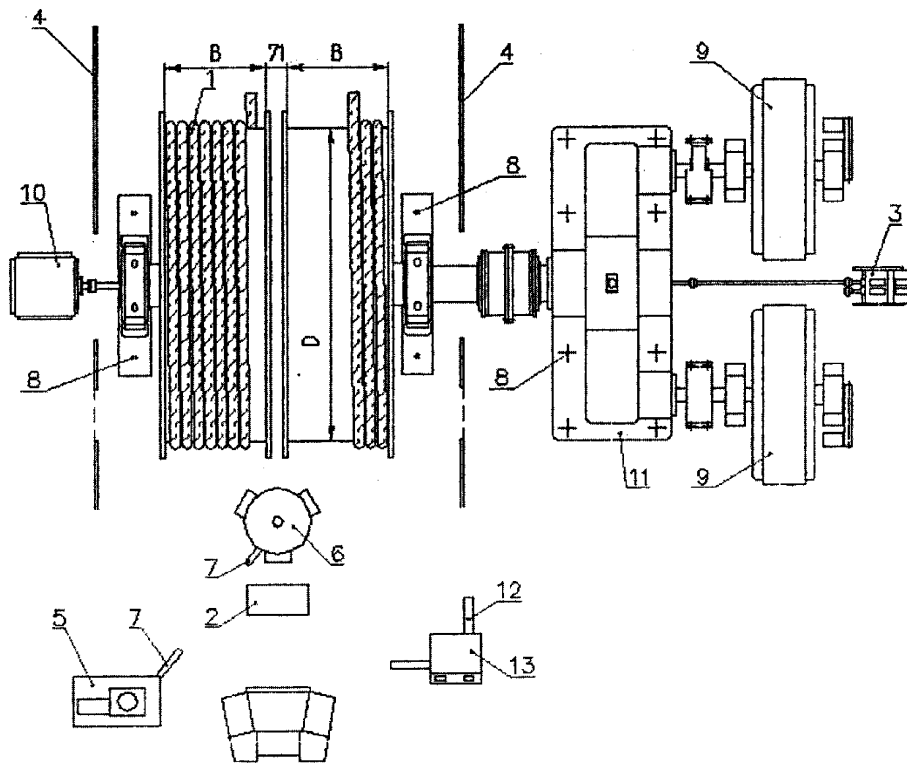
Рисунок 9.7 – Двохбарабанна піднімальна машина з редукторним приводом

### 9.3 Піднімальні машини ВАТ "Донецькормаш"

ВАТ "Донецький машинобудівний завод" ("Донецькормаш"), створений в 1889 р. (завод Босі, потім імені Ленінського комсомолу України) з 1930 р. почав серійне виготовлення електричних лебідок і барабанних підйомних машин, які стали основною продукцією заводу. З 1950 р. почався серійний випуск багатоканатних підйомних машин.

Барабанні піднімальні машини типу Ц (однобарабанні) і 2Ц (двох барабанні) мають гарну надійність і довговічність роботи. Однобарабанні малі піднімальні машини служать 20 років, а піднімальні машини з діаметром барабана 2,5; 3 і 3,5 м - 25 років.

Всі типи машин мають два виконавчих органи гальма колодкового типу з поступальним переміщенням колодок, що підвищує безпеку й забезпечує рівномірний розподіл зусиль і рівномірне зношування колодок. Піднімальні машини з діаметром барабана 1,2; 1,6 і 2 м мають два гідравлічних-пружинно-гідравлічних приводи з електрогідравлічним регулятором тиску, а піднімальні машини з діаметром барабана 2,5; 3 і 3,5 м - два пневматичних-пружинно-пневматичних приводи з електропневматичним регулятором тиску, що дозволяє здійснювати дистанційне керування піднімальними машинами.



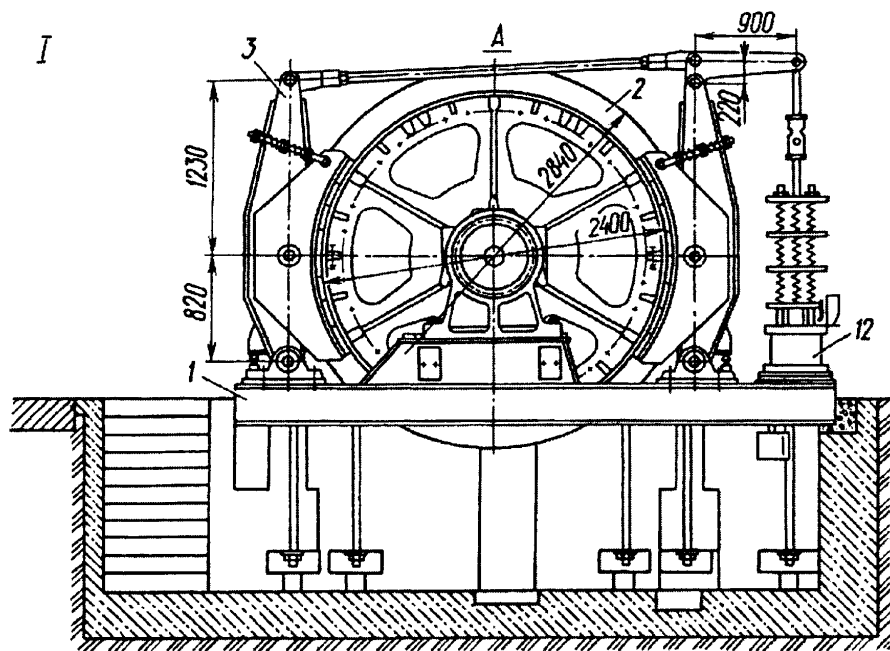
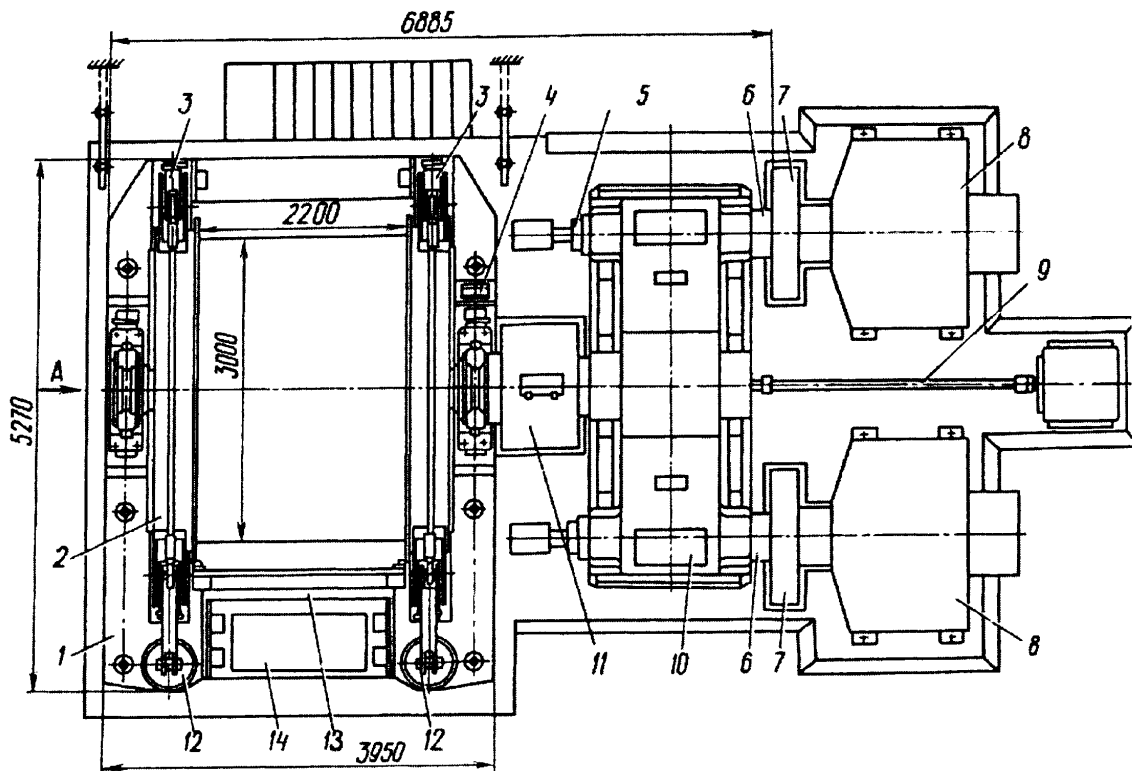
1 – барабан у зборі; 2 – панель управління; 3 – обмежник швидкості дублюючий; 4 – огороження; 5 – повітря-компресорна станція; 6 – повітрярозбірник; 7 – арматура й труби пневмосистеми; 8 – комплект анкерних частин; 9 – підйомні електродвигуни; 10 – апарат завдання й контролю; 11 – редукторний привод; 12 – арматура й труби системи змащування; 13 – змащувальна станція системи змащування

Рисунок 9.8 – Піднімальна машина МПБ з редукторним приводом

Керування механізмом перестановки двохбарабаних підйомних машин здійснюється з пульта машиніста, що вимагає не більше 2-3 хвилин для виконання операцій по регулюванню довжини канатів або зміни горизонтів. Основні вузли (головний вал у зборі, виконавчі органи гальма, гальмові приводи, станція керування гальмами) зібрані на одній твердій рознімній рамі й випробовуються при виготовленні, а це спрощує пристрій фундаменту піднімальної машини й полегшує та прискорює її монтаж на місці установки.

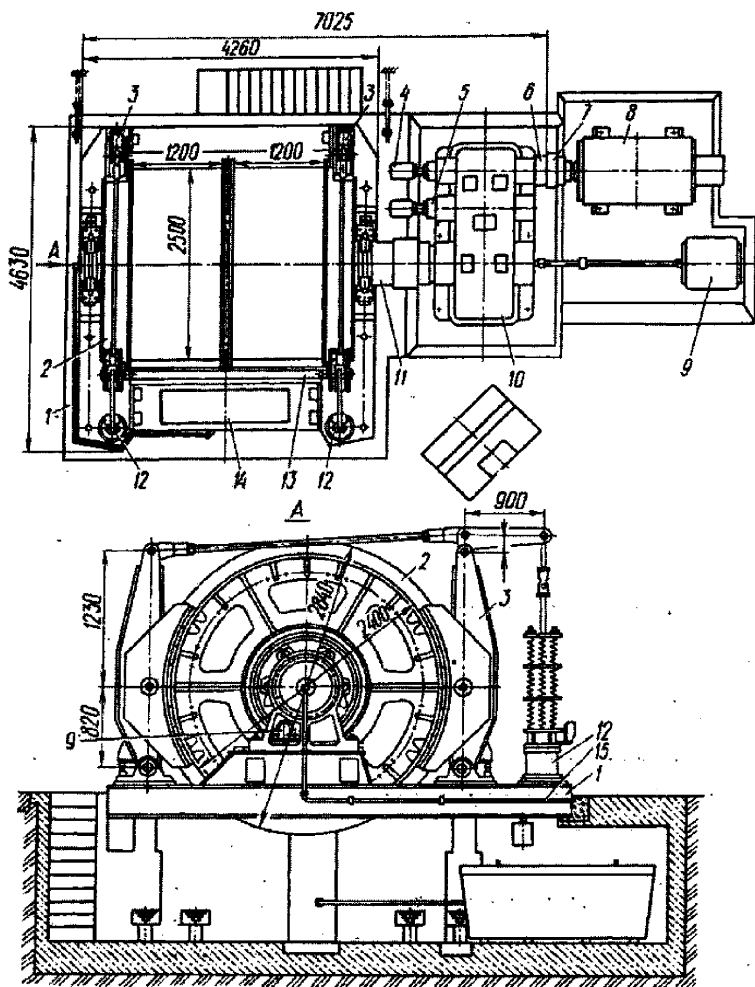
Піднімальні машини з діаметром барабана 1,2; 1,6; 2,0; 2,5 і 3,0 м призначені для підйому корисних копалин і породи, спуска й підйому людей, матеріалів і встаткування по вертикальних і похилих гірничих виробках (рис.9.9). Машини можуть працювати в середовищі, небезпечному по газу або пилу.

Двобарабанні піднімальні машини призначені для двокінцевих підйомів і дозволяють ефективно обслуговувати, за рахунок перестановки барабанів, кілька горизонтів (рис. 9.10, 9.11). Всі машини виготовляються й поставляються в нормальному й вибухобезпечному виконаннях. У комплект поставки машин входять:



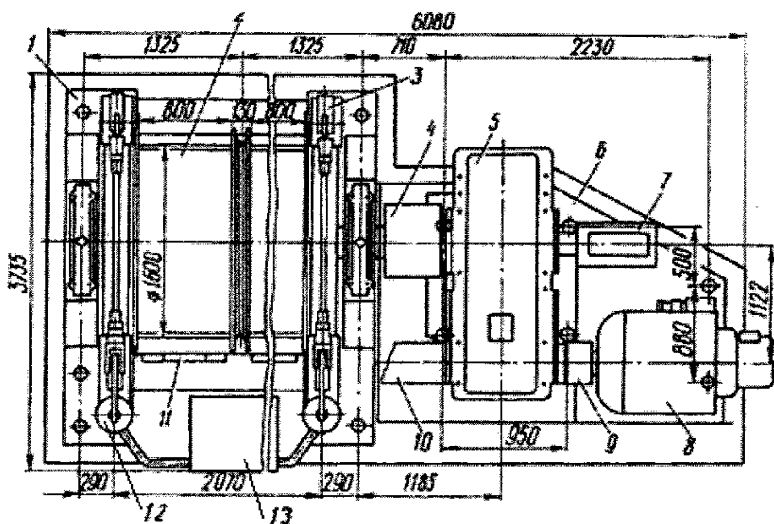
1 – рама; 2 – головний вал в зборі з органом навивки і корінними підшипниками; 3 – виконавчий орган гальма; 4 – стопор; 5 – редуктор приводу тахогенератора; 6 – муфта; 7 – захисний кожух; 8 – електродвигун головного приводу; 9 – привод апарату завдання й контролю ходу; 10 – редуктор; 11 – зубчаста муфта; 12 – привод гальма; 13 – щиток барабану; 14 – панель управління гальмом

Рисунок 9.9 – Однобарабанна піднімальна машина Ц-3x2,2 AP



1 – рама; 2 – головний вал з органами навивки, з механізмом перестановки й корінними підшипниками; 3 – виконавчий орган гальма; 4 – стопор; 5 – редуктор приводу тахогенератора; 6 – зубчаста муфта; 7 – захисний кожух; 8 – електродвигун головний приводу; 9 – привод апарату завдання і контролю ходу; 10 – редуктор; 11 – зубчаста муфта; 12 – привод гальма; 13 – щиток барабана; 14 – панель управління гальмами; 15 – трубопровід механізму перестановки барабанів

Рисунок 9.10 – Машини підйомні шахтні 2Ц-2,5x1,2



1 – рама; 2 – головний вал в зборі; 3 – виконавчий орган гальма; 4 – муфта зубчаста; 5 – редуктор; 6 – рама приводу; 7 – апарат управління машиною; 8 – електродвигун; 9 – муфта еластична; 10 – установка від центрального реле; 11 – щиток; 12 – пружино-гідравлічний привод гальма; 13 – станція управління гальмом

Рисунок 9.10 – Двохбарабанна підйомна машина 2Ц-1,6x0,8

механічна частина з вбудованим електроустаткуванням, апаратура виборчого запобіжного гальмування для виключення набігання підйомних посудин на канат при підйомі вантажу (тільки для машин виконання АР), запасні частини, інструмент, невбудоване електричне встаткування.

У комплект невбудованого електроустаткування входять: головні приводні електродвигуни - для підйомних машин з діаметром барабана більше 2 м, пускорегулююча апаратура, пульт керування, апаратура контролю ходу машини, обмежник швидкості й ін.

"Донецькгормаш" випускає й багатоканатні піднімальні машини з канатоведучими шківками від 2,25 до 5,0 м і кількістю підйомних канатів 2, 4, 6, 8.

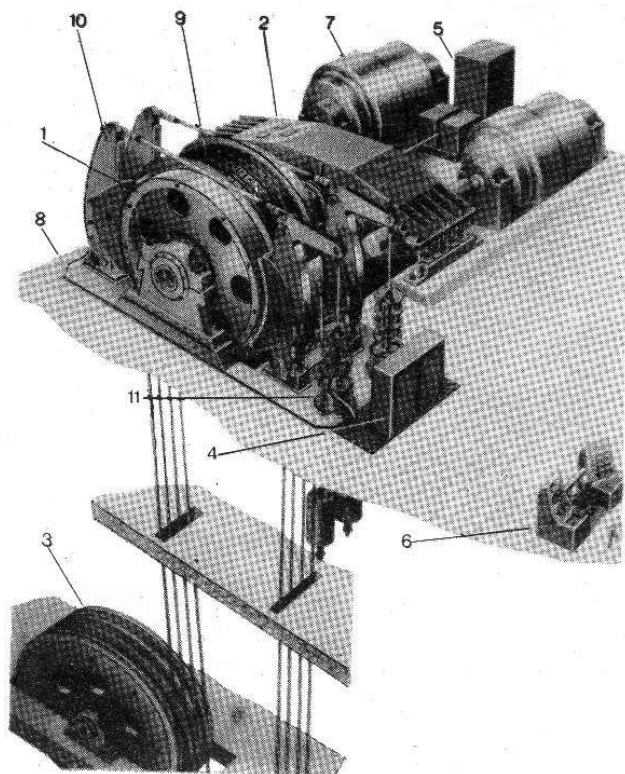


Рисунок 9.12 - Багатоканатна підйомна машина баштового виконання

Багатоканатна піднімальна машина складається з наступних основних вузлів: (рис.9.12) корінної частини 1, редуктора 2, шківки 3, що відхиляють, панелі гальма 4, апарата завдання й контролю ходу 5, пульта керування 6, електродвигуна 7 і установки повітрозбірника з компресором.

Корінна частина є основним вузлом піднімальної машини. У неї входять рама 8, складання головного вала 9, гальмо 10 і привід гальма 11. На рамі звареної конструкції установлені корпуса підшипників, опори гальма і привід гальма. Це полегшує монтаж і експлуатацію піднімальної машини. На рамі встановлений також стопор, яким піднімальна машина стопориться при ремонті гальмової системи.

Багатоканатна піднімальна машина залежно від типу електропривода може бути редукторна (привід від швидкохідного асинхронного електродвигуна) і безредукторна (привід від тихохідного електродвигуна постійного струму).

Залежно від схеми підйому багатоканатна піднімальна машина може бути зі шківками, що відхиляють, або без них. Для запобігання встаткування машинного залу від води, принесеної піднімальними канатами зі стовбура шахти, канатоведучий шків закритий спеціальним щитком.

Складання головного вала багатоканатної піднімальної машини (рис. 9.13) складаються з канатоведучого шківки 1, головного (корінного) вала 2 і корінних підшипників 3. Канатоведучий шків звареної конструкції з'єднаний з литий сталевий маточиною 4 зварюванням. Маточина, насаджена на корінний вал по гарячій посадці, зварена із двох частин. Гальмові ободи 5 закріплені на обичайці зварюванням.

Обичайка 6, лобовини 7, гальмові ободи й ребра жорсткості 8 виконані з листової сталі. До дисків і ребер маточини приварені лобовини й ребра жорсткості канатоведучого шківів. На обичайці під кожний піднімальний канат укладають футеровку 9, виготовлену із брусків зносостійкого пластикату або із пресмаси. Кріплення футеровки роблять алюмінієвими прямими 10 і клиновими 11 кріпильними колодками, які болтами кріпляться до обичайки канатоведучого шківів. Болти попарно стопорять дротом.

Опорами корінного вала є підшипники кочення. Лівий - дворядний сферичний самоустановлювальний роликотпідшипник, правий - дворядний конічний роликотпідшипник.

