

РОЗДІЛ 5. ШАХТНІ ПІДЙІМАЛЬНІ УСТАНОВКИ

Тема 5.1. Класифікація і основні елементи підйімальної установки

План:

5.1.1. Класифікація підйімальних установок.

5.1.2. Основні елементи підйімальної установки.

5.1.1. Підйімальні установки класифікують за:

- висотою піднімання для шахт: неглибоких – до 500 м; середньої глибини – від 500 до 1000 м; глибоких – від 1000 до 1500 м; надглибоких – понад 1500 м;
- призначенням: головні – для піднімання корисних копалин; допоміжні – для спуску – піднімання людей і вантажів; прохідницькі – для транспортування вантажів і людей при проходженні стволів;
- орієнтуванням шляхів транспорту: вертикальні і похилі;
- типу органів навівання: з органами навівання постійного і змінного радіуса;
- числом підйімальних канатів: одноканатні, багатоканатні;
- зрівноваженням: незрівноважені і зрівноважені системи;
- типом електроприводу: з асинхронним приводом і приводом постійного струму.

5.1.2. Підйімальні установки з клітками і скіпами показані на рис. 76.

У клітковій установці (рис. 76, а) розвантажувальні і навантажувальні операції проходять одночасно в клітці 1 на нижньому I чи проміжному II горизонті і в клітці 2 на верхній приймальній площадці. Рух кліток відбувається за допомогою підйімальної машини 3, канатів 4, що перекинуті через направляючі шківни 5 на копрі 6. При обертанні двигуна один канат намотується, а другий розмотується з барабана, завдяки чому відбувається одночасне підймання однієї і опускання іншої клітки.

У скіповій установці (рис. 76, б) вагонетка 1 розвантажувється за допомогою перекидача 2 в бункер 3, звідки через дозатор 4 вугілля висипається в скіп 5, одночасно розвантажувється скіп 6 в бункер 7 на поверхні.

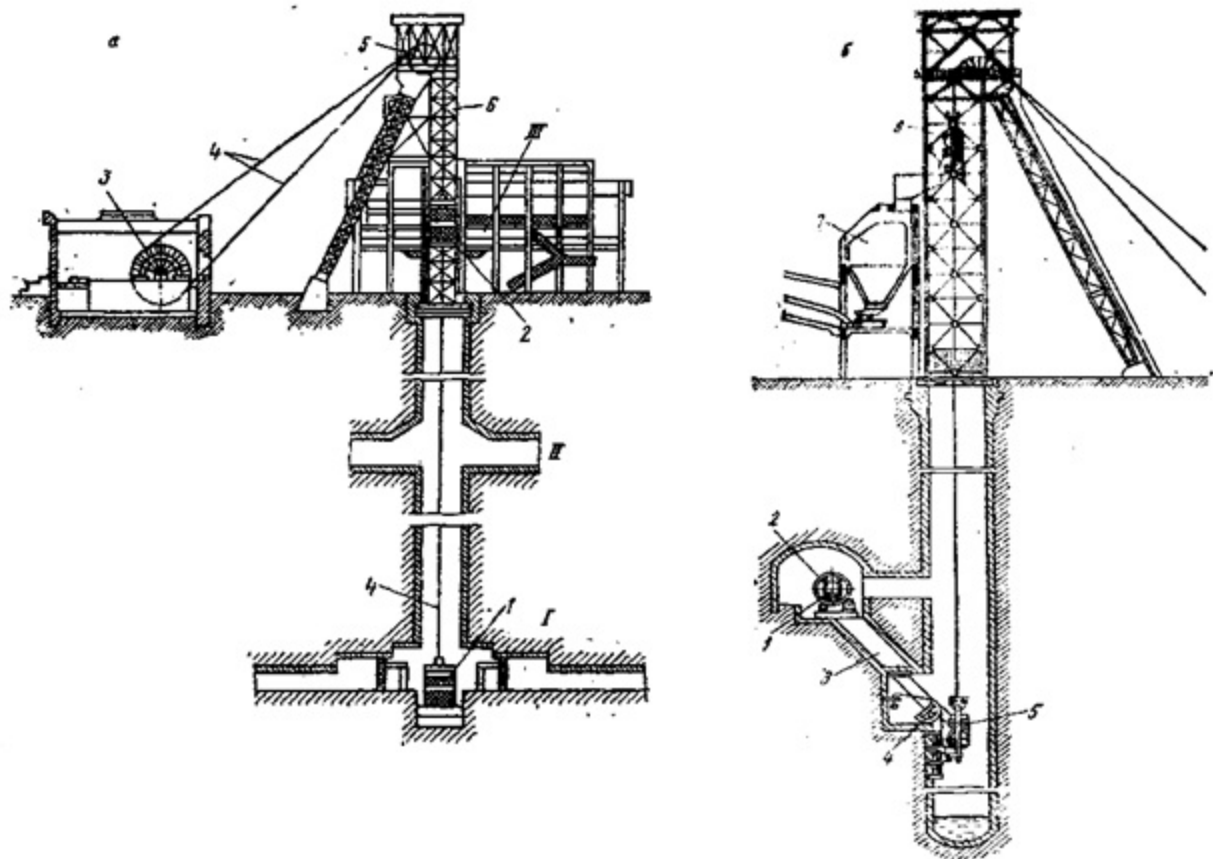


Рис. 76. Підймальні установки: *a* – кліткова; *б* – скіпова

Іноді використовують установки з однією підйальною посудиною і противагою. Підймальна установка складається з органів навівання, канатів, редуктора, двигуна, апаратури управління і захисту. Вона розміщена в приміщенні на поверхні землі, або на копри (в багатоканатних установках).

Контрольні запитання до теми 5.1:

- 5.1.1. За якими признаками класифікують шахтні підймальні установки?
- 5.1.2. Загальна будова кліткової підйальної установки.
- 5.1.3. Загальна будова скіпової підйальної установки.

Тема 5.2.

План:

- 5.2.1. Підймальні посудини: бадді, клітки, скіпи.
- 5.2.2. Підймальні канати.
- 5.2.3. Напрявні і відхиляючі шківни.
- 5.2.4. Копри.
- 5.2.5. Органи навівання і шківни тертя.

5.2.6. Редуктори.

5.2.1. *Бадді* використовують при проходці і поглибленні стволів шахт для транспортування породи, матеріалів, обладнання і людей.

Баддя (рис. 77, а) складається зі звареного кузова 1 і дуги 2. Кузов і дно виготовляють з листової сталі товщиною відповідно 6...8 і 10...12 мм. Бадді діляться на самоперекидні (БСП) і неперекидні (БП). Самоперекидна баддя має дві цапфи 3, довкола яких вона повертається під час розвантаження. Цапфи входять в гнізда 4 напямної рамки (рис. 77, б). Зверху розміщено зонти 5.

Баддю підвішують до каната за допомогою підвісного пристрою (рис 78, а). Дуга входить в крюк 1 із заціпкою 2. Крюк спирається на підшипник 3 вмонтований в нижню траверсу 4. Верхня траверса 5 з'єднується з нижньою щоками 6. Канат кріпиться в основній клиновій муфті 7 і запобіжній голковій 8.

Підвісний пристрій для прядених канатів (рис. 78 б) аналогічний розглянутому, канат кріпиться у клиновій муфті 9. Використовують також контрольні кріплення 10 і 11, а також шайбу-амортизатор 12.