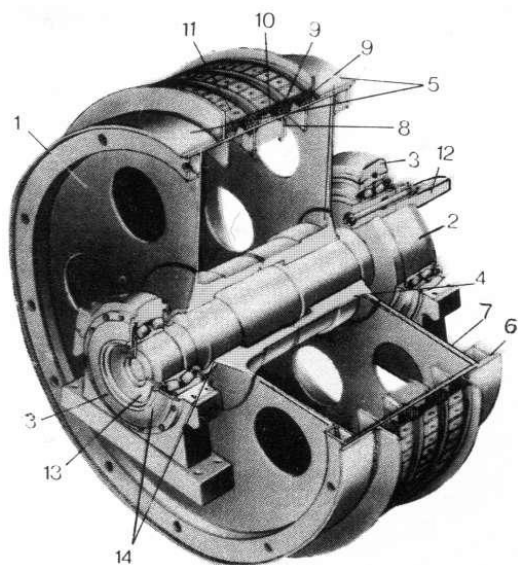


Рисунок 9.13 - Зборка головного валу багатоканатної підйомної машини

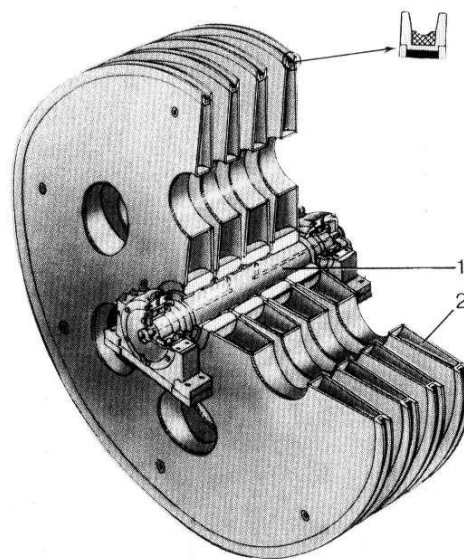


Рисунок 9.14 - Конструкція відхиляючого шківів багатоканатної підйомної машини

Для з'єднання корінного вала піднімальної машини з редуктором правий кінець вала (з боку конічного підшипника) виконаний у вигляді фланця, на якому є наскрізні отвори. З'єднання з редуктором роблять із втулкою 12, що з'єднується, у свою чергу, стяжними шпильками із фланцем вала. При безредукторному приводі до фланця корінного вала втулкою й шпильками кріплять фланець із цапфою. На цапфу насаджують втулку зубчастої муфти, що з'єднує піднімальну машину з валом тихохідного електродвигуна. Така конструкція дозволяє використовувати складання головного вала для редукторного й безредукторного приводів.

З лівої сторони до кришки підшипника кріплять конічну зубчасту передачу, що передає обертання корінного вала приводу апарата завдання й контролю ходу АЗК.

У корпусах підшипників установлені термосигналізатори для автоматичного контролю температури.

Підшипникові опори корінного вала влаштовані в такий спосіб. Внутрішнє кільце сферичного роликотпідшипника лівої опори закріплено гальмовою шайбою 13.



Зовнішнє кільце роликотпідшипника поміщене в чавунний корпус і затиснуте бічними кришками 14.

Складання головних валів всіх багатоканатних підйомних машин по конструкції канатоведучого шківa й способу його кріплення на корінному валу, можуть мати ще два варіанти виконання:

- канатоведучий шків звареної конструкції з'єднують із литими чавунними лобовинами болтами й втулками, що пасували. Одна з лобовин закріплена на корінному валу тангенціальними шпонками. Гальмові ободи проточені на литих лобовинах;

- канатоведучий шків звареної рознімної конструкції з'єднують із литими сталевими маточинами болтами і пасованими втулками. Маточини насажені на корінний вал по гарячій посадці. Гальмові ободи приварені до обичайки.

Шків, що відхиляє, установлюють у тих випадках, коли відстань між осями підйомних посудин менше діаметра канатоведучого шківa (рис. 9.14). На валу 1 розташоване необхідне по числу підйомних канатів кількість шківів. Шків 2 закріплений на валу нерухомо по пресовій посадці, інші шківи із бронзовими втулками надіті на вал по ходовій посадці. Це дозволяє шківам у процесі роботи повертатися відносно один одного й уникати прослизання канатів через розходження в діаметрах шківів. Для підведення змащення до рухливих шківів у центрі й по радіусі вала просвердлені отвори й установлені тавотниці. Шківи - звареної конструкції. В обід укладається футеровка або на ньому проточується канавка для піднімального канату. Вал шківів, що відхиляють, опирається на радіальні самоустановлювальні роликотпідшипники, поміщені в литі чавунні корпуси.

#### **9.4 Піднімальні машини з дисковими гальмовими пристроями**

У цей час у технічному розвитку підйомних установок на передній план висувається завдання забезпечити їхню максимальну безпеку й експлуатаційну надійність при мінімальних витратах на технічне обслуговування. Вихід з ладу підімальної установки відчутно позначається на загальному виробничому процесі шахти, як під землею, так і на поверхні.

Більшість закордонних фірм застосовують короткоходові, безважільні багатоелементні дискові гальма. Відомі пружинно-гідролічні дискові гальмові пристрої шахтних підйомних машин виробництва шведської фірми АВВ (Asea Brown Boverу), німецької фірми ZIEMAG Transplan Gmb, німецької фірми SIEMENS і інші з робочим тиском 11.. 14 МПа у своїй роботі наголошує на використанні новітніх досягнень у світовій практиці в області шахтного підйому. Останнім часом фірмою "МИДИЭЛ" (Донецьк) поставлений цілий ряд підйомних машин, механічна частина яких виготовлена заводами НКМЗ і Донецькгормаш, а дискові гальма, електропривод постійного струму й система керування фірмою АВВ (Швеція).

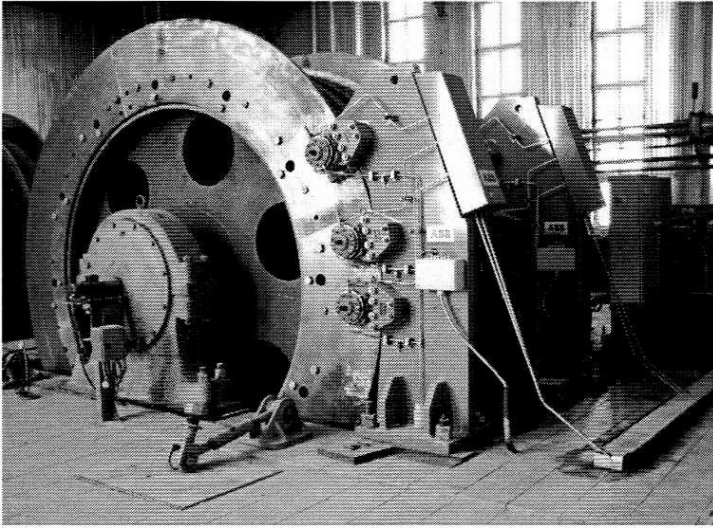


Рисунок 9.15 - Підйомна машина ЦШ 4×4 фірми «МИДИЭЛ»

Максимальний робочий тиск зазначеного регулятора становить  $1,2 \text{ МПа}$  ( $12 \text{ кгс/см}^2$ ). Істотне зниження робочого тиску гальмової системи в порівнянні з гальмовими системами провідних закордонних фірм було однією з основних ідей при розробці гальмових систем НПФ "МИДИЭЛ". Низький тиск дозволяє значно здешевити гідросистему (майже в 5 разів), істотно спростити її експлуатацію й підвищити безпеку.

Висока вартість дискових гальм компенсується високою якістю виготовлення й заводською настроюванням й доскональними системами керування, що забезпечує ним ведучі позиції серед основних світових виробників гальмівних систем шахтних підйомних машин. Для зниження вартості дискових гальмових пристроїв фірмою "МИДИЭЛ" були розроблені три типорозміри гальмових елементів на зусилля 3, 6,5 і 13 т, а також застосований регулятор тиску РДУ-1МГ вітчизняного виробництва (рис. 9.15)

## 10. Лабораторна робота №10 Механізми перестановки барабанів

Механізми перестановки барабанів застосовуються у двобарабанних підйомних машинах, а також у машинах з розрізним барабаном [2, 3, 4]. Призначення таких механізмів: створювати умови для повороту одного барабана щодо іншого. Необхідність кутових поворотів (перестановок) одного барабана щодо іншого виникає при навішенні нових і заміні старих підйомних канатів, при різних подовженнях (витяжках) нових канатів, що приводить до зміни положення посудин у крайніх крапках стовбура (одна посудина прийшла в кінцеву крапку стовбура, а другий ще не дійшов), при здійсненні ремонтних робіт і інших операцій.

Механізми перестановки випускалися різних типів, які відрізнялися по типу розчипного пристрою - черв'ячні, фрикційні, зубчасті важільні, зубчасті безважільні; по кроку регулювання – ступінчасте й безступінчасте; по типу приводу - ручний, пружинно-гідравлічний, пружинно-пневматичний; системам і способам керування.

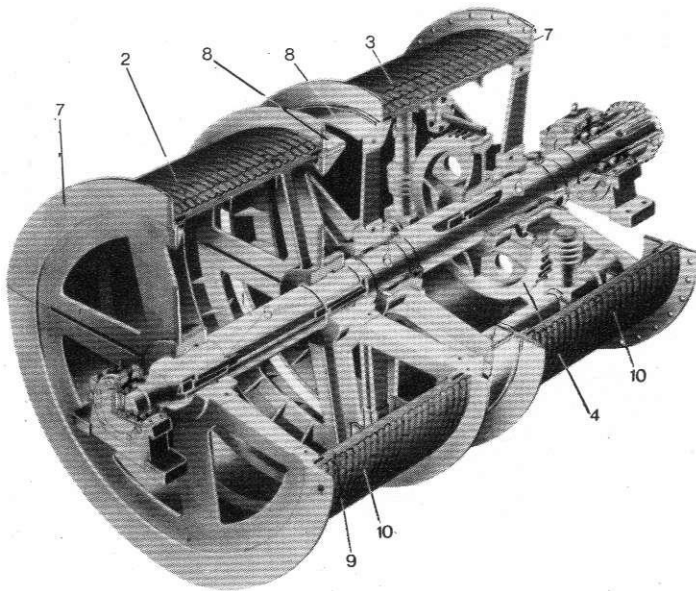


Рисунок 10.1 - Зборка головного валу підйомних машин типу 2БМ

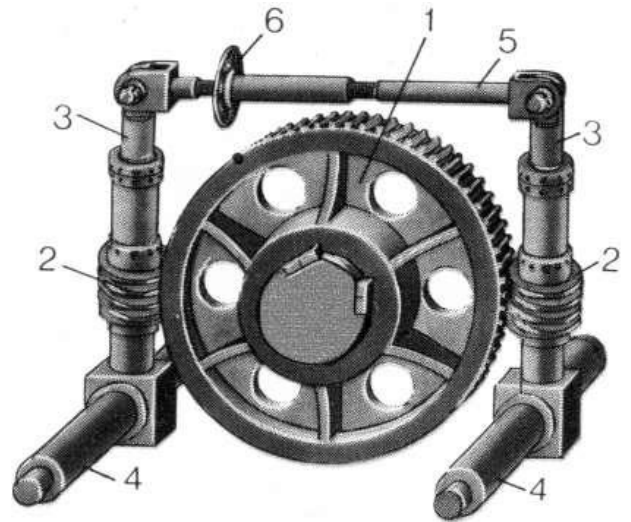


Рисунок 10.2 - Черв'ячний механізм перестановки барабанів малих підйомних машин типу 2БМ

Перші типи підйомних машин обладналися механізмами перестановки барабанів з ручним приводом. Прикладом таких механізмів є черв'ячний механізм перестановки барабанів, яким оснащувалися малі піднімальні машини типу 2БМ колишнього заводу ЛКУ м. Донецька.

Складання головного валу підйомних машин типу 2БМ-2500 і 2БМ-3000 (рис. 10.1) являє собою двоопорний вал 1 із двома циліндричними барабанами - робочим 2 і холостим 3 і механізмом перестановки барабанів 4. Робочий барабан наглухо заклинений на валу тангенціальними шпонками 5, а холостий (переставний) посаджений вільно на антифрикційних втулках 6 і з'єднаний з валом черв'ячним механізмом перестановки барабанів 4. Кожний барабан складається із двох чавунних дисків 7 і 8, безпосередньо встановлюваних на корінний вал, металевої рознімної обичайки 9 і дерев'яної футеровки 10, що складається з окремих брусів твердих порід дерева (дуб, в'яз, ясен або бук). Диски з модифікованого чавуну мають рознімання по діаметрі; на їхніх спицях передбачені затискачі для кріплення піднімального канату. Внутрішні диски 8 являють собою суцільний виливок маточини, спиць, реборди й гальмового обода. Зовнішні диски 7 гальмового обода не мають.

Обичайка барабана складається зі сталевих листів товщиною 8-16 мм, зварених між собою й прикріплених болтами до дисків. Бруси футеровки товщиною 70-100 мм і довжиною, рівній ширині барабана між ребордами, прикріплюють до обшивання болтами з утопленими голівками, що закриваються зверху дерев'яними пробками. На футеровці нарізають жолобки для піднімального канату. Корінний вал установлений на підшипниках кочення (роликкових радіальних сферичних дворядних). Змащення підшипників здійснюється заповненням корпуса підшипника консистентним змащенням.

При кріпленні канату до барабана кінець його пропускають через спеціальний проріз обичайки усередину барабана, обгинають спицю й закріплюють затискачем

або намотують на спеціальні бобіни, установлені усередині барабана по обидва боки.

Черв'ячний механізм перестановки барабанів малих підйомних машин (рис. 10.2) складається із черв'ячного колеса 1, посаженого на корінному валу на шпонках, і двох черв'яків 2, що вільно сидять на валах 3, розташованих із двох протилежних сторін від черв'ячного колеса. Вали 3 одним кінцем сидять на горизонтальних осях 4, закріплених у дисках переставного барабана, а іншим - з'єднуються тягою 5, що має стяжну гайку з маховиком 6.

При обертанні маховика 6 стяжної гайки вліво вали 3 розсовуються й черв'яки 2 виводяться із зачеплення із черв'ячним колесом 1. При цьому неодружений барабан роз'єднується з корінним валом машини, а черв'ячне колесо разом з корінним валом і заклиненним на ньому робочим барабаном вільно обертається в потрібному для перестановки барабанів напрямку. Щоб холостий барабан, від'єднаний від корінного вала, не міг обертатися під дією натягу піднімального канату, він втримується під час перестановки спеціальним стопорним пристроєм за отвори на реборді барабана. Пристрій для стопоріння барабана, установлений на фундаменті у опорних підшипників гальмових балок, складається із двох тяг з качанами, стяжних гайок і болтів.

При обертанні маховика 6 стяжної гайки вправо вали 3 стягаються, черв'яки 2 входять у зачеплення із черв'ячним колесом 1 і холостий барабан з'єднується з корінним валом (заклинюється).

У випадку влучення зуба черв'яка на зуб черв'ячного колеса необхідно повернути вільно сидячі на валах 3 черв'яки до збігу черв'яка із западиною черв'ячного колеса.

Черв'ячний механізм перестановки барабанів малих підйомних машин не має дистанційного керування, включення й вимикання його виробляється вручну робітником, що розміщується усередині барабана.

Черв'ячний механізм перестановки дозволяє фіксувати неодружений барабан у будь-якому його положенні, тобто робити точно (безступінчасту) регулювання довжини; піднімального канату при навішенні або при витяжці в процесі роботи, а також робити перестановку клітей при одночасній роботі піднімальної машини з декількох горизонтів.

Піднімальні машини заводу НКМЗ до 1963 року випуску мали зубчастий важільний механізм перестановки барабанів. Зубчастий важільний механізм перестановки барабанів (рис. 10.3) складається із зубчастого колеса 1, важільного механізму 2, зубчастого вінця 3 і шестигранної втулки (шестигранника) 4.

Зубчастий вінець прикріплений болтами до лобовини переставного барабана, а шестигранна втулка жорстко закріплена шпонками на корінному валу піднімальної машини. Зубчасте колесо вільно насаджене на шестиграннику й за допомогою хомутика 5 і вилки 6 пов'язане з важільним механізмом 2, що приводиться в рух штоком 7 пневматичного циліндра. Важільний механізм пересуває зубчасте колесо по шестиграннику 4, уводячи або виводячи його із зачеплення із зубчастим вінцем, і цим з'єднує або від'єднує переставний барабан від корінного вала піднімальної машини.

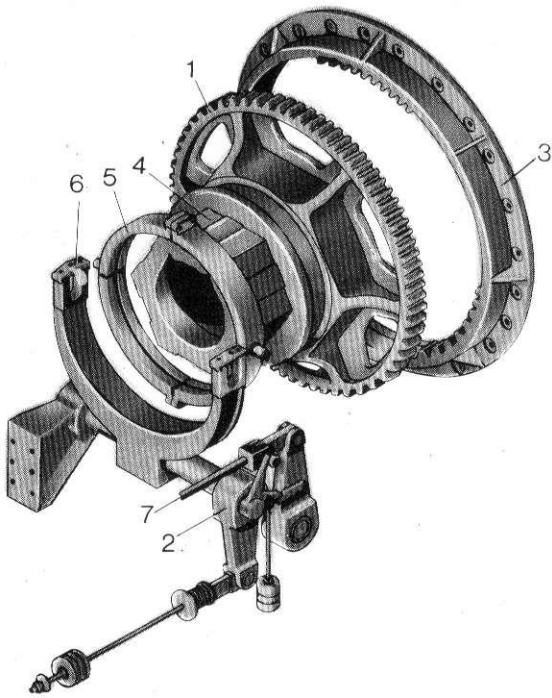


Рисунок 10.3 - Зубчатий важільний механізм перестановки барабанів підйомних машин заводу НКМЗ випуску до 1963 року

10, 11 і 12 зі сталевого виливка. Для збільшення жорсткості барабанів до внутрішньої поверхні обичайки приварені кільця твердості 13. З'єднання переставного барабана з валом проводиться механізмами перестановки 4.

У цей час піднімальні машини випускаються із зубчастими безважільними механізмами перестановки із пружинно-пневматичним приводом, де з'єднання переставного барабана (переставної частини барабана) з головним валом забезпечується зусиллям трьох попередньо стислих пружин, а розчіплювання – подачею стисненого повітря в три приводних циліндри, розташовуваних рівномірно по відповідній окружності співвісної з головним валом (рис 10.5).

Конструкція важільного механізму перестановки застаріла й важільний механізм замінений більше компактним і зручним в експлуатації безважільним механізмом перестановки барабанів. Однак на шахтах перебувають у роботі підйомні машини й з важільним механізмом перестановки.