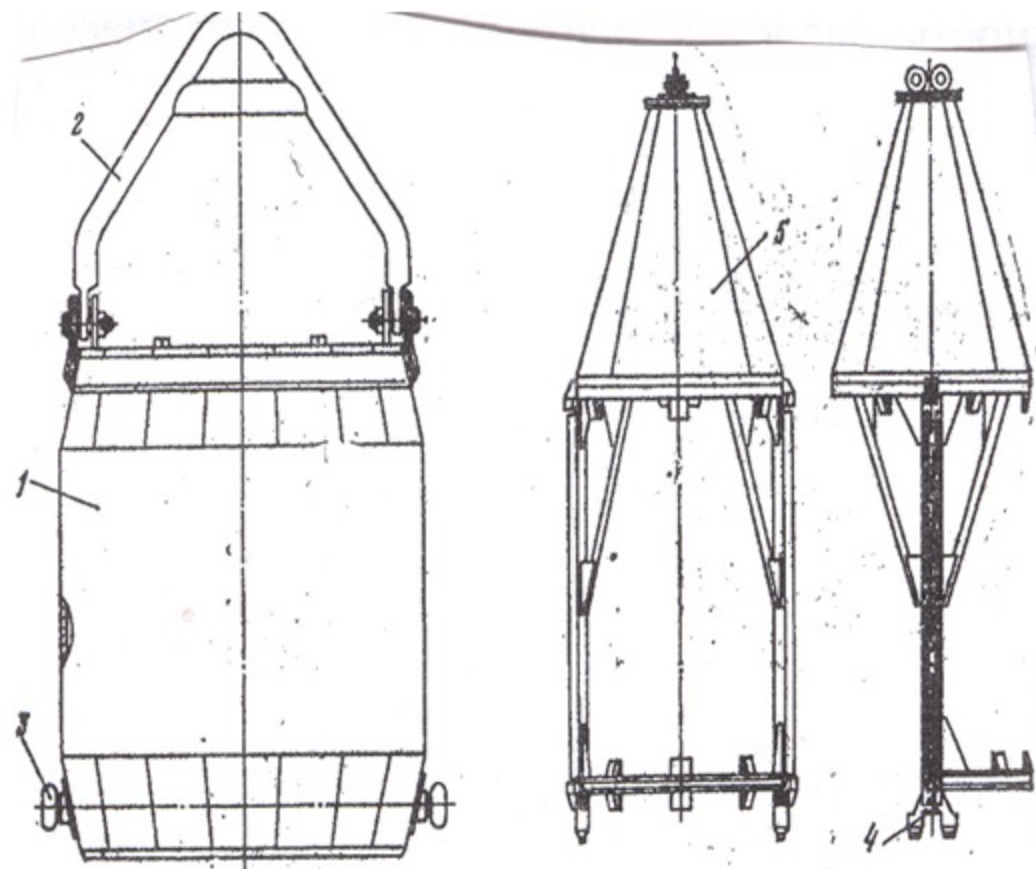


Рис. 77. Самоперекидна баддя

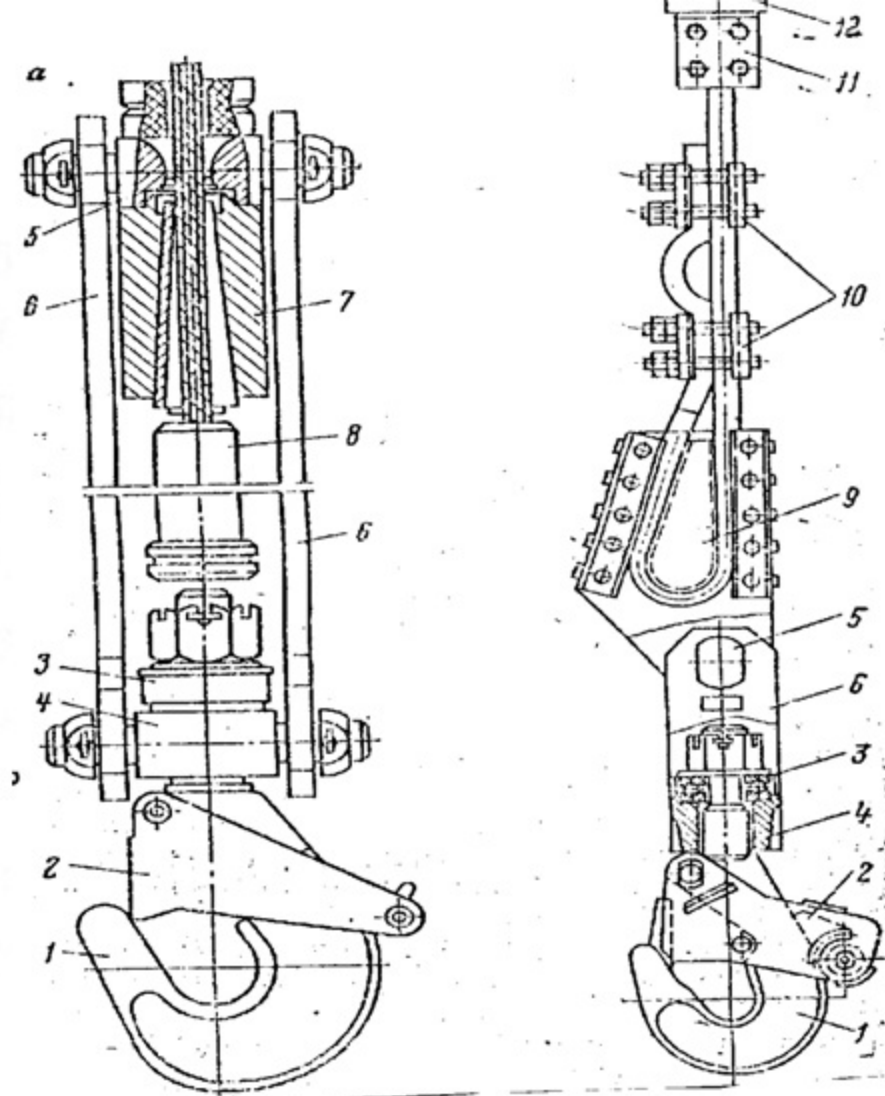


Рис. 78. Підвісні пристрої бадді

Клітки застосовують для спускання-піднімання людей і різноманітних вантажів. Застосовують одноповерхові і двоповерхові клітки на одну або дві вагонетки на одному поверсі. Клітка (рис. 79) складається з каркаса 1, який утворений горизонтальними рамами вертикальними і похилими стійками, підвісного пристрою 2, парашута 3, напрямних

башмаків чи роликів 4, стопорів 5 для утримання вагонетки, напрямних муфт 6, які діють на гальмівні канати 7, дверей 8, даху 9. Стінки клітки виготовляють з листової сталі 2...3 мм. Підвісний пристрій складається з причіпного пристрою і елементів підвіски.