Складання головного вала підйомних машин типу 2Ц сучасної конструкції (рис. 10.4) являє собою двохопорийний вал 1 із двома циліндричними барабанами звареної конструкції: переставним 3 і заклинем 7. Вал опирається на підшипники кочення, установлені на постаментях 2. Обичайка 5 барабанів з товстолистової сталі має нарізку для укладання піднімального канату. Гальмовими ободами 6 служать крайні ділянки обичайки барабанів. Лобовини 8 барабанів з товстолистової сталі кріпляться пасованими (під розгорнення) болтами, до маточин 9,

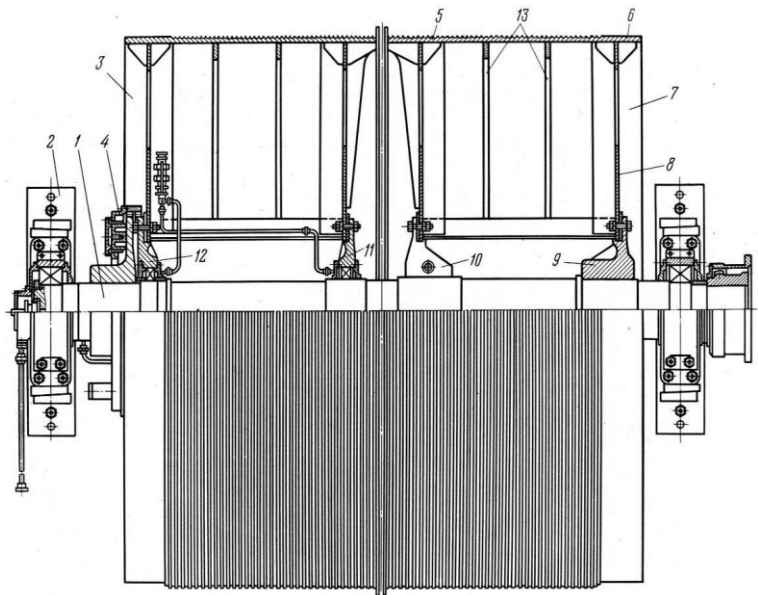
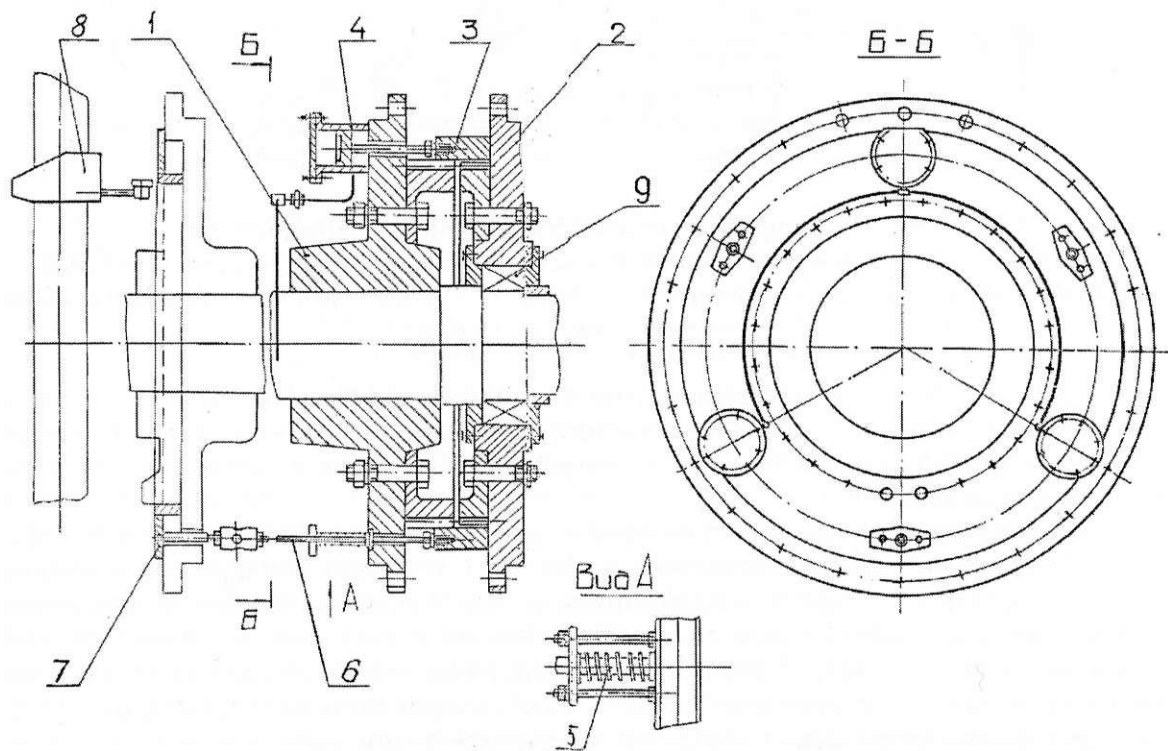


Рисунок 10.4 - Зборка головного вала підйомних машин типу 2Ц сучасної конструкції



1 - маточина; 2 - вінець зубчастий; 3 - вінець зовнішній; 4 - циліндр пневматичний; 5 - пружина; 6 - регульована тяга; 7 - кільце; 8 - блокувальний пристрій; 9 - підшипник

Рисунок 10.5 - Механізм перестановки підйомних машин заводу НКМЗ

Механізм перестановки підйомних машин заводу НКМЗ (рис. 10.5) складається зі складових частин: маточини 1, нерухомо з'єднаної з валом піднімальної машини; вінця зубчастого 2, з'єднаного болтами з переставним барабаном (зазначений вінець установлений на вал піднімальної машини на роликотпідшипнику 9 і може вільно обертатися на валу); вінця зовнішнього 3, що з'єднує своїми зубами маточину 1 і вінець 2. На маточині 1 установлені: три циліндри пневматичних 4, призначені для переміщення вінця зовнішнього 3 щодо маточини 1 і вінця 2; три пружини 5, які призначені для втримання в з'єднаному стані вінця зовнішнього 3 з маточиною 1 і вінцем 2. Вінець зубчастий 3 за допомогою регульованих тяг 6 з'єднується з кільцем 7, що впливає на блокувальний пристрій 8 у процесі перестановки барабанів. Живлення пневматичних циліндрів 4 здійснюється через розподільну мережу повітропроводів. При нормальній роботі піднімальної машини маточина 1 і вінець зубчастий 2 з'єднані між собою вінцем зовнішнім 3 під дією зусиль попередньо стислих пружин 5. При перестановці барабанів у розподільну мережу повітропроводів подається стиснене повітря, під дією якого циліндри 4 переміщуючи вінець зовнішній 3 в осьовому напрямку на зубах маточини 1, звільняють від зачеплення з ним вінець зубчастий 2. Вал піднімальної машини разом з маточиною 1 і вінцем зовнішнім 3 одержують можливість повертатися щодо переставного барабана, з'єднаного болтами з вінцем зубчастим 2.

Циліндр пневматичний (рис. 10.6) призначений для переміщення вінця зовнішнього 3 механізми перестановки й складається з наступних складових частин: поршня 1; циліндра 2; кришки 3 і манжети 4.

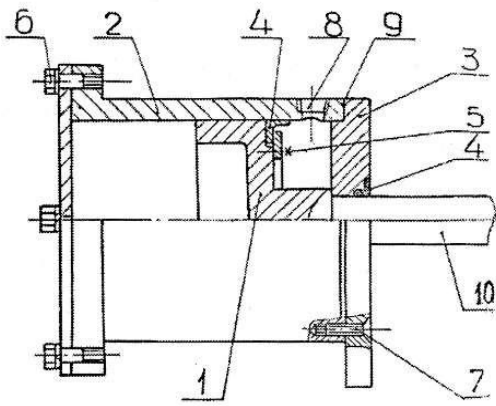


Рисунок 10.6 - Пневматичний циліндр перестановки барабанів

Циліндр пневматичний встановлюється на маточині механізму перестановки й кріпиться до неї нерухомо болтами. При розкритті циліндра пневматичного для періодичних оглядів останній залишається з'єднаним із кришкою гвинтами 7. Ущільнення циліндра 2 з поршнем 1 досягається манжетної, котра кріпиться до поршня 1 за допомогою кільця й болтів 5. Ущільнення між циліндром 2 і кришкою 3 виробляється прокладкою 9.

При подачі стисненого повітря через отвір 8 поршень 1 за допомогою штока 10 переміщує вінець зубчастий 3 (рис. 10.6) для здійснення перестановки барабанів. Змащення циліндра й поршня здійснюється маслом, що втримується в стисненому повітрі.

Для запобігання випадкового розгальмовування запобіжного гальма переставного барабана в період перестановки барабанів і видачі електричних сигналів на пульт керування піднімальної машини про стан механізму перестановки механізм перестановки барабанів постачений блокувальним пристроєм.

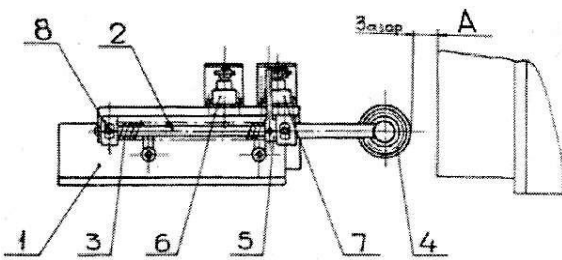


Рисунок 10.7 – Блокувальний пристрій

Блокувальний пристрій (рис. 10.7), складається з наступних складових частин: 1 - кронштейн; 2 - шток із пружиною 3, роликом 4 і важелем 5, нерухомо закріпленим на ньому; 6, 7 - вимикачі кінцеві; 8 - підшипники штока. Пристрій блокувальний встановлюється із зазором між роликом 4 і поверхнею механізму перестановки А. При нормальній роботі піднімальної машини шток 2 під дією попередньо стислої пружини 3 за допомогою важеля 5 впливає на важіль вимикача кінцевого 7, що видає в схему керування електричний сигнал готовності машини до пуску.

При перестановці барабанів кільце 7 механізму перестановки (рис. 10.7) через ролик 4 переміщує шток 2 на величину ходу зовнішнього вінця 3 механізму перестановки. Важіль 5 звільняє важіль кінцевого вимикача 7, що під дією власної пружини перемикається й видає електричний сигнал у схему керування на заборону пуску піднімальної машини. При повному виході із зачеплення з вінцем 2 зовнішні вінці 3 механізму перестановки (рис. 10.7), шток 2 важелем 5 перемикає вимикач кінцевий 6 і останній видає електричний сигнал у схему керування про готовність піднімальної машини до перестановки барабанів. Одночасно кінцевий вимикач 6 видає електричний сигнал у схему керування, що забороняє розгальмовування запобіжного гальма переставного барабана.

Мастильна система опор переставного барабана призначена для періодичного поповнення підшипникових опор переставного барабана густим мастилом при тех-

нічному обслуговуванні підйомних машин. Мастильна система складається з ручної станції для нагнітання густого мастила по черзі до двох груп крапок, що змазуються. Вибір групи крапок, що змазуються, виробляється перемикачем. Для контролю тиску змащення призначений манометр.

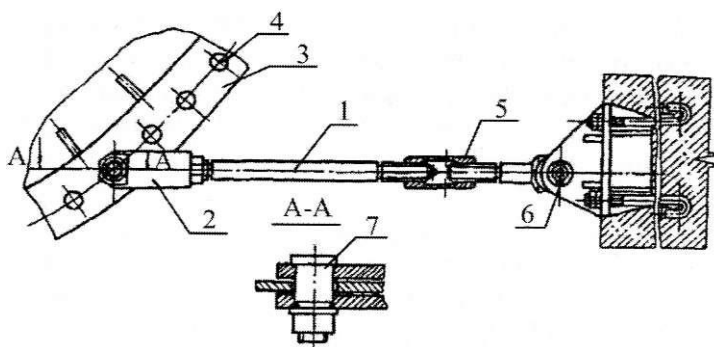


Рисунок 10.8 - Стопорний пристрій

На випадок ремонтів гальмових пристроїв або органів навивки канату піднімальна машина забезпечується стопорним пристроєм (рис. 10.8), що призначено для втримання від обертання барабанів у зборі.

Кріпиться стопорний пристрій до фундаменту піднімальної машини за допомогою спеціального шарніра 6. Стопоріння машини виробляється за отвір 4 реборди 3 переставні барабани.

Отвір серги 2 сполучається з отвором реборди, після чого вставляється палець 7. Для зміни довжини стопорного пристрою звичайно використовується фаркопна гайка 5, що дозволяє зафіксувати машину за найближчий отвір реборди барабана.

Механізми перестановки двох барабанів підйомних машин заводу "Донецьк-гормаш" трохи відрізняються від механізмів заводу НКМЗ. Механізм перестановки барабанів (рис. 10.9) складається із зубчастої обойми 1, зубчастого колеса 2, трубопроводів 3, приводних циліндрів 4, поршнів 5, пружин 6, диска 7, кільця 8 і шпильок 9. Зубчасте колесо посаджене на шліці 7 головного вала 1, а зубчаста обойма нерухомо з'єднана з гальмовим диском 11 лівого барабана.

Пружини 6 одним кінцям установлені в стаканах 10, закріплених болтами на колесі 2. До торців стаканів 10 приклеєні гумові амортизатори 11, які опираються на диск 7. Шпильки 9 укручені в диск і застопорені спеціальними шайбами. Протилежні кінці пружин упираються в упорні кільця 12, установлені на шпильках 9.

Обертання від головного вала 13 до лівого (переставного) барабану передається через зубчасте колесо 2, з'єднане шліцями з валом 13 і що входить в зачеплення із зубчастою обоймою 1. Зубчасте колесо 2 утримується в зачепленні із зубчастою обоймою 1 силою попередньо стислих пружин 6. Від'єднання переставного барабана від вала 13 виробляється виводом із зачеплення зубчастого колеса 2 із зубчастою обоймою 1, що здійснюється подачею стисненого повітря в приводні циліндри 4. При цьому зубчасте колесо 2 разом із закріпленими на ньому циліндрами 4 переміститься вліво по шліцах вала 13 до упору в упорне кільце 12.



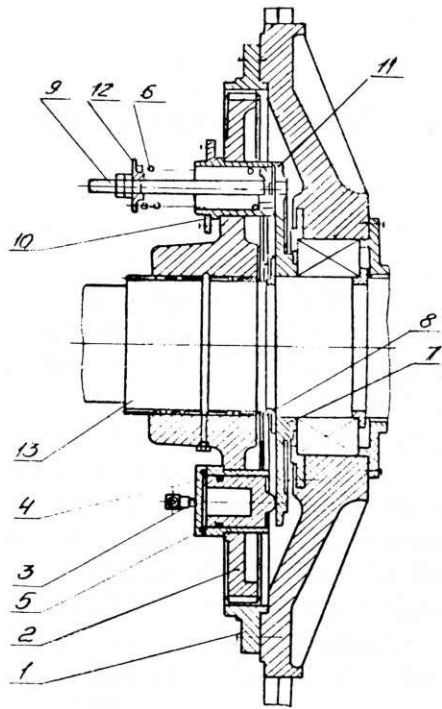


Рисунок 10.9 - Механізм перестановки барабанів підйомних машин заводу «Донецькгормаш»

З'єднання переставного барабана з валом проводиться уведенням у зачеплення зубчастого колеса 2 із зубчастою обоймою 1 шляхом випуску стисненого повітря із приводних циліндрів 4. При цьому зубчасте колесо під дією сили пружин 6 переміститься вправо до упору амортизаторів 11 у диск 7.

Стиснене повітря до обертового вала подається через спеціальний пристрій, установлений на торці головного вала. У приводні циліндри механізму перестановки повітря надходить із зовнішнього нерухливого трубопроводу через порожню вісь, осьовий і радіальний отвори в головному валу й трубопровід механізму перестановки.

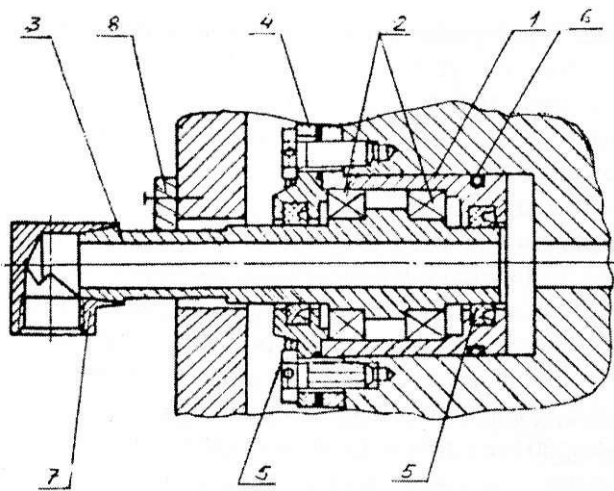


Рисунок 10.10 - Пристрій для підвода стиснутого повітря

Пристрій для підведення стиснутого повітря зображений на рис. 10.10. Пристрій складається з корпусу 1 із установленою в ньому на підшипниках кочення 2 порожньою віссю 3 і кришки 4. Корпус 1 установлений в отворі на торці головного вала машини.

Підшипниковий вузол ущільнений гумовими манжетами 5, а зазор між поверхнями корпусу 1 і головного вала ущільнений гумовим кільцем 6. На кінці порожньої осі 3 установлений косинець 7, до якого приєднується зовнішній трубопровід.

Стопорна планка 8, прикріплена до торцевої кришки корпусу підшипника, утримує порожню вісь 3 від обертання.

Для того щоб не допустити розгальмовування переставного барабана в той час, коли він від'єднаний від головного вала машини, а також для запобігання мимовільного від'єднання переставного барабана від головного вала передбачене блокування механізму перестановки (рис. 10.11).

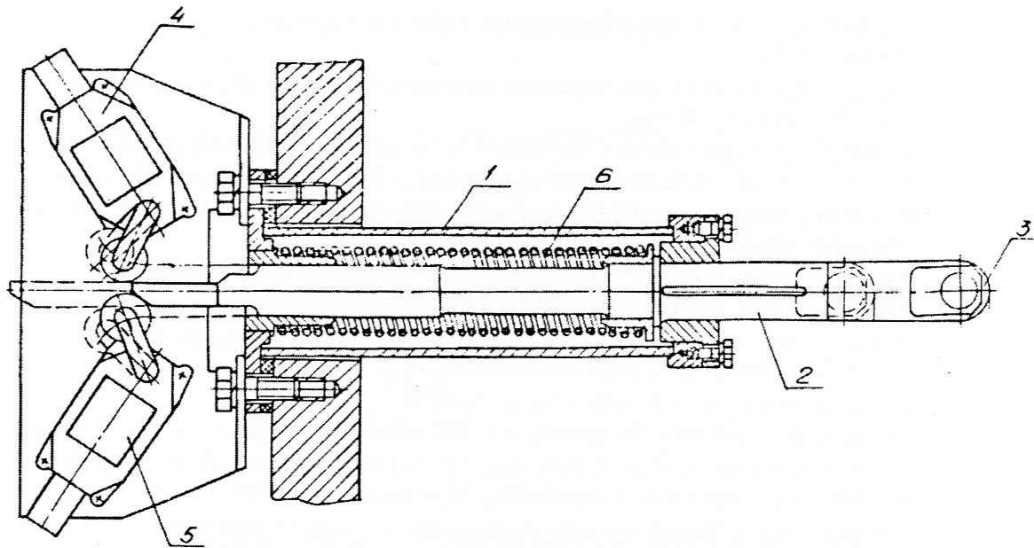


Рисунок 10.11 - Механізм блокування перестановки барабанів

У стакані 1, закріпленому в корпусі корінного підшипника, установлений шток 2. На кінці штока закріплений шарикопідшипник 3. Вільний кінець штока впливає на вимикачі 4 і 5. Пружина 6 утримує шток 2. Блокування працює в такий спосіб. Зубчасте колесо механізму перестановки при виході із зачеплення переміщає шток 2, вільний кінець якого послідовно впливає на вимикачі 4 і 5. При уведенні зубчастого колеса механізму перестановки в зачеплення шток і вимикачі 4 і 5 вертаються у вихідне положення під дією пружини 6. Вимикачі 4 і 5 включені в схему керування піднімальної машини.

Перед перестановкою загальмований переставний барабан додатково стопориться спеціальним гальмовим стопорним пристроєм (рис. 10.12). Стопоріння повинне вироблятися при нерухливій машині.

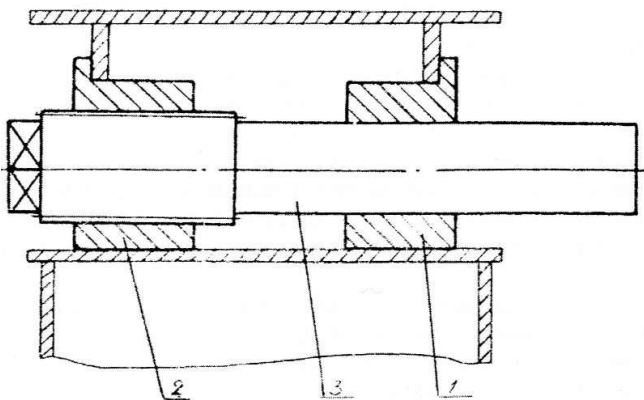


Рисунок 10.12 - Стопорний пристрій

Стопорний пристрій призначений для стопоріння машини при монтажі або ремонті гальмового пристрою. Стопоріння повинне вироблятися при нерухливій машині. При користуванні стопорним пристроєм різниця статичних натягів канатів не повинна перевищувати 10 кН. Пристрій стопору: втулки 1 і 2 приварені до рами машини. Втулка 2 має трапеціїдну нарізку, у яку вгвинчується палець стопора 3.

Для стопоріння машин палець стопора 3 гладким кінцем уводять спеціальною рукояткою або гайковим ключем між двома спеціальними ребрами гальмового диска. Для цього другий кінець стопорного пристрою має квадратний перетин.

Час, необхідний для перестановки барабанів піднімальної машини при зубчастому дистанційному механізмі перестановки, становить 2- 3 хвилини.

Для безпечної роботи підйомних машин при включенні механізму перестановки на пульті керування передбачені блокування, які не дозволяють:

- включити кран механізму перестановки, тобто роз'єднати переставний барабан з корінним валом, доти, поки рукоятка робочого гальма не буде поставлена в положення "Загальмоване";

- розгальмувати переставний барабан доти, поки кран механізму перестановки не буде виключений, тобто переставний барабан не буде з'єднаний з корінним валом піднімальної машини.

## **11. Лабораторна робота №11** **Гальмові пристрої підйомних машин**

### **11.1 Вимоги ПБ до гальмових пристроїв**

У кожній піднімальній машині й лебідці повинні бути механічне робоче й запобіжне гальмування з незалежним друг від друга включенням приводу, що впливає на орган навивки.

У загальмованому (нерухливому) стані піднімальної машини (лебідки) відношення величин моментів, створюваних запобіжним гальмом до статичних моментів повинні бути не менш наведених у таблиці 11.1.

Таблиця 11.1 - Відношення величин моментів, створюваних запобіжним гальмом до статичних моментів

Кут нахилу, град.	до 20	25	30 та більш
$k=M_{\text{гальм.}}/M_{\text{стат.}}$	2,1	2,6	3,0

Значення коефіцієнта  $k$  для проміжних кутів нахилу, не зазначених у таблиці 11.1, визначається шляхом лінійної інтерполяції.

Для виробок зі змінними кутами нахилу гальмовий момент повинен розраховуватися для кожної з ділянок шляху з постійним кутом нахилу й прийматися по найбільшому з отриманих значень.

Робоче гальмо в нерухливому стані піднімальної машини повинно забезпечувати одержання моменту, не менш створюваного запобіжним гальмом. Робоче гальмо для машин зі шківами тертя (пружино-пневматичним з вантажною частиною приводу гальма) може створювати момент менший, чим той, що створюється запобіжним гальмом, але не менш дворазового щодо статичного моменту.

При перестановці барабанів гальмовий пристрій, як при запобіжному, так і при робочому гальмуванні повинен розвивати на заклиненому барабані момент, рів-

ний не менш 1,2 статичного моменту, створюваного масою порожньої посудини й масою головного канату й канатів, що врівноважують. При розчіплюванні барабанів переставний барабан (переставна частина розрізного барабана) повинна бути загальмована стопорним пристроєм, що забезпечує не менш чим трикратний максимальний статичний момент. При перестановці барабана й переміщенні посудини перебування людей у посудині й стовбурі не допускається.

Тривалість холостого ходу запобіжного гальма діючих підйомних машин не повинна перевищувати:

- 0,5 секунди - при пневмо-вантажному приводі й при пружинно-вантажному пневматичному приводі;

- 0,6 секунди - при гідро-вантажному приводі;

- 0,3 секунди - при пневмо-пружинному і гідро-пружинному приводах, а також для всіх знову створюваних конструкцій гальмових пристроїв.

Час спрацьовування гальма, незалежно від типу приводу гальма, не повинне перевищувати 0,8 секунд. Для підйомних машин зі шківками тертя, оснащених системами виборчого або автоматично регульованого запобіжного гальмування, ця вимога поширюється тільки на режим спуска вантажу (противаги).

Під холостим ходом гальма мається на увазі час, що протікає з моменту розриву ланцюга захисту до моменту появи зусилля у виконавчому органі гальма.

Під часом спрацьовування гальма варто розуміти час, що протікає з моменту розриву ланцюга захисту до моменту появи гальмового зусилля, рівного по величині статичному.

Після заміни елементів гальмової системи (гальмові колодки, тяги, циліндри й ін.) і змін кінцевого навантаження необхідно робити випробування гальмової системи спеціалізованою налагоджувальною організацією. Результати випробування оформляються актом.

## 11.2 Загальні відомості

Гальмовий пристрій - одне із самих складних і відповідальних будов піднімальної машини, за допомогою якого виконується заданий закон руху посудин у стовбурі, до того ж є кінцевою ланкою захисту піднімальної установки в аварійних ситуаціях. До нього висувають підвищені вимоги, тому що від його досконалості залежать надійність і безпека роботи всієї піднімальної установки.

Гальмовий пристрій повинен виконувати дві функції, здійснювати робоче й запобіжне гальмування. Робоче гальмування необхідно для виконання заданої діаграми руху, у завдання якого входить створення гальмового моменту в період уповільнення й стопоріння машини в період навантаження - розвантаження посудин. Запобіжне гальмування необхідно для захисту піднімальної установки в аварійних ситуаціях, які можуть виникнути при збільшенні швидкості руху, зависанні посудини в стовбурі, перепідйомі, зниженні тиску в гальмовій системі, зношуванні гальмових колодок, відключенні напруги, впливі машиністом на педаль запобіжного гальма й т.д.

Робоче й запобіжне гальмування мають різні приводи, але загальний виконавчий орган.

Виконавчим органом називається та частина гальмового пристрою, що безпосередньо впливає на гальмовий обід або гальмові диски обертових барабанів або шківів тертя піднімальної машини. Приводом гальма називається пристрій, що створює зовнішнє зусилля, необхідне для приводу в дію виконавчого механізму.

### 11.3 Виконавчі органи гальмових пристроїв

У підйомних машинах застосовують виконавчий орган гальма колодкового типу трьох видів: з кутовим переміщенням гальмових колодок біля нерушливих шарнірів (застосовувався на машинах знятих з виробництва), з поступальним (паралельним) переміщенням колодок і з аксіальним переміщенням гальмових колодок (піднімальні машини з дисковими гальмами).

Виконавчий орган гальма з кутовим переміщенням колодок (рис. 11.1) складається з гальмових балок 1, з'єднаних осями 2, що обертаються в підшипниках з опорами 3. Балки 1 з'єднуються між собою тягою 4, регульованої довжини за допомогою гайок 8, один кінець якої прикріплений до лівої гальмової балки, а іншої - до важеля 5 гальма. Останній шарнірно з'єднаний із правою гальмовою балкою 1. На балках укріплені колодки 6, які при гальмуванні стикаються з гальмовим ободом. Переміщення балок убік розгальмовування обмежується упором 7. При повороті важеля 5 проти годинникової стрілки відбувається загальмовування, а при зворотному повороті розгальмовування машини.

В однобарабанних підйомних машин гальмові ободи розташовуються по обидва боки барабана (рис. 11.1, а), у двобарабанних малих машин - між барабанами (рис. 11.1, б).

Виконавчий орган гальма з поступальним переміщенням колодок заводу НКМЗ застосовується двох типів. В органі першого типу (піднімальні машини випуску до 1963 року) гальмові балки 1 (рис. 11.2, а) із прикріпленими до них колодками з'єднаними між собою тягами 2 і важелями 3. Балки 1 підвішені на стійках 4. Стійка 5 утворить паралелограм для поступального переміщення колодок. Важелі 3 з'єднуються тягами 6 з важелем 7, кінець якого пов'язаний із приводом гальма. При повороті важеля 7 проти годинникової стрілки колодки 8 роблять гальмування, а при зворотному повороті - розгальмовування. В органі другого типу (рис. 11.2, б) гальмові балки 1, підвішені до стійок 4, з'єднані між собою тягами 2 і важелями 3. Поступальне переміщення колодок забезпечується стійкою 5. Виконавчий орган гальма цього типу в порівнянні з першим має меншу кількість шарнірів.

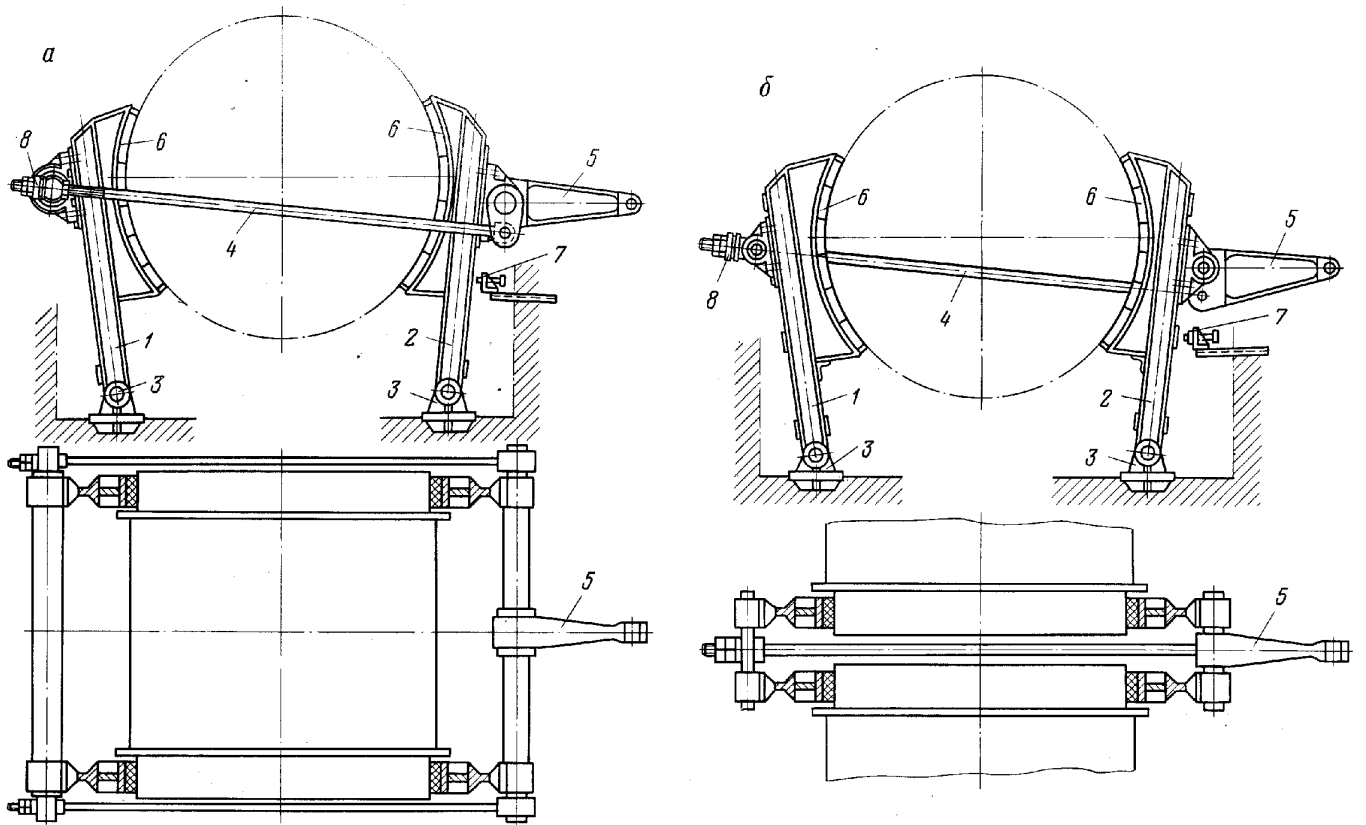


Рисунок 11.1 - Виконавчі органи з кутовим переміщенням колодок

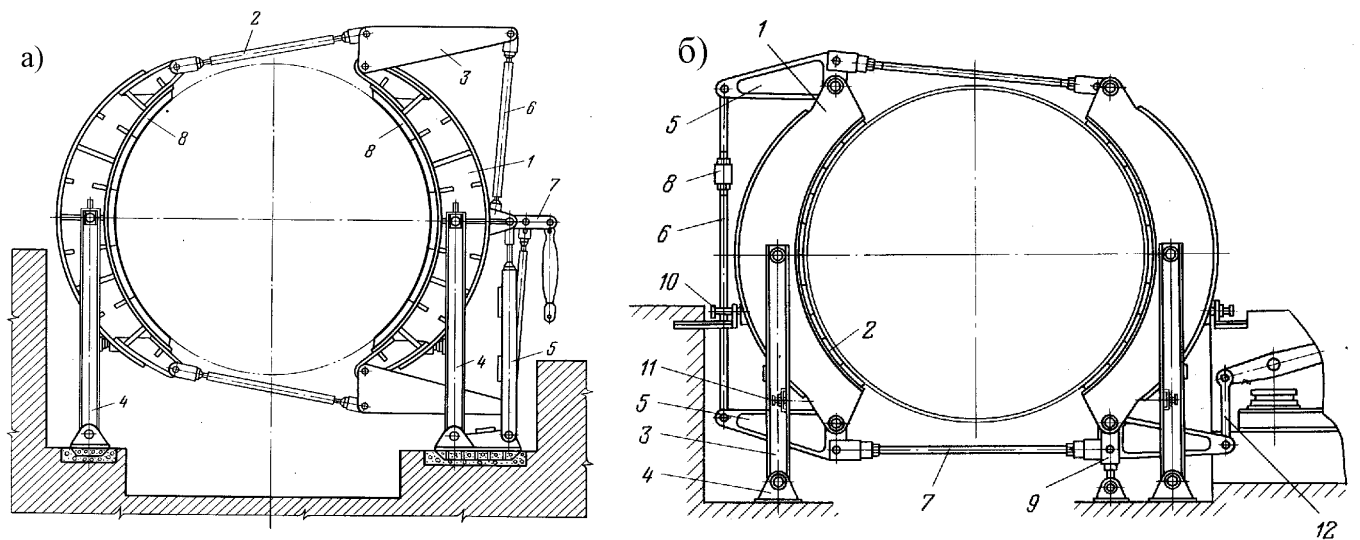


Рисунок 11.2 - Виконавчі органи підйомних машин заводу НКМЗ:  
а) машини випуску до 1963 року; б) машини випуску після 1963 року

При поступальному переміщенні гальмових колодок у порівнянні з кутовим переміщенням досягається більше рівномірний розподіл тисків на гальмові ободи. При цьому приблизно в 2 рази збільшується термін служби колодок і в 1,5 - 1,7 рази гальмовий момент. Однак обслуговування й налагодження виконавчих органів з поступальним переміщенням гальмових колодок значно складніше, ніж з кутовим переміщенням.

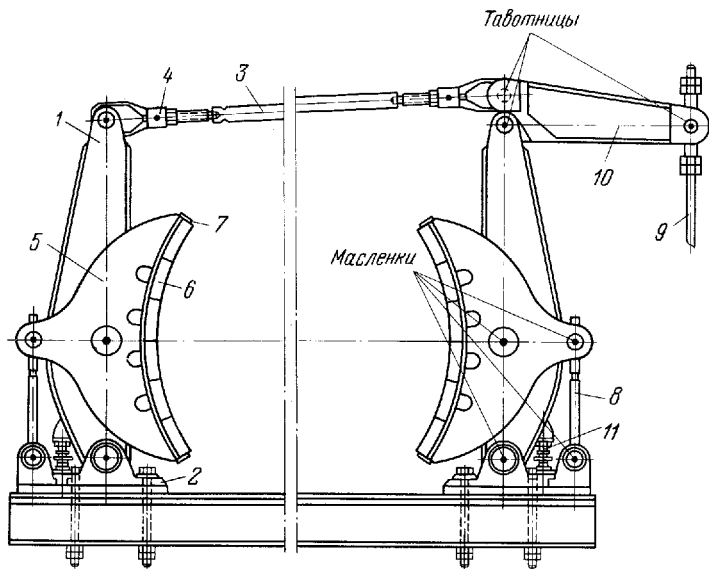


Рисунок 11.3 - Комбінований тип виконавчого органу

футерована для кращого зчеплення з гальмовим ободом пресмасовими колодками 6, які безпосередньо впливають на гальмові ободи. Переміщення прес-масових колодок щодо гальмових балок обмежується упорами 7. Зазор між гальмовими колодками й ободом регулюється зміною довжини сполучної тяги шляхом вгвинчування або вигвинчування її із шарнірних голівок. Прилягання гальмових колодок до гальмового обода регулюється зміною довжини стійок 8.

Зусилля для створення гальмового моменту виконавчий орган гальма одержує від приводу гальма через шток 9. Від штока через кутовий важіль 10 і сполучну тягу зусилля передається на гальмові балки 1. При переміщенні штока нагору балки 1 відходять від гальмового обода й піднімальна машина розгальмовується. При переміщенні штока униз балки 1 притискають укріплені на них балки 5 до гальмового обода, створюючи на ободі за рахунок виникаючих при цьому сил тертя гальмовий момент. Деталі 1, 2, 5 і 8 утворять шарнірні чотири ланки, завдяки яким шарнірні балки 5 переміщуються поступально (паралельно), що сприяє рівномірному зношуванню прес-масових колодок.

Рівномірний відхід гальмових колодок від гальмового обода забезпечується жорсткими або пружинними упорами 11.

Комбінований тип виконавчого органа одержав найбільше поширення. Із цим типом виконавчого органа випускаються майже всі піднімальні машини незалежно від заводу виготовлювача.

#### 11.4 Приводи гальма підйомних машин

За принципом дії приводи гальма діляться на: вантажні, пружинні, гідравлічні й пневматичні. Джерелом сили гальмування в перерахованих приводах є відповідно вантаж, стислі пружини, гідравлічні або пневматичні циліндри, у яких виникнення зусиль відбувається в результаті дії стислої рідини або повітря на поршень циліндра.

### 11.4.1 Вантажно-гідравлічний привід

У вантажно-гідравлічному приводі гальма (рис. 11.4) зусилля, що загальмовує, створюється вантажем, що опускається, а що розгальмовує - гідравлічним циліндром. Робочий тиск масла  $6 \text{ кгс/см}^2$  створюється акумулятором тиску, що складається зі стічного бака й вертикального циліндра з поршнем, що перебуває під постійним впливом на нього вантажу.

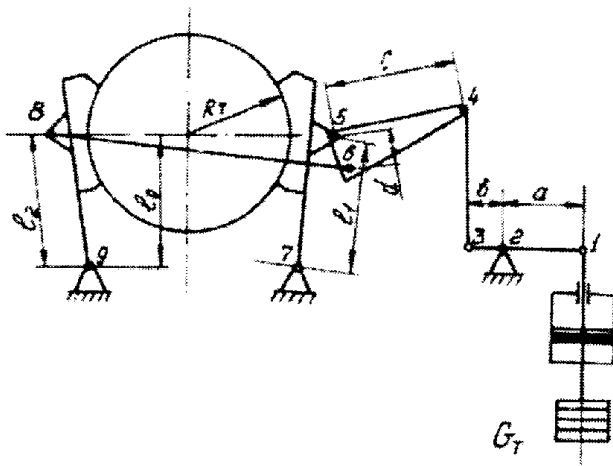


Рисунок 11.4 - Схема вантажно-гідравлічного приводу підйомних машин

опуститься на деяку висоту. При цьому диференціальний важіль 1 - 3 повернеться, а точка 4 кутового важеля почне повертатися проти годинникової стрілки, гальмові балки під впливом кутового важеля створять деякий гальмовий момент, пропорційний висоті переміщення вантажу. Машина почне загальмовуватися (робоче гальмування). Якщо відкрити злив рідини з гідроциліндра повністю, то буде спостерігатися запобіжне гальмування (вантаж опуститься повністю).

Вантажно-гідравлічним приводом оснащені піднімальні машини БМ-2500, 2БМ-2500, БМ-3000, 2БМ-3000 заводи "Донецькгормаш", а також піднімальні машини НКМЗ типу ШТ 7,2.

У цей час піднімальні машини з таким приводом не випускаються. Основний недолік такого приводу проявляється особливо в підземних умовах, де в стиснутих умовах гірських вироблень не вистачає висоти, необхідної для переміщення вантажу.

Привід працює в такий спосіб. Якщо частину рідини випустити з гідроциліндра, то вантаж  $G_m$

### 11.4.2 Пружинно-гідравлічний привід

З 1977 р. Донецькгормаш освоїв випуск підйомних машин нової конструкції - однобарабанних і двобарабанних з діаметром барабана 1,2, 1,6 і 2,0 м, які були оснащені пружинно-гідравлічним безвантажним приводом гальм, схема якого наведена на рис. 11.5.