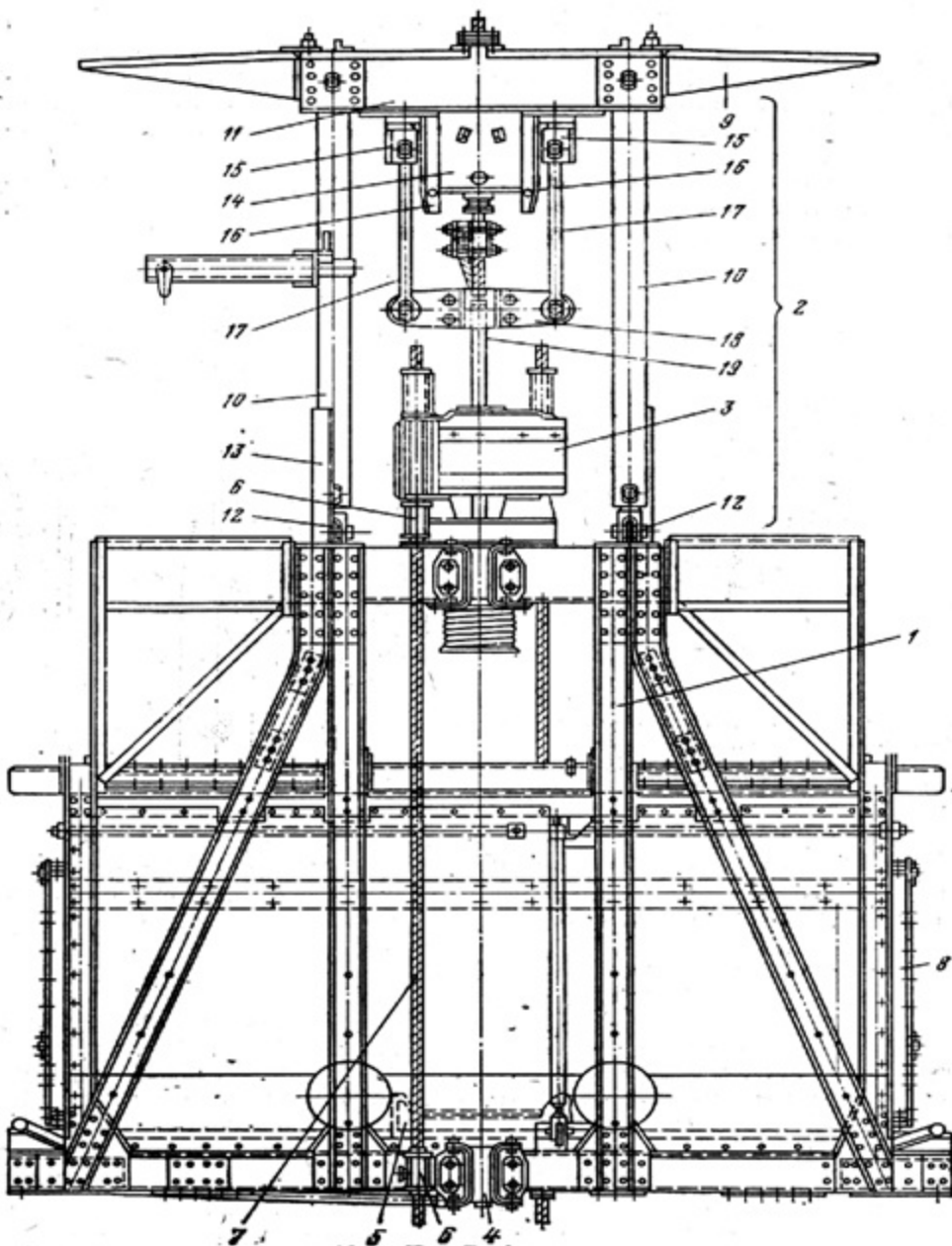


Рис . 79. Неперекидна клітка

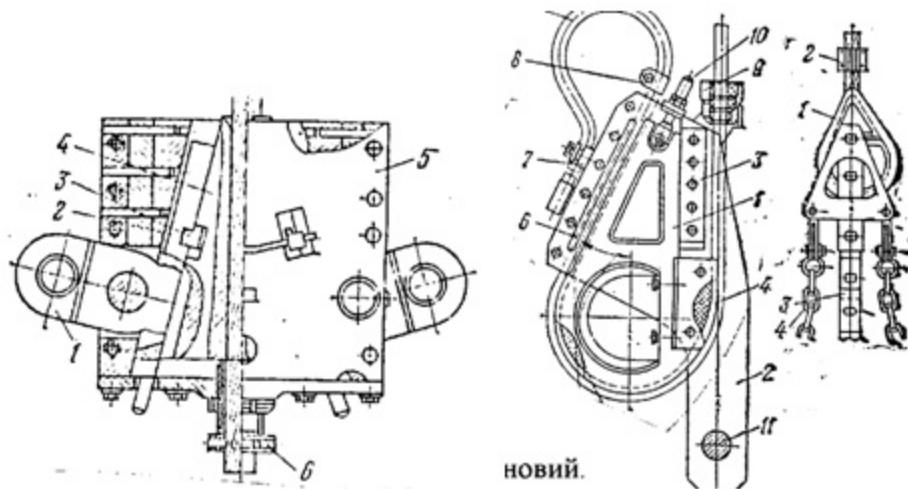


Рис. 80. Причіпні пристрої: *а* – балочно-клиновий, *б* – клиновий

У балочно-клиновому пристрої КРГ (рис. 80, *а*) посудина своєю вагою діє на балки 1, які за допомогою вертикальних 2 і горизонтальних 3 клинів передають зусилля на зворотні клини 4, які утримують підймальний канат. Корпус 5 прикритий знизу втулкою 6, під якою встановлюють контрольне кріплення.

У клиновому пристрої ККБ (рис. 80, *б*) рухомий клин 1 входить в корпус, щоби 2 якого з'єднані між собою болтами 3. На клині 1 є футерована вставка 4, канат 5 обвиває клин, проходить через вкладиш 6 і кріпиться до скоби 7. На канаті є контрольне кріплення 8, втулка