Схема пружинно-гідравлічного приводу містить у собі: 1 - гальмовий циліндр, що опирається на фундамент машини, 2 - поршень, 3 - шток, 4 - нижній опорний диск пружинного блоку, 5 - пружини, що утворюють так званий пружинний блок, 6 - стяжки пружин, 7 - верхній опорний диск, 8 - гайки, що стягають пружинні блоки, 9 - штанга, 10 - кутовий важіль, 11 - гальмова тяга, 12 - гальмові балки, 13 - гальмові колодки, 14 - гальмовий обід барабана, 15 - фрикційні накладки гальмових колодок, 16 - розтяжки.



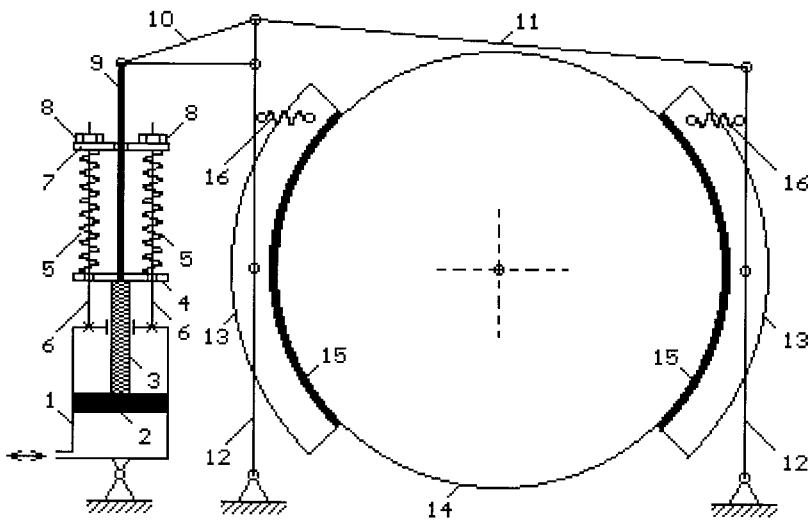


Рисунок 11.5 - Схема пружинно-гідравлічного приводу

Дія, що загальмовує, створюється зусиллям спочатку стислих пружин пружинних блоків, розгальмовування машини відбувається під дією зусилля, створюваного тиском масла в гальмовому циліндрі. При розгальмовуванні відбувається додатковий стиск пружин 5, при цьому штанга 9 переміщається нагору, і, завдяки кутовому важелю 10 і гальмовій тязі 11, гальмові балки 12 відхиляються від вертикалі, колодки 13 відходять

від обода 14, що й приводить до розмикання контакту у фрикційній парі " колодка-обід".

Стрілками умовно позначене місце впуску й випуску робочої рідини. Шток 3 поршні 2 упирається в рухливий нижній опорний диск 4, а верхній диск 7 залишається нерухливим, тому що стяжки 6 приєднані до кришки гальмового циліндра 1. Загальмований стан машини забезпечується пружинним блоком 5, що попередньо стислий стяжками 6. Пружинні розтяжки 16, встановлені між гальмовими балками 12 і колодками 13, служать для виставляння рівномірної величини зазору між фрикційними накладками 15 і ободом барабана 14 при розгальмованій машині.

Загальмовування й розгальмовування піднімальної машини здійснюється машиністом шляхом переміщення рукоятки керування гальмом. При цьому злив масла з гальмових циліндрів при загальмовуванні й подача масла під тиском у гальмові циліндри при розгальмовуванні здійснюється через регулятор тиску, що забезпечує плавне зменшення тиску, отже, і поступове притиснення колодок до обода.

При запобіжному гальмуванні, що ініціюється машиністом або спрацьовує автоматично від датчиків захисту, злив масла з гальмових циліндрів відбувається, минаючи регулятор тиску, практично безперешкодно, чим забезпечується необхідна швидкодія гальма в аварійній ситуації. Максимальне гальмове зусилля при робочому й запобіжному гальмуванні в розглянутій системі гальма виявляється однаковим, але при робочому гальмуванні, завдяки регулятору тиску, процес гальмування може відбуватися в часі більш плавно, хоча, в остаточному підсумку, це залежить також і від кваліфікації машиніста.

### 11.4.3 Вантажно-пружинно-пневматичний привід заводу "Донецькгормаш"

Піднімальні машини із вантажно-пружинно-пневматичним приводом гальма випускаються "Донецькгормашем" з 1970 р. Такими гальмами оснащені багатоканат-

ні піднімальні машини, а також одно- і двобарабанні піднімальні машини з діаметром барабана 2,5; 3,0 і 3,5 м.

Приводи з гальмовими вантажами випускаються для тих випадків, коли потрібно двоступінчасте запобіжне гальмування. Це переважно багатоканатні піднімальні машини й барабанні машини з діаметром барабана 3,5 м.

Джерелом зусилля робочого гальмування й першої ступені запобіжного гальмування є пружинний блок. Другий шабель запобіжного гальмування створюється гальмовими вантажами.

Схема вантажно-пружинно-пневматичного приводу гальма містить у собі (рис.11.6 ): 1 - циліндр робочого гальмування (ЦРГ), що одночасно є поршнем циліндра запобіжного гальмування (ЦЗГ); 2 - поршень ЦРГ; 3 - шток поршня ЦРГ; 4 - нижній рухливий опорний диск пружинного блоку; 5 - пружини; 6 - стяжки; 7 - верхній опорний диск; 8 - гайки, що стягають пружинний блок; 9 - ЦЗГ; 10 - нижня частина ЦРГ (умовно показана як поршень ЦЗГ); 11 - вантажна тяга; 12 - гальмовий вантаж; 13 - штанга; 14 - кутовий важіль; 15 - гальмова тяга; 16 - гальмові балки; 17 - гальмові колодки; 18 - гальмовий обід; 19 - фрикційні накладки; 20 - регулювальні стійки. На машинах останніх випусків відсутні регулювальні стійки 20. Замість них установлені пружинні розтяжки аналогічно схемі на рис. 11.5 (позиція 16).

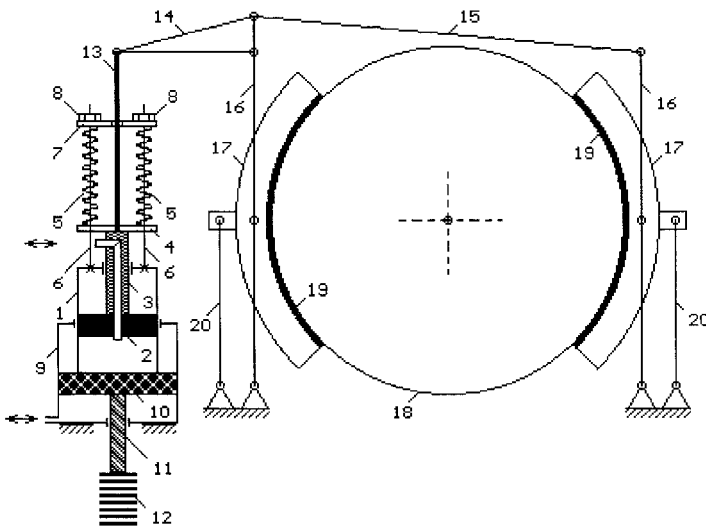


Рисунок 11.6 - Схема вантажно-пружинно-пневматичного приводу гальма заводу «Донецькгормаш»

кришці ЦЗГ (на малюнку не показаний). Але машина залишається загальмованою завдяки зусиллю пружин 5, що впливає через диск 4 і тягу 13 на кутовий важіль 14. Для розгальмовування машини стиснене повітря подається в ЦРГ через регулятор тиску, гнучкий шланг і радіальний і осьовий канали в штоку 3. Машиніст підйому, регулюючи величину тиску повітря в ЦРГ, вибирає необхідне зусилля робочого гальмування.

Запобіжне гальмування здійснюється випуском повітря з обох гальмових циліндрів. При цьому вихлопні пристрої повинні бути відрегульовані так, щоб повітря зі ЦРГ виходив швидше, ніж зі ЦЗГ. Завдяки цьому здійснюється двоступінчасте за-

Величина гальмового зусилля, створюваного пружинами 5, регулюється гайками 8 на стяжках 6, які закріплені на кришці ЦРГ. Шток 3 поршня 2 упирається в опорний диск 4.

При загальмованій робочим і запобіжним гальмом машині тиск повітря в гальмових циліндрах відсутній, гальмові вантажі опущені. При включенні контактора запобіжного гальмування стиснене повітря подається в ЦЗГ. При цьому ЦРТ піднімається разом з гальмовим вантажем, стяжками 6 і диском 4 до упору спеціального диска на тязі 11 у гумовий буфер, розташований на нижній

побіжне гальмування й закон наростання гальмового моменту наближається до експонентного. Найчастіше необхідно набудувати вихлоп повітря зі ЦЗГ так, щоб опускання гальмового вантажу відбувалося при зупиненій машині, а гальмування машини, що рухається, відбувалося під впливом зусилля першої ступені. Ця особливість має велике значення для машин зі шківми тертя, для яких у своїй більшості уникнути небезпеки ковзання канатів можна лише при гальмуванні першим ступенем, величина гальмового моменту якого може бути менше, ніж потрібно при застопореній машині.

#### 11.4.4 Вантажно-пневматичний привід заводу НКМЗ

Піднімальні машини НКМЗ із розрізним барабаном і двобарабанні з діаметром органа навивки 4 м і вище обладнані гальмами із вантажно-пневматичним приводом. Гальмо являє собою систему шарнірного багатозвенника зі статично визначеним розподілом зусиль.

Всі елементи вантажно-пневматичного приводу гальма підйомних машин НКМЗ змонтовані на загальній звареній рамі, що встановлюється й закріплюється на фундаменті (рис. 11.7).

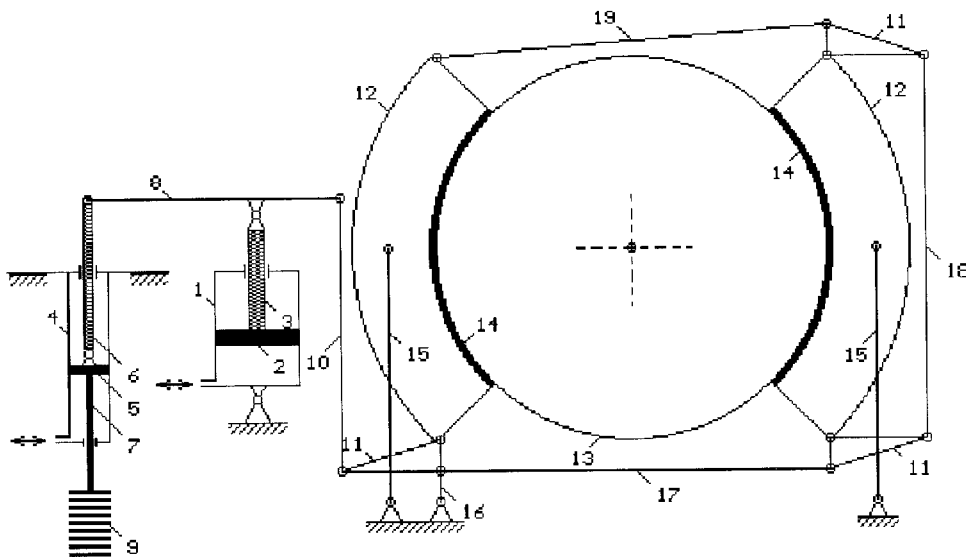


Рисунок 11.7 - Схема вантажно-пневматичного приводу гальма

Схема вантажно-пневматичного приводу гальма містить у собі: 1 - ЦРГ, 2 - поршень ЦРГ, 3 - шток ЦРГ, 4 - ЦЗГ, 5 - поршень ЦЗГ, 6 - шток ЦЗГ, 7 - тяга підвіски вантажу, 8 - диференціальний важіль, 9 - вантаж, 10 - штанга, 11 - кутові важелі, 12 - гальмові колодки, 13 - гальмовий обід барабана, 14 - фрикційні накладки, 15 - вертикальні стійки (гальмові балки), 16 - регулювальна тяга, 17 - нижня гальмова тяга, 18 - бічна тяга, 19 - верхня тяга.

Штоки 3 і 6 поршнів циліндрів робочого й запобіжного гальмування шарнірно приєднані до диференціального важеля 8, правий кінець якого за допомогою вертикальної штанги 10 передає зусилля приводу до виконавчого органа гальма. Завдяки багатоланковій важільній системі й наявності спеціальної регулювальної тяги 16,

гальмові колодки переміщаються поступально, без перекосів, що забезпечує рівномірний розподіл питомих тисків і збільшує термін служби гальмових колодок.

У період нормальної роботи машини поршень 5 циліндра запобіжного гальмування перебуває під тиском стисненого повітря, чим утримуються у верхньому положенні гальмові вантажі 9. У циліндрі робочого гальмування тиск відсутній, поршень 2 перебуває в крайньому нижньому положенні, колодки віджаті, і машина розгальмована. Робоче гальмування здійснюється машиністом впуском стисненого повітря в циліндр робочого гальмування через регулятор тиску, що залежно від положення рукоятки гальма дозволяє змінювати величину тиску в ЦРГ і, отже, величину сили притиснення колодок до обода. Диференціальний важіль 8 при цьому буде повертатися навколо лівого шарніра.

При включенні запобіжного гальмування система працює комбіновано, а саме:

- від регулятора тиску в циліндр робочого гальмування надходить стиснене повітря з тиском 0,2-0,25 МПа, чим створюється перша ступінь гальмування, що забезпечує миттєве спрацьовування гальма;

- одночасно електропневматичним клапаном здійснюється випуск повітря з аварійного циліндра запобіжного гальмування 4, внаслідок чого опускаються гальмові вантажі, диференціальний важіль при цьому повертається навколо середнього шарніра, осаджуючи поршень циліндра робочого гальмування на дно. При цьому здійснюється друга ступінь гальмування, що забезпечує необхідний коефіцієнт статичної надійності гальма.

Наявність у циліндрі робочого гальмування стисненого повітря першого ступіня створює для поршня амортизаційну подушку. Гальмування в цьому випадку виходить більше м'яким і без різкого додатка гальмового зусилля.

#### **11.4.5 Вбудовані швидкодіючі гальма машин МПБ заводу НКМЗ**

Новокраматорський машинобудівний завод освоїв виробництво барабанних підйомних машин з убудованими швидкодіючими гальмами із пружинно-пневматичним приводом і внутрішнім розташуванням виконавчого органа й приводу (рис. 11.8).

Дослідний зразок піднімальної машини 2Ц-5х2,3 із внутрішнім розташуванням гальм був виготовлений на заводі в 1981 р. і в 1982 р. був прийнятий приймальною міжвідомчою комісією в експлуатацію на шахті "Білицька" ПО "Добропіллявугілля".

В 1982 р. піднімальна машина ШПМ 1х5,5х6 із внутрішнім розташуванням гальм була виготовлена й поставлена на Вугільну компанію "Шахта "Краснолиманська", де змонтована й пущена в експлуатацію на вугільному скіповому підйомі.

До 1988 р. піднімальні машини із внутрішнім розташуванням гальм мали найменування МПУ (наприклад, МПУ-5-2,5-2,5), а з 1989 р. Стали називатися МПБ (МПБ-5-2,5-2,5; МПБ-6,3-2,8-2,8).

Гальмо таких машин із пружинно-пневматичним приводом із внутрішнім розташуванням виконавчого органа й приводу являє собою систему шарнірного багатозвенніка зі статично визначеним розподілом зусиль.

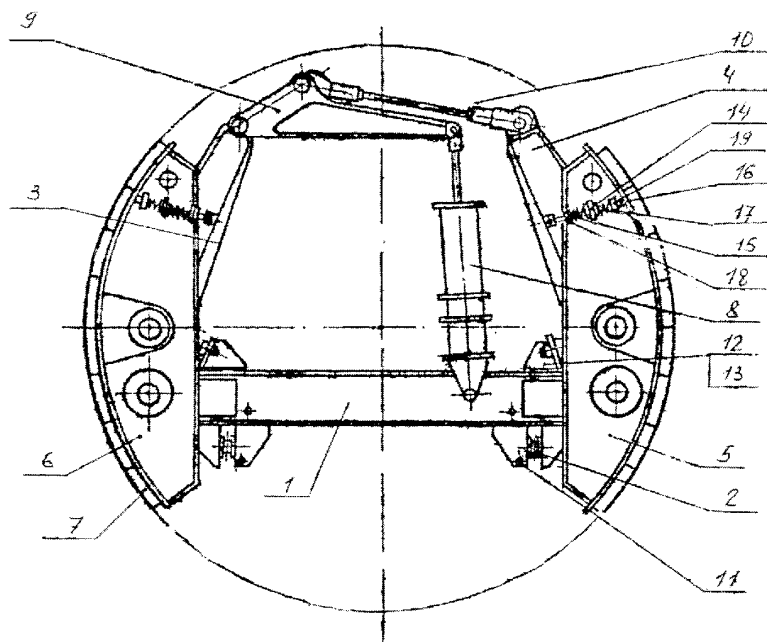


Рисунок 11.8 - Гальмо підйомних машин типу МПБ із внутрішнім розташуванням виконавчого органу й приводу

Гальмо машини (рис. 11.8 ) складається із двох складових частин (половин), що незалежно впливають на кожний барабан машини.

Кожна така частина складається з рами 1, що з'єднана кронштейнами з вушками постаменту за допомогою шарнірів 2. На рамі гальма шарнірно закріплені вертикальні важелі 3 і 4, на яких шарнірно встановлені гальмові балки 5 і 6 із пресмасовими гальмовими колодками (фрикційними накладками) 7 - далі "гальмовими колодками". На рамі гальма також шарнірно встановлений гальмовий привід 8, що шарнірно пов'язаний з вертикальними важелями 3 і 4 за допомогою важеля 9 і тяги 10. Для установки гальма в необхідному положенні по вертикалі на рамі гальма встановлені фіксуючі гвинти 11.

Для установки й регулювання зазору між гальмовим ободом барабана й фрикційних накладок 7 і правильного розгальмовування, на рамі гальма 1 встановлені кронштейни 12 із упорними гвинтами 13, для цих же цілей служать і пружинні регулювальні підвіски, що складаються із пружин 14 і 15, тяги 16 втулок 17,18 і гайок 19. Для розвантаження кронштейна 12 і гвинтів 13 від зусилля розгальмовування на гальмових приводах є обмежувальна шпилька. У вільному стані гальмо фіксується упорними гвинтами 13 і гайками 19. При монтажі або ремонті гальма раму 1 повертають на шарнірі 2 і фіксують гвинтами 11 у положенні, при якому гальмова балка й гальмовий привід нахилені, а верхня частина гальма виходить із барабана. При роботі шахтної піднімальної машини у звичайному технологічному режимі рама гальма закріплена від повороту фіксуючими гвинтами 11 у положенні, при якому гальмові балки 5 і 6 займають вертикальне положення.

Гальмо працює в такий спосіб. Гальмове зусилля створюється на штоку гальмового приводу 8 за допомогою набору попередньо стислих пружин. Під дією штока важіль 9 переміщається униз, передаючи зусилля важелю 3, а через тягу 10 важелю 4, розсовуючи їх. Гальмові балки 5 і 6 разом з важелями 3 і 4 переміщуються в напрямку до внутрішньої поверхні гальмового обода й створюють гальмове зусилля.

При розгальмовуванні за допомогою пневмоциліндра гальмового приводу 8 стискуються пружини, при цьому шток переміщається нагору, захоплюючи за собою важіль 9, важіль 9 за допомогою тяги 10 зводить важелі 3 і 4, які відводять балки 5 і 6 від гальмового обода. Таким чином, гальмове зусилля знімається, і барабани можуть обертатися.

Всі шарніри гальма мають залізграфітові втулки й часте змащення їх при роботі не потрібно.

Нормальна робота гальма піднімальної машини з погляду чутливості й мінімального холостого ходу забезпечується при виконанні наступних вимог:

- рама гальма повинна бути встановлена й зафіксована в положенні, що забезпечує вертикальне розташування гальмових балок, при цьому пресмасові гальмові колодки не повинні виходити за межі гальмового поля;

- зазори між гальмовими колодками й гальмовим полем у розгальмованому положенні повинні бути на горизонтальному діаметрі барабана не більше 2 мм;

- у розгальмованому положенні поршень кожного гальмового приводу повинен бути в крайнім верхньому положенні до упору;

- кінцеві вимикачі зношування гальмових колодок на гальмовому приводі повинні бути встановлені таким чином, щоб при крайнім нижньому положенні поршня, що забезпечує гальмовий момент, рівний трикратному статичному, накладалося аварійне гальмування, а при положенні поршня вище зазначеного на 10 мм включався попередній сигнал про необхідність регулювання гальма у зв'язку зі зношуванням фрикційних накладок;

- у регулювальних клапанах панелі керування пружини повинні бути затягнуті до величини, що забезпечує першу ступінь гальмування.

#### **11.4.6 Пружинно-пневматичний привід гальма підйомних машин типу МПБ**

У пружинно-пневматичному приводі гальма підйомних машин МПБ регулюване зусилля притиснення гальмових колодок до гальмового поля створюється за рахунок енергії попереднього стиску пружин, а розгальмовування - за рахунок подачі в гальмовий циліндр стисненого повітря.

Пневматична частина приводу складається із циліндра 1 (рис. 11.9) із кришкою 2 і поршню 3. Кришка 2, встановлена на рамі гальма, шпильками 4 з'єднана із фланцем 5. Рухливий фланець 6 закріплений на поршні 3.

Зверху шпильки 4 встановлені гайки 12, які служать для попереднього піджаття пружин. Між фланцями 5 і 6 розташований пружинний блок, що складається з шести пакетів. Кожний пакет складається зі шпильки 7, проміжних втулок 8, кінцевих втулок 9, пружин 10 і 11 (правої й лівої навивки). У втулках 8 і 9, у голівці шарніра 14 і вушку кришки 2 для зменшення сил тертя встановлені залізграфітові втулки.

Фланець 6 з'єднаний зі штоком 13, на верхній кінець якого нагвинчена голівка шарніра 14 з контргайкою. Шток від повороту фіксується шпонкою 15. Внутрішня порожнина циліндра 1 ущільнюється коміром 16, утримуваним кільцем 17.

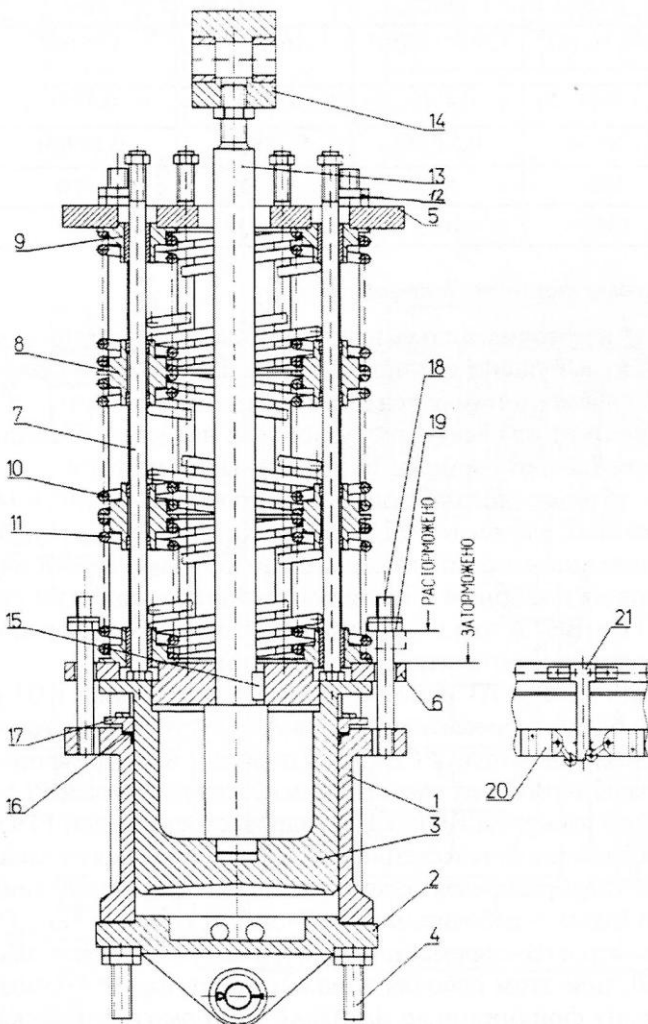


Рисунок 11.9 - Пружинно-пневматичний привод гальма підйомних машин типу МПБ

Величина затягування пружин гальмового приводу регулюється гайками відповідно до розрахунку для конкретних умов експлуатації підйомних машин. При розрахунку величини попереднього затягування пружин величину жорсткості блоку приймати з паспорта піднімальної машини.

У циліндр 1 угвинчені діаметрально протилежно дві шпильки 18 з гайками 19, які обмежують хід поршня 3 нагору.

На циліндрі 1 установлені також два кінцевих вимикачі 20 для обмеження максимального ходу поршня 3 униз при зношуванні гальмових колодок.

Кінцеві вимикачі 20 спрацьовують під дією лінійки 21, установлені на фланці 6. Один кінцевий вимикач дає попередньо сигнал про необхідність регулювання гальма, після сигналу другого кінцевого вимикача машина не повинна розгальмовуватися. Підведення повітря в циліндр 1 здійснюється через отвір у кришці 2. Аналогічний отвір служить для випуску конденсату при продувці циліндра. При подачі стисненого повітря в циліндр 1 поршень 3 із фланцем 6 переміщаються нагору, стискаючи пружини 10 і 11, і через шток 13 передається зусилля гальму для розгальмовування.

При випуску стисненого повітря із циліндра 1 під дією пружин 10 і 11 нижній фланець 6 разом з поршнем 3 рухаються униз, і через шток 13 передається зусилля гальму для загальмову-

## 12. Лабораторна робота №12 Керування приводом гальмування

### 12.1 Ручне й напівавтоматичне керування із триходовим краном

У перших типах підйомних машин регулювання гальмового моменту цілком було покладено на машиніста піднімальної установки. Розберемо режим ручного керування вантажно-гідролічним приводом гальма (рис. 12. 1, а).

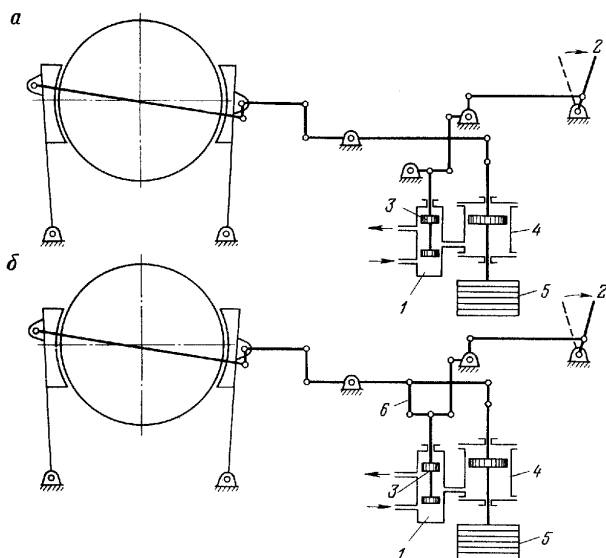


Рисунок 12.1 - Схеми регулювання гальмівного моменту: а) ручне; б) напівавтоматичне зі зворотним зв'язком від положення гальмівної балки

Швидкість витікання рідини або швидкість опускання вантажу, отже, і швидкість наростання гальмового моменту будуть залежати від кута повороту рукоятки робочого гальма. Однак варто помітити, що якщо не повернути рукоятку гальма в нейтральне положення, то за більший або менший проміжок часу машина буде повністю загальмована занепалим вантажем. Щоб уникнути повного гальмування машини, машиніст повинен переміщуючи рукоятку гальма на себе або від себе підтримувати заданий режим руху. Управляти піднімальною машиною в такому режимі досить складно.

Для полегшення роботи машиніста піднімальної установки був уведений зворотний зв'язок (тяга б) по положенню гальмової балки (рис. 12.1, б). Це дозволило зберігати гальмовий момент залежно від положення рукоятки робочого гальма. При відхиленні рукоятки на менший кут буде підтримуватися менший, але постійний по величині, гальмовий момент. При відхиленні на більший кут - більший момент. Зі зворотним зв'язком керування приводом стало регульованим.

Регульований привід гальма забезпечує плавну зміну гальмового зусилля. Кожному положенню рукоятки керування гальмом відповідає гальмове зусилля певної величини. Точність регулювання гальмового зусилля (гальмового моменту), плавність і швидкість дії є основними характеристиками приводу гальма. Найбільш простим апаратом для керування гальмом є триходовий кран із циліндричним золотником, за допомогою якого впускається й випускається стиснене повітря (масло) із циліндра приводу гальма.

При керуванні гальмом триходового крана (рис. 12.1, а) регулюючим пристроєм є триходовий кран 1 і пов'язана з ним тягами рукоятка 2 керування гальмом. Переміщуючи рукоятку керування вправо, машиніст пересуває золотник 3 триходові крани нагору й з'єднує циліндр 4 приводу гальма з атмосферою (при пневматичному

Величина зусилля, що розвивається приводом гальма, змінюється за рахунок регулювання кількості робочої рідини в циліндрі приводу. При повнім заповненні робочою рідиною циліндра 4, вантаж 5 гальма перебуває в піднятому положенні й машина розгальмована. Наприклад, піднімальні посудини рухаються рівномірно. При підході до місця розвантаження - навантаження посудин, машиніст повинен, управляючи приводом машини і її гальмом, забезпечити рух посудин із заданою швидкістю.

Зокрема, машиніст, беручи рукоятку робочого гальма 2 на себе, переміщає золотник 3 триходового крану нагору. Робоча рідина починає впливати з робочого циліндра, вантаж 5 опускається.



приводі) або зі стічним баком (при гідравлічному приводі). При цьому стиснене повітря (масло) виходить із циліндра приводу, а гальмовий вантаж 5 опускається й робить гальмування. Величина гальмового зусилля при такій схемі керування гальмом пропорційна величині вантажу, що опускається. Для збереження постійного гальмового зусилля рукоятку керування потрібно переставити в середнє положення, при якому золотник триходового крана від'єднає циліндр приводу гальма від джерела стисненого повітря (масла). Визначення початку зворотної перестановки золотника триходового крана повністю залежить від кваліфікації машиніста. Таке гальмо не може бути віднесений до регульованих, але його можна перетворити в регульований, якщо включити в механізм приводу триходового крана диференціальну ланку (зворотний зв'язок) від гальмової балки (рис. 12.1, б). При такій схемі керування гальмом переміщення рукоятки 2 (див. рис.12.1, б) вправо викликає пересування золотника 3 триходові крани нагору й з'єднання циліндра приводу з атмосферою (або зі стічним баком). У міру опускання гальмової балки диференціальний важіль 6 (зворотний зв'язок) повертає в нейтральне положення золотник 3, що перекриває вихідний отвір, і випуск стисненого повітря (масла) із циліндра приводу припиняється. Величина гальмового зусилля в цій схемі визначається положенням гальмового вантажу 5, тому що чим далі переміститься рукоятка керування, тим нижче нахилиться гальмова балка перш ніж золотник триходового крана повернеться в нейтральне положення, тобто тим нижче опуститься гальмовий вантаж.

Ця залежність положень рукоятки керування гальмом і гальмовим вантажем є основним недоліком регуляторів тиску із жорсткою зворотною перестановкою, тому що зі збільшенням зношування гальмових колодок при тій же куті повороту рукоятки керування величина гальмового моменту зменшиться, тому що зворотна перестановка золотника триходового крана відбудеться раніше, ніж гальмовий момент встигне зрости до потрібної величини. Краще, коли величина гальмового моменту залежить тільки від певного положення рукоятки керування гальмом. Цій вимозі відповідають регулятори тиску зі зворотною перестановкою від індикатора тиску.

Для того щоб кожному положенню рукоятки керування робочим гальмуванням відповідало певне й незмінне значення гальмового моменту, привід гальма повинен мати регулятор тиску, що представляє собою триходовий кран і індикатор тиску, об'єднані в одній конструкції (рис.12.2).

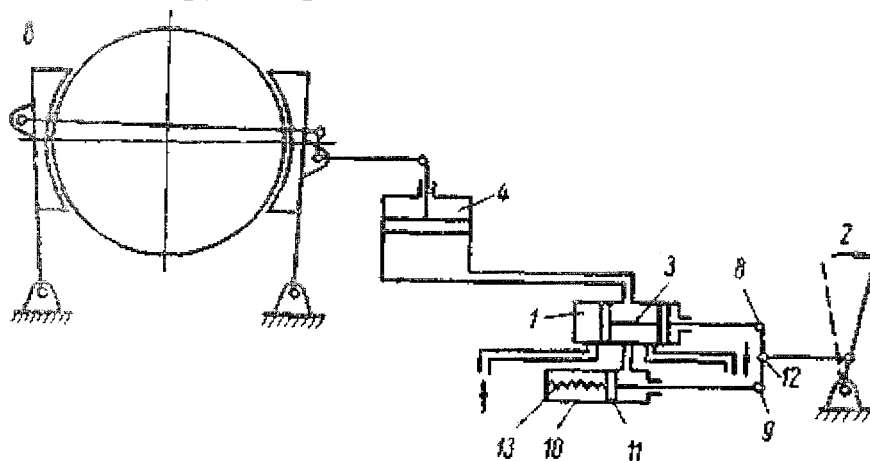


Рисунок 12.2 - Регулювання гальмового моменту з використанням індикатора тиску

Регулятори тиску зі зворотною перестановкою від індикатора тиску застосовують у гальмових пристроях великих підйомних машин, що мають пневматичний привід, а регулятори тиску із жорсткою зворотною, перестановкою застосовують у гальмових пристроях малих підйомних машин, що мають гідравлічний привід.

Індикатор тиску складається із циліндра 10, поршня 11 і пружини 13. Положення поршня 11 в індикаторі тиску залежить від величини тиску робочої рідини в циліндрі 4 робочого гальма. При максимальному тиску в циліндрі 4, поршень перебуває у верхнім положенні, машина розгальмована, а поршень 11 індикатора тиску, стисши пружину 13, перебуває в крайнім лівому положенні.

При переміщенні рукоятки гальма 2 "вправо" на якийсь кут, точка 8 диференціального важеля так само йде "вправо", тому що точка 9 зафіксована індикатором тиску. Золотник 3 триходового крану 1, перемістившись "вправо" відкриває трубопровід для витікання робочої рідини з робочого циліндра.

Тиск робочої рідини в циліндрі 4 починає знижуватися, поршень названого циліндра починає опускатися, з'являється гальмовий момент, значення якого буде рости в міру зниження тиску робочої рідини. При певному тиску, значення якого залежить від кута відхилення рукоятки робочого гальма, відбувається зворотна перестановка золотника 3 триходового крану 1.

Зворотну перестановку золотника 3 робить індикатор тиску. При зниженні тиску в циліндрі робочого гальма, пружина 13 починає переміщати поршень 11 "вправо". Точка 9 переміщається "вправо", а точка 8 диференціального важеля - "уліво". Таким чином, при зафіксованому положенні точки 12 важелем 2 робочого гальма, відбувається зворотна перестановка золотника 3 триходового крану 1.

## 12.2 Регулятори тиску

Як вказувалося раніше, регулятори тиску відносяться до пристроїв, які дозволяють плавно дозувати й витримувати гальмовий момент залежно від кута відхилення рукоятки керування робочим гальмом. Названі пристрої значно полегшують керування піднімальною машиною в ручному режимі керування, а також є основним елементом у системах автоматичного керування.

Промисловістю випускаються пружинні регулятори тиску РДУ-1 (рис. 12.3) і РДУ-2, що мають однаковий принцип дії.

Регулятор тиску РДУ-1 має корпус 1 і втулку 2, запресовану й герметизовану в корпусі 1 за допомогою кілець 3. У втулці вільно переміщається золотник 4, що опирається на пружину 31.

Верхній торець корпусу закриває електромагнітний привід 10, що складається з електромагніту дистанційного керування гальмом 25, електромагніту включення першого ступеню гальмового зусилля 19, установленого на алюмінієву підставку 18.

Електромагніт керування 25 складається з литого чавунного корпусу, у якому убудовані магнітопроводи 12, 13 і 16, котушка й рухомий сердечник (якір) 24.

Якір з'єднаний із заслінкою 11, що дроселює витікання струменя повітря через отвір сопла 9, що сполучає камеру проточного регулювання з атмосферою. Для відводу повітря в атмосферу з камери проточного регулювання А, а потім і камери Б є

два діаметрально розташованих штуцери 27, що закриваються спеціальними пробками при транспортуванні регулятора. Ці штуцери, одночасно відкриті, служать також вікнами для візуального спостереження при регулюванні зазору між соплом і заслінкою. Якір 24 у зборі зі штоком 23 і заслінкою 11 підвішений на плоских пружинах (угорі - на консольній 41, унизу - на спіральній 26). Для регулювання зазору  $D$ , рівного 1, 8-8- 2 мм, передбачені гвинти 39 і 40. Зазор  $I$  повинен бути 0, 5-5- 0,7 мм. Він регулюється обертанням сопла 9, що стопориться гайкою 8 або обертанням заслінки 11. Електромагніт першого ступеня гальмового зусилля закритий кришкою 21. При включеній котушці 19 якір 22 іде у верхнє положення й не заважає переміщатися штоку 23. Для запобігання внутрішньої порожнини електромагніту від проникнення пилу передбачене ущільнення 15. Електромагніт приєднується до штепсельного рознімання через вивідну колодку 17.

Нижня частина корпусу 1 закрита кришкою 33, що має спеціальний виступ для установки пружини 31. Ущільнювальні гумові кільця 3, 6, 7, 28, 32 і 35 служать для герметичного з'єднання деталей і вузлів регулятора. Підведення повітря до регулятора тиску здійснюється за допомогою штуцерів 5 і 30. Для приєднання регулятора тиску до ланцюгів керування передбачене штепсельне рознімання 14.

За допомогою трубопроводів корпус регулятора з'єднаний із пневмоциліндром робочого гальма (порожниною  $C$ ), з атмосферою (порожниною  $B$ ) і повітрязбірником (порожниною  $G$ ).

Принцип дії регулятора тиску заснований на перетворенні електричного сигналу в механічне переміщення золотника у втулці пневмопідсилювача, що приведе до збільшення або зменшення тиску в гальмовому циліндрі.

Золотник 4 має кільцеву проточку, що утворить середню (розподільну) камеру  $Ж$ . У золотнику є отвори, , що з'єднують камеру  $Ж$  з камерою зворотного зв'язку  $E$ .

Вихідним положенням золотника є нейтральне (рівноважне), при якому золотник краями виточення для камери  $Ж$  перекриває сполучення каналів  $B$  або  $G$  з каналам  $C$ . Рівноважне положення досягається, коли сила тиску повітря на торець золотника в камері проточного регулювання  $A$  і вага золотника дорівнюють силам пружини 31 і тиску повітря в камері зворотного зв'язку  $E$ .

Якщо сила пружини дорівнює вазі, то оскільки площі верхнього й нижнього торців золотника рівні, нейтральне положення досягається при рівності тисків у камерах  $A$  и  $E$ . Оскільки остання пов'язана з камерою  $Ж$ , то в рівноважному стані тиск у циліндрі (порожнина  $C$ ) дорівнює тиску в камері проточного керування  $A$ , що представляє собою пневмопідсилювач типу сопло-заслінка. Підведення повітря від джерела тиску в камеру  $A$  здійснюється через трубку 36 і штуцер 34 з нерегульованим каліброваним отвором діаметром 0,6 або 0,7 мм. Щоб цей отвір на засмічувалося, передбачений фільтр 37 для очищення повітря.

Вихід повітря з камери проточного регулювання  $A$  здійснюється через сопло 9 з отвором діаметром 3,6 мм, регульоване заслінкою 11, що жорстко з'єднана з якорем 22. Якщо заслінка 11 перебуває в крайнім верхнім положенні, то сопло 9 повністю відкрите, повітря вільно виходить із камери  $L$  і в ній повітря має мінімальний надлишковий тиск.

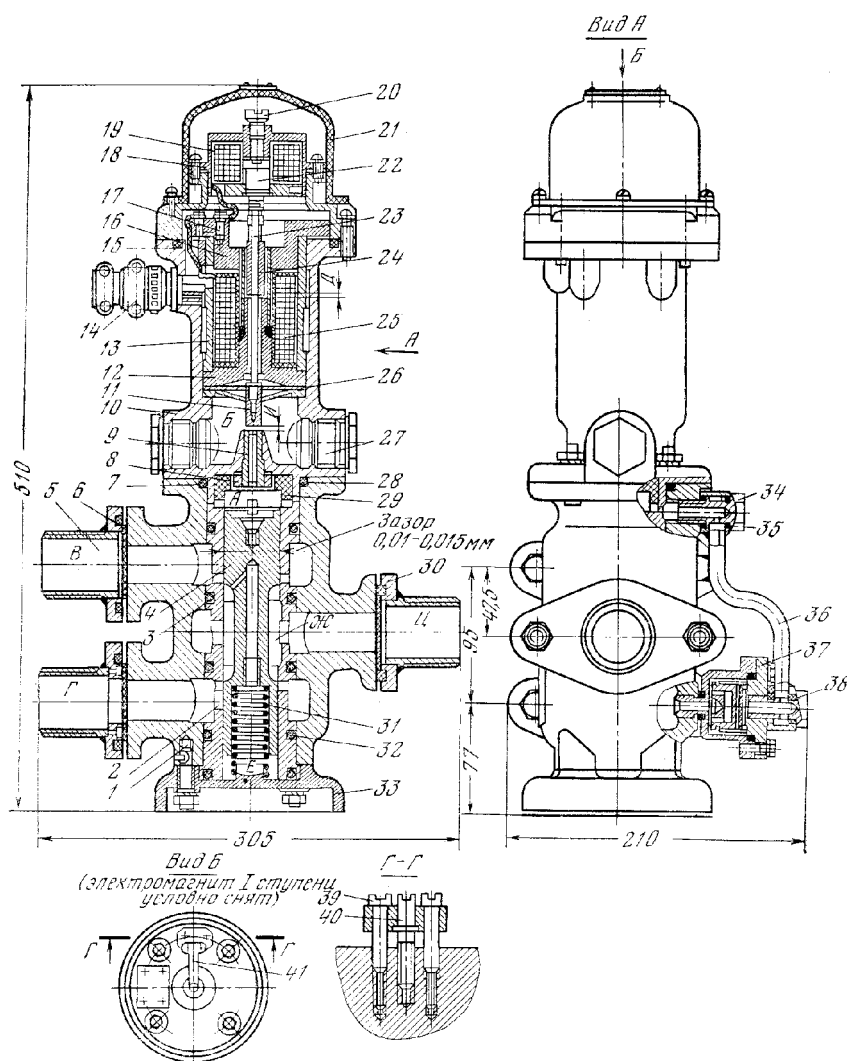


Рисунок 12. 3 - Регулятор тиску РДУ-1

Коли воно наблизиться до тиску в камері *A*, те стисла пружина 31 почне повертати золотник до нейтрального положення. При правильному виборі параметрів регулятора золотник повернеться в нейтральне положення й роз'єднає канали *Г* і *Ц*, коли тиск в каналі *Ц* і камері *E* стануть дорівнювати тиску в камері *A*.

При зменшенні струму в обмотці керування 25 заслінка 11 відійде від сопла 9, тиск у камері *A* знизиться й стане меншим, чим у камері *E*. Золотник переміститься нагору, з'єднав приводний циліндр із атмосферою. У міру виходу повітря із циліндра тиск у камері *E* почне падати й золотник повернеться в нейтральне положення, при якому тиску в камерах *E*, *A* і циліндрі рівні.

Таким чином, кожному значенню струму в обмотці управління регулятора тиску будуть відповідати певний зазор між соплом 9 і заслінкою 11 і постійний тиск повітря в циліндрі приводу робочого гальма. Гарна якість процесу регулювання тиску забезпечується в результаті випередження тиску в камері *E* в порівнянні з тиском у робочому циліндрі через перепад тисків між регулятором і циліндром і внаслідок жорсткості пружини 31, що прикриває прохідні перетини каналів *B* або *Г* у міру наближення тиску в камері *E* к тиску в камері *A*.

При неправильному виборі параметрів регулятора (малі отвори в золотнику між камерами *E* і *Ж*, близьке розміщення регулятора тиску повітря до циліндра, ма-

При збільшенні струму в котушці 25 якір 24 втягнеться й наблизить заслінку 11 до сопла 9, що приведе до збільшення тиску повітря в камері *A* і сили, що діє на золотник зверху. Золотник переміститься униз. Середня камера *Ж* з'єднає канал *Г* с каналом *Ц* і повітря від джерела тиску почне надходити в робочий циліндр.

Одночасно повітря через отвори в золотнику буде надходити в камеру зворотного зв'язку *E*. У міру надходження повітря в канал *Ц* і камеру *E* тиск у них почне збільшуватися. Трубопровід між каналом *Ц* і приводним циліндром має деякий опір, тому тиск у камері *E* буде трохи більше, ніж у циліндрі.

ла жорсткість або відсутність пружини 31) зміна тиску в камері *E* буде запізнюватися в порівнянні зі зміною тиску в робочому циліндрі. Це буде приводити до запізнювання повернення золотника в нейтральне положення. У результаті, наприклад, при команді на збільшення тиску в циліндр потрапить більше повітря, чим треба (перерегулювання). Золотник не зупиниться в нейтральному положенні, а у зв'язку з надходженням повітря із циліндра в камеру *E* почне переміщатися нагору, відкривши канал випуску повітря із циліндра. Оскільки тиск у камері *E* як і раніше буде запізнюватися, то із циліндра піде більше повітря, чим треба, і знову наступить перерегулювання, але у зворотну сторону.

Може виникнути процес незатухаючих коливань, що виявиться як сильна вібрація системи керування. Щоб уникнути цього необхідно підтримувати в нормі зазначені вище параметри регулятора. Аналогічне явище може виникнути й при збільшенні сили тертя золотника об втулку внаслідок погіршення притирання або змащення.

При запобіжному гальмуванні відключається струм у котушках 25 і 19. Якір 24 переміщається нагору, а якір 22 - униз, обмежуючи відхід штока 23 і заслінки 11 від сопла 9. У результаті в камері *L* і в робочому циліндрі встановлюється певний тиск першого ступеня гальмового зусилля при запобіжному гальмуванні. Регулювання тиску цього щабля здійснюється регулювальним гвинтом 20, що стопориться спеціальною пружиною.

Регулятор РДУ-2 відрізняється від РДУ-1 розташуванням золотника: у РДУ-1 він розташований вертикально, а в РДУ-2 - горизонтально. Крім того, регулятор РДУ-1 має трьох фланцеве приєднання до повітряної мережі, а РДУ-2 - одно фланцеве.

### **13. Лабораторна робота №13** **Схеми керування гальмовими пристроями**

#### **13.1 Керування гальмом підйомних машин заводу НКМЗ**

Стиснене повітря з повітрозбірника в циліндри запобіжного гальмування (рис. 13.1 ) надходить через включені електропневматичні клапани *K2* і *K4*. При цьому порожнини сервоприводів клапанів через вентилі з'єднуються з атмосферою. Для включення запобіжного гальмування ці клапани відключаються, порожнини циліндрів приводів запобіжного гальмування з'єднуються з атмосферою.

У циліндри приводів робочого гальмування стиснене повітря надходить від електропневматичного регулятора тиску РДУ-1: у робоче гальмо заклиненого барабана 14 - безпосередньо від регулятора тиску 3, а в робоче гальмо переставного барабана 13 - через блокувальний клапан *K1*.

При нормальній роботі машини електровентиль клапана *K1* відключений від мережі й повітря через клапан може надходити в циліндр робочого гальма переставного барабана. Для від'єднання переставного барабана включають клапани *K1* і *K3*. Повітря через клапан *K3* надходить у циліндри розчіпного пристрою, а через клапан *K1* - у циліндр робочого гальма переставного барабана 13, що при цьому відключається від регулятора тиску. Клапан *K4* на період перестановки вимикається, випус-

каючи повітря із циліндра запобіжного гальмування переставного барабана, що необхідно на випадок припинення подачі повітря в робочий циліндр.

Для контролю й сигналізації про роботу розчіпного пристрою є блокувальний пристрій, на якому встановлені два кінцевих вимикачі. Один вимикач не дозволяє при виключеному розчіпному пристрої розгальмувати переставний барабан, а другий здійснює сигналізацію про повне вимикання розчіпного пристрою на період перестановки барабанів.

### **13.2 Керування гальмовими пристроями із вантажно-пружинно-пневматичним приводом**

На підйомних машинах Ц-3,5x2 і 2Ц-3,5x1,7 встановлюються пружинно-пневматичні вантажні гальмові пристрої (рис. 13.2), які мають наступні основні вузли: виконавчий орган, вантажний пневматичний привід гальма, компресорну установку з повітрозбірником і пневматичною панеллю керування гальмом. Всі вузли зв'язані між собою системою трубопроводів. Живлення стисненим повітрям гальмовий пристрій одержує від двох компресорів 4; одного - робочого, іншого - резервного з електродвигунами 3. По шляху від компресора повітря проходить температурний контроль: автоматичний - за допомогою термореле 5, візуальний - по термометру 6.

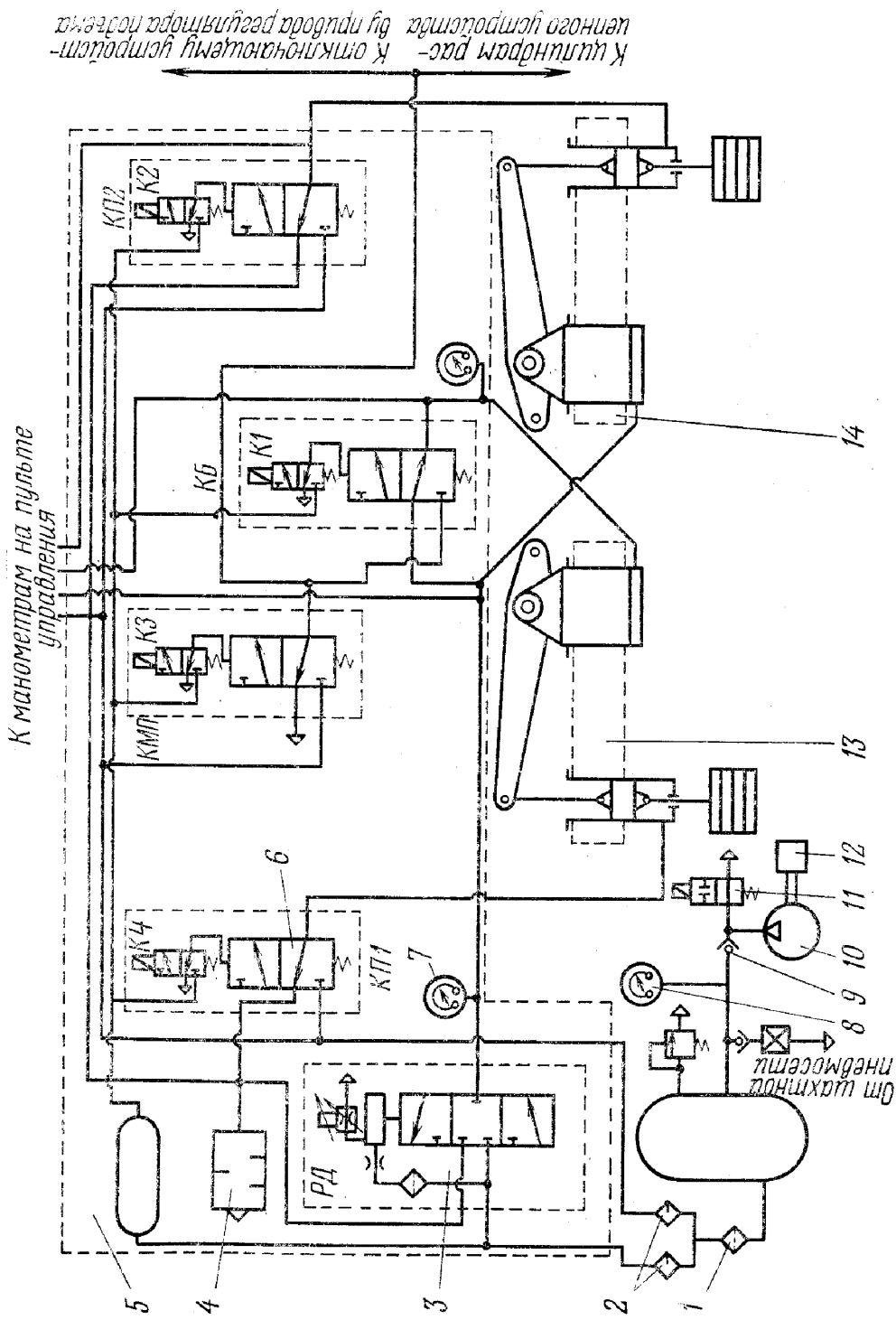
Електропневматичний вентиль 7 дозволяє значно зменшити пусковий момент приводного електродвигуна компресора. Включаються й відключаються компресор і електропневматичний вентиль автоматично по імпульсах електроконтактного манометра 11, встановленого на повітрозбірнику 10.

Живлення стисненим повітрям можна здійснювати й від шахтної мережі. Якщо тиск у шахтній мережі вище необхідного, то подачу повітря варто здійснювати через редукційний клапан. Зворотні клапани 8 перешкоджають виходу повітря з повітрозбірника 10 через зупинені компресори. Пройшовши очищення у водомаслові-докремлювачі 9, стиснене повітря попадає в повітрозбірник 10, оснащений манометром для візуальних спостережень, електроконтактним манометром 11 для підтримки тиску в заданих межах і запобіжному клапані 12, що обмежує тиск у повітрозбірнику.

З повітрозбірника стиснене повітря надходить у панель керування гальмом, через яку може йти в наступних напрямках:

- через клапани *КП1-КП3* до запобіжних циліндрів гальмових приводів;
- через регулятор тиску повітря *РД* і клапани *КР1-КР3* до робочих циліндрів гальмових приводів;
- через клапан *КМ* до механізму перестановки барабанів.

Машина має два виконавчих органи 1 гальма, кожний з яких приводиться в дію своїм приводом 2 гальма. Керування гальмами здійснюється в такий спосіб. У панелі керування *ПТ-4*, клапани *КР1* і *КР2* і клапани *КП1* і *КП2* підключені паралельно, і кожний клапан з'єднується тільки з одним циліндром. Клапани *КП1* і *КР1* з'єднані із циліндрами приводу гальма переставного барабана. Така схема дозволяє управляти гальмами роздільно. Відключивши клапани *КП2* і *КР2*, можна загальмувати переставний барабан і, включивши потім клапани *КП1* і *КР1*, управляти



1 - маслороздільник; 2 - фільтри повітряні; 3 - регулятор тиску; 4 - глушитель; 5 - панель керування; 6 - електропневматичний клапан; 7 - реле тиску панелі керування; 8 - реле тиску компресорної установки; 9 - зворотний клапан; 10 - компресор; 11 - електропневматичний розвантажувальний клапан; 12 - приводний електродвигун компресорної установки; 13 - гальмовий привод переставного барабана; 14 - гальмовий привод заклиненого барабана; РД - регулятор тиску повітря; К2 і К4 - електропневматичні клапани включення приводів запобіжного гальмування заклиненого КПІ барабанів; К3 і К1 - електропневматичні клапани включення механізмів перестановки барабанів КМІ і виключення розгальмовування переставного барабана робочим гальмом КБ

Рисунок 13.1 - Схема управління гальмом піднімальних машин заводу НКМЗ

гальмом заклиненого барабана. За такою схемою працює двобарабанна машина під час перестановки барабанів.

При використанні панелі *ПТ-4* для однобарабанної машини необхідно, щоб клапани *КР1* і *КР2* (а також *КП1* і *КП2*) були задіяні в схемі на одночасне включення й відключення. Клапан *КМ* у цьому випадку не діє й може бути використаний як запасний.

Виконавчий орган 1 гальма колодкового типу. Дві вертикально розташовані гальмові колодки охоплюють гальмовий обід і замикаються верхньою горизонтальною тягою й кутовим важелем. Гальмове зусилля на кутовий важіль гальма передається від гальмового приводу 2 через шток, що пов'язаний з поршнем робочого циліндра приводу. Створюється гальмове зусилля блоком попередньо стислих пружин. Нижній опорний диск пружинного блоку укріплений на поршні робочого циліндра, верхній опорний диск пружинного блоку втримується в нерухливому положенні тягами, укріпленими на кришці робочого циліндра. Прагнучи розтиснутися, пружинний блок переміщає униз нижній опорний диск разом з поршнем робочого циліндра й передає зусилля на шток, пов'язаний з кутовим важелем гальма, викликаючи загальмування машини. При подачі стисненого повітря в робочий циліндр поршень переміщається нагору й стискає пружини, знімаючи цим зусилля зі штока й викликаючи розгальмування.

Для нормальної роботи робочого циліндра необхідно, щоб він утримувався у верхнім положенні. Це досягається подачею стисненого повітря в запобіжний циліндр гальмового приводу. При випуску повітря із запобіжного циліндра вантаж, прикріплений до нижньої частини робочого циліндра, переміщає його униз. Вага вантажу через тяги на кришці робочого циліндра передається на пружини й викликає гальмування машини.

Гальмовий вантаж викликає гальмування машини й у тому випадку, якщо поршень робочого циліндра заклинився, а також у випадку поломки пружини. При цьому робочий циліндр буде переміщатися униз доти, поки верхня кришка не впреться в поршень і, переміщаючи його долілиць, викличе загальмування машини.

Перед здійсненням робочого гальмування гальмові приводи необхідно зарядити. Для цього рукоятка керування встановлюється в положення "Загальмоване". При цьому включаються клапани *КП1* і *КП2* - стиснене повітря надходить у запобіжні й переміщає робочі циліндри разом з гальмовими вантажами в крайнє верхнє положення, включаються клапани *КР1* і *КР2*, але повітря в робочі циліндри не надходить, тому що доступ його туди перекритий регулятором тиску. Гальмо під дією стислих пружин перебуває в загальмованому стані.

Регульоване гальмування здійснюється машиністом з пульта керування машиною шляхом переміщення рукоятки керування гальмом. При переміщенні рукоятки "від себе" регулятор тиску починає пропускати стиснене повітря в робочі циліндри, поршень робочого циліндра, переміщаючись нагору, стискає пружини й розгальмує машину. Ніж далі переміщається рукоятка, тим більше тиск у циліндрах. Крайньому положенню "Розгальмоване" відповідає максимальний тиск, машина при цьому повністю розгальмована. При переміщенні рукоятки у зворотному напрямку "на себе" тиск у робочих циліндрах падає й у крайнім положенні рукоятки



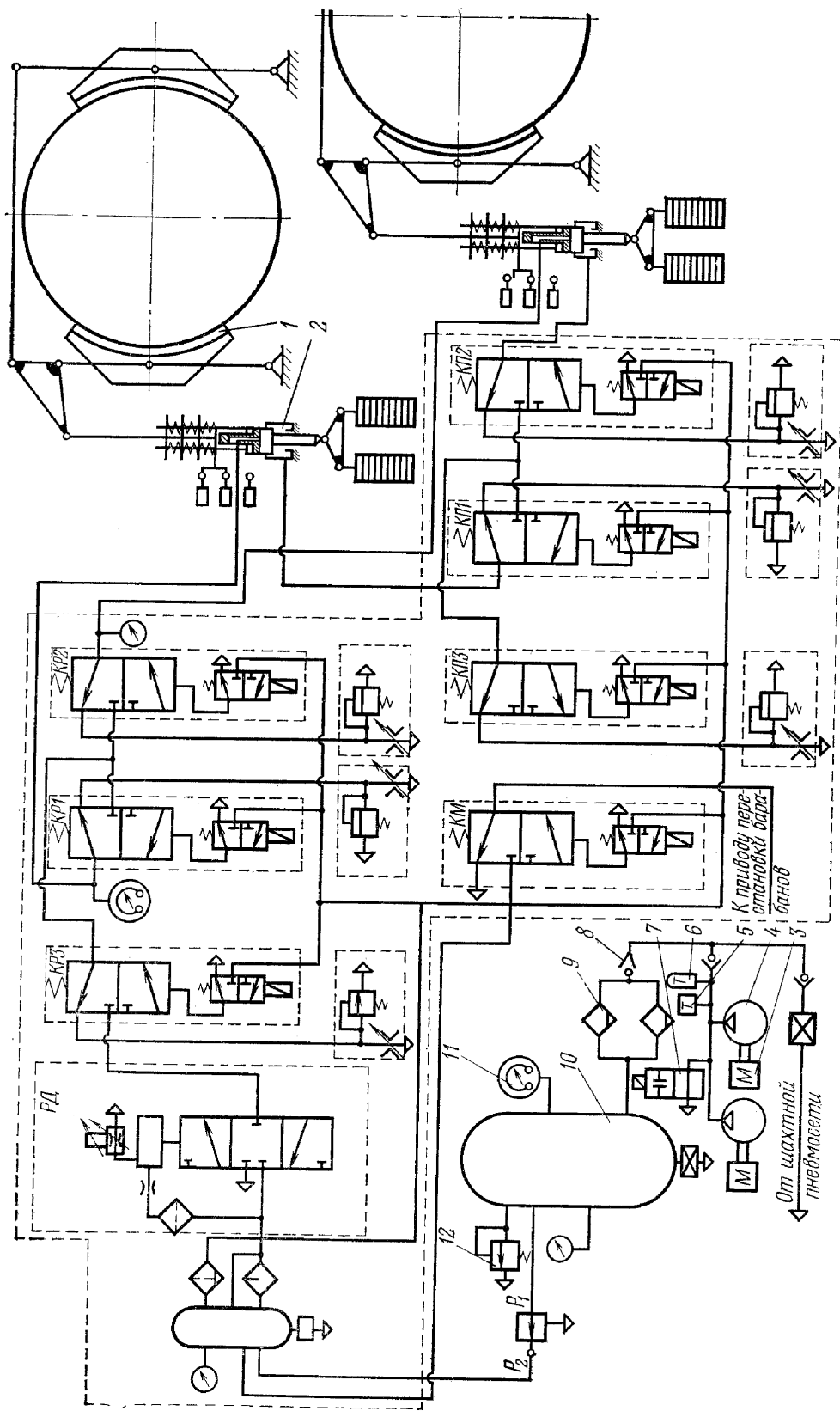


Рисунок 13.1 - Схема управління гальмом підімальної машини 2Ц-3,5х1,7 з вантажно-пружино-пневматичним приводом

("Загальмоване") доходить до нуля. Зупиняючи рукоятку в проміжних положеннях, можна одержати різну величину гальмового моменту в межах від нуля до максимального.

Для стопорного гальмування зарядка здійснюється в такий спосіб: рукоятка керування гальма встановлюється в положення "Розгальмований" - регулятор може пропускати стиснене повітря з максимальним тиском,

включаються клапани *KП1* і *KП2* - робочі циліндри з гальмовими вантажами переміщуються в крайнє верхнє положення. Керування гальмами здійснюється автоматично за допомогою клапанів *KР1* і *KР2*. При надходженні сигналу на розгальмування клапани *KР1* і *KР2* включаються й повітря з максимальним тиском надходить у робочі циліндри, роблячи повне розгальмування машини; при надходженні сигналу на загальмування клапани *KР1* і *KР2* відключаються, роблячи повне загальмування машини.

Запобіжне гальмування включається машиністом або автоматично при спрацьовуванні засобів захисту машини. Це викликає розмикання електричного кола регулятора тиску й відключення клапанів *KР1*, *KР2*, *KП1* і *KП2*. Стиснене повітря із всіх циліндрів випускається, доступ його від повітрозбірника перекривається й машина загальмовується. Після усунення несправності гальмовий привід "Заряджається" для нормальної роботи.

Швидкість витікання повітря із циліндрів (тобто швидкість наростання гальмового моменту) регулюється дросельними пристроями, установленими на вихідних отворах клапанів.

При перестановці барабанів посудина переставного барабана встановлюється на верхній нульовій оцінці. Машина загальмовується запобіжним гальмуванням. Включається клапан *КМ*, повітря попадає в циліндри механізму перестановки й виводять із зачеплення зубчасту втулку. При цьому переставний барабан від'єднується від головного вала машини. Блокування, що спрацьовує на початку процесу розчіплювання, не дозволяє ввімкнутися клапанам *KП1*, *KП2*, *KР1*, *KР2*. Друге блокування, що спрацьовує наприкінці процесу розчіплювання, дозволяє включити клапани *KП1* і *KР1* і управляти гальмом заклиненого барабана. Установивши посудину цього барабана в необхідне положення, барабан загальмовують і відключають клапан *КМ*. Переставний барабан знову зчіплюється з головним валом машини.

Виконавчі органи, приводи гальм і багато елементів гальмових систем барабанних підйомних машин Ц-3,5х2,4 і 2Ц-3,5х1,8 однакові й аналогічні гальмовим пристроям багатоканатних підйомних машин.

### **13.3 Керування гальмовими пристроями малих підйомних машин із пружинно-пневматичним приводом**

На підйомних машинах Ц і 2Ц заводу "Донецькгормаш" з діаметром барабанів 2,5 і 3 м новітньої конструкції встановлюються пружинно-пневматичні гальма, що мають у порівнянні з раніше розглянутими аналогічними гальмовими пристроями ряд істотних переваг (менший час холостого ходу, менші габарити, масу й т.д.).

Пружинно-пневматичні гальмові пристрої складаються із двох виконавчих органів, двох пружинно-пневматичних приводів, пневматичної панелі керування, ком-

пресорної установки з повітрозбірником і блокувань контролю роботи гальмового пристрою.

Гальмовий пристрій двобарабаних підйомних машин одержує стиснене повітря (рис.13.3) від одного із двох компресорів 10. Температура повітря контролюється за допомогою термореле 11 і термометра 12. Живлення стисненим повітрям можна здійснювати й від шахтної мережі.

Якщо тиск у шахтній мережі вище необхідного, то подачу повітря варто здійснювати через редуційний клапан. Зворотні клапани 9 перешкоджають виходу повітря з повітрозбірника.

З водомаслиловідокремлювача 13 повітря попадає в повітрозбірник 14, оснащений манометром 16 для візуальних спостережень, реле тиску 15 для підтримки тиску в заданих межах і запобіжному клапані 17.

З повітрозбірника 14 стиснене повітря надходить у панель керування гальмом. У панелі гальма однобарабаних машин стиснене повітря з повітрозбірника через мастилорозпилювач 2, регулятор тиску 1 і клапани *КП1-КП3* включення запобіжного гальмування надходить у циліндри гальмових приводів 6. В однобарабаних машин клапани *КП1* і *КП2* з'єднані послідовно, і повітря через них надходить до обох гальмових приводів.

У панелі гальма двобарабаних машин стиснене повітря з повітрозбірника 3 через мастилорозпилювач 2, регулятор тиску 1 і клапани *КП1-КП3* надходить у циліндри гальмових приводів 6. Через клапани *КП1* і *КП2* повітря надходить у привід гальма заклиненого барабана, а через клапан *КП3* - у привід гальма переставного барабана. Така схема дозволяє при перестановці барабанів управляти гальмами 7 роздільно. Через клапан *КМ* повітря подається в циліндри механізму перестановки.

Гальмове зусилля створюється блоком попередньо стислих пружин, що при випуску повітря із циліндра розтискається, загальмовуючи машину. При впуску повітря в циліндр пружинний блок стискується й машина розгальмовується.

Робоче гальмування здійснюється машиністом з пульта керування. Гальмовий момент можна змінювати від нуля до максимуму електропневматичним регулятором тиску 1. При зниженні тиску повітря відбувається збільшення гальмового моменту, а при збільшенні тиску - гальмовий момент зменшується.

Запобіжне гальмування здійснюється випуском повітря з гальмових циліндрів через клапани *КП1* на однобарабаних машинах і через *КП1* і *КП3* на двобарабаних машинах. Клапан *КП2* є дублером клапана *КП1*. Необхідне вповільнення при запобіжному гальмуванні забезпечується за допомогою регульованих дросельних пристроїв 8, установлених на випускному трубопроводі.

На гальмовому пристрої є кінцеві вимикачі (*КРМ*), які спрацьовують при повному розгальмуванні, і вимикачі зношування колодок 5 (*ВІК*), що спрацьовують при досягненні граничного сумарного зазору між ободом і гальмовими колодками.

#### **13.4 Керування гальмовим пристроєм багатоканатних підйомних машин із пружинно-пневматичним приводом**

На багатоканатних підйомних машинах серії ЦШ застосовують також пружинно-пневматичні безвантажні гальмові пристрої (рис. 13.4). Стиснене повітря від

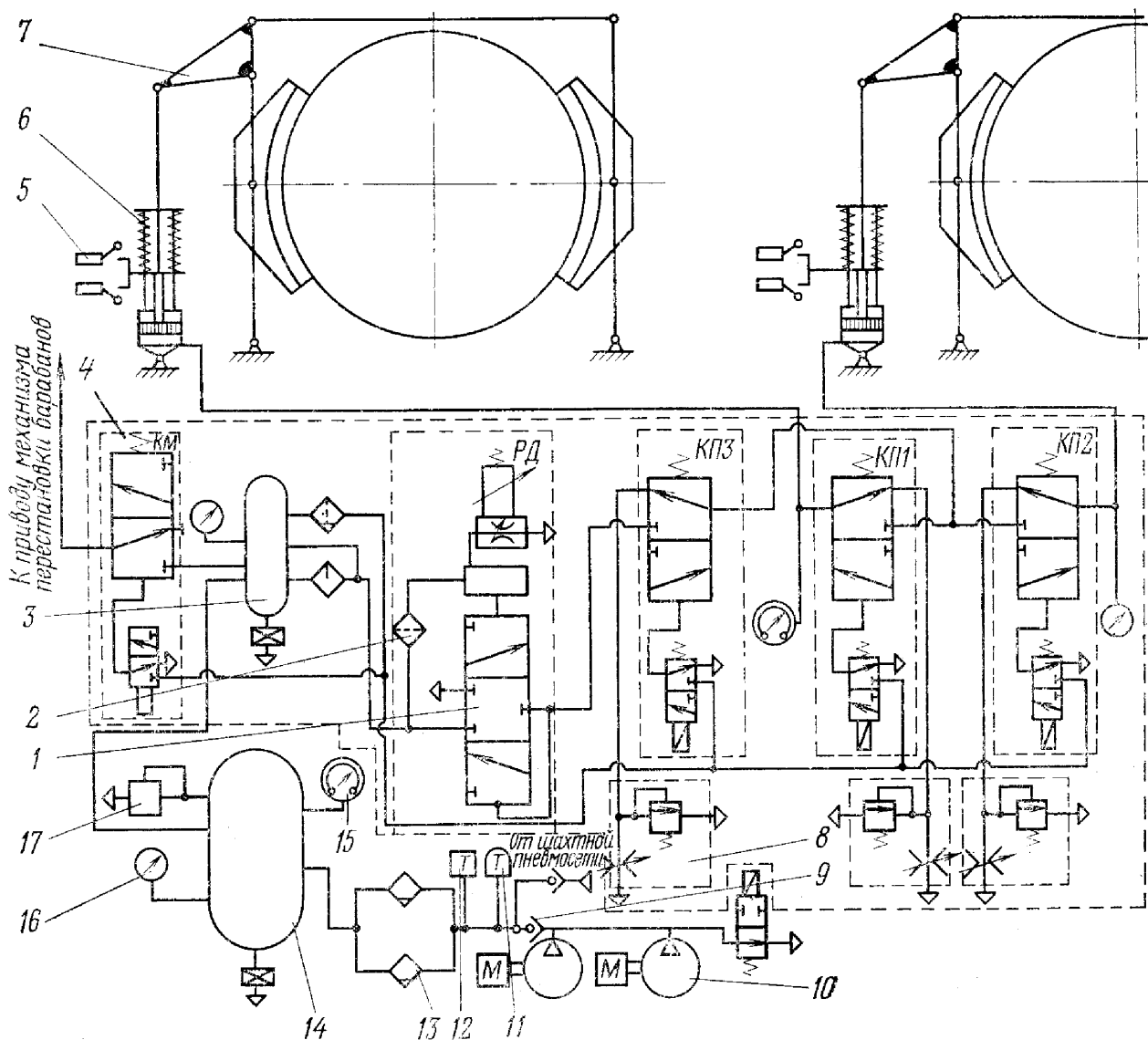


Рисунок 13.3 – Схема управління гальмовим пристроєм с вантажно-пневматичним приводом малих піднімальних машин 2Ц з барабанами діаметром 2,5 і 3 м

компресора 18 надходить у проміжний повітрязбірник 7, розташований на панелі керування. При цьому повітря очищається від води й масла у водомаслиловіддільнику 12, а температура його контролюється візуально за допомогою термометра 14 і автоматично за допомогою термореле 15.

Тиск повітря в пневмережі підтримується автоматично в заданому інтервалі для кожної піднімальної установки за допомогою манометра 9, реле тиску 11, а також розвантажувального пристрою 17 і зворотного клапана 16.

Впуск і випуск повітря із циліндра кожного гальмового приводу відбувається регулятором тиску 4 і електропневматичними клапанами 2 і 3, які встановлені по двох на кожний привід. Так, з лівого приводу повітря проходить через клапани *КР-Л* і *КП-Л*, а із правого - через клапани *КР-П* і *КП-П*.

Клапани *КП-Л* і *КП-П* відключаються для включення запобіжного гальмування, а клапани *КР-Л* і *КР-П* при включенні стопорного робочого гальмування машини. Це дозволяє створити два види гальмування за допомогою незалежних друг від

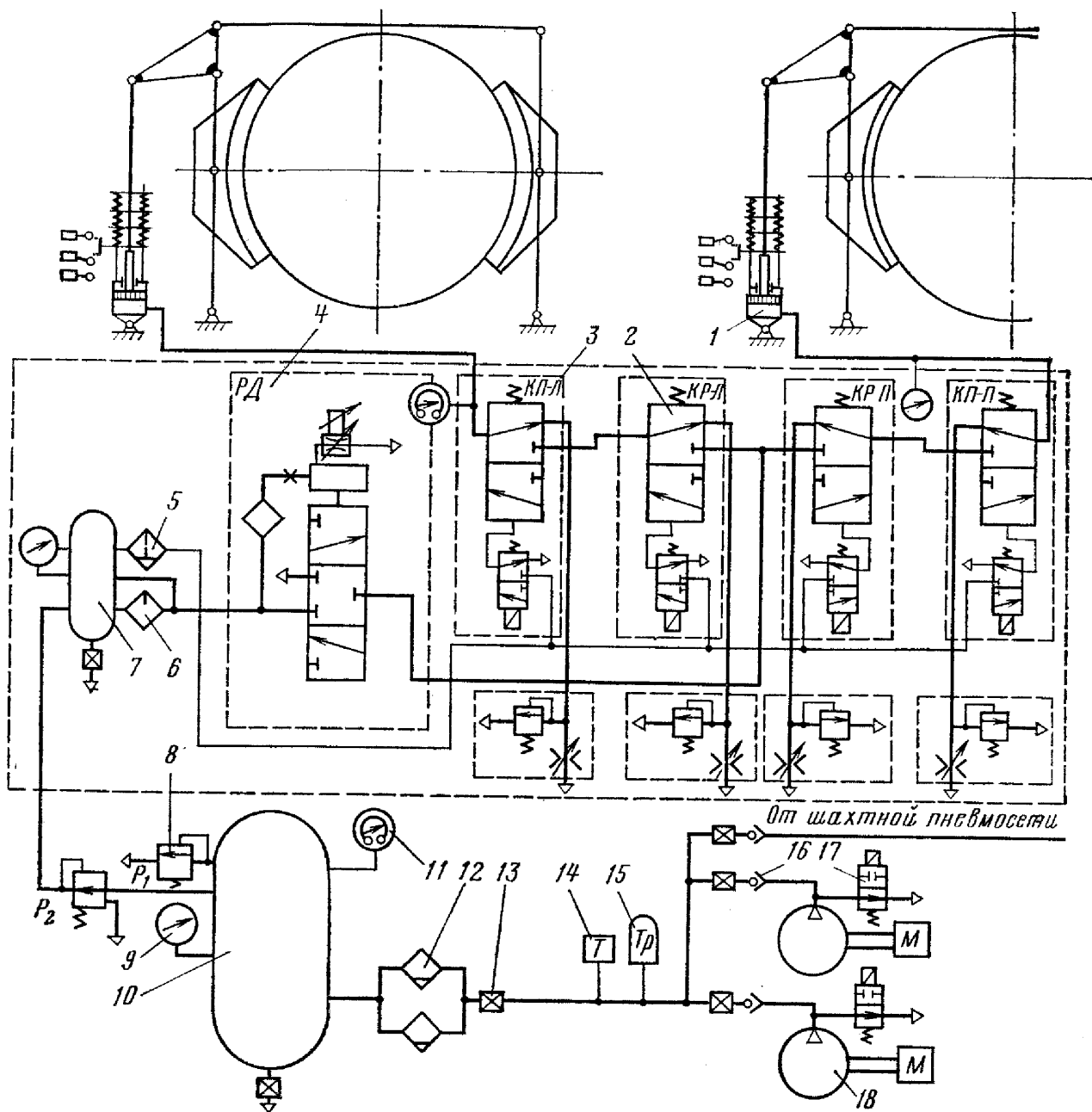


Рисунок 13.4 – Схема управління гальмовим пристроєм багатоканатних підйомних машин із пружинно-пневматичним приводом

друга клапанів *КП* і *КР*. Послідовне включення клапанів *КП* і *КР* щодо кожного приводу гальма істотно підвищує надійність пристроїв керування запобіжним гальмуванням машин.

Безвантажні пружинно-пневматичні гальмові пристрої обладнаються панелями керування *ПТ-2*. На панелі встановлені чотири клапани 2 і 3 керування запобіжним і стопорним гальмуванням, регулятор тиску 4, повітряний фільтр 6, маситило-розпилювач 5, манометр, повітрязбірник 7 і електроконтактний манометр. Панель керування з'єднана із приводами гальм трубопроводами  $\varnothing 1,5''$ .

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. НПАОП 10.0-1.01-05. Правила безопасности в угольных шахтах.- К.: Відлуння, 2005.- 398 с.
2. Шахтный подъем: Научно-производственное издание/ Бежок В.Р., Дворников В.И., Манец И.Г., Пристром В.А.; общ. ред. Б.А. Грядущий, В.А. Корсун.- Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2007.- 624 с.
3. Завозин Л.Ф. Шахтные подъемные установки. Изд. 2-е, переработанное и дополненное.- М.: Недра, 1975.- 368 с.
4. Правицкий Н.К. Рудничные подъемные установки.- М.: Госгортехиздат, 1963.- 416 с.
5. Правила технічної експлуатації вугільних шахт.- М.: Недра, 2006.- 353 с.
6. Траубе Е.С., Найденко И.С. Тормозные устройства и безопасность шахтных подъемных машин.- М.: Недра, 1980.- 256 с.
7. Гришко А.П. Стационарные машины.- Том 1. Рудничные подъемные установки: Учебник для вузов.- М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006.- 477 с.
8. Стационарные установки/ Под ред. Братченко Б.Ф. – М.: Недра, 1977,- 440 с.
9. Димашко А.Д. Гершиков И.Я., Кривневич А.А. Шахтные электрические лебедки и подъемные машины: Справочник.- М.: Недра, 1974.- 363 с.
10. Техническое обслуживание и ремонт шахтных стволов 1 т. / И.Г. Манец, Б.А. Грядущий, В.В. Левит; под общ. ред. д-ра техн. наук Сторчака С.А. – 4-е изд, перераб. и доп. – Донецк: Юго-Восток, 2010. – 409 с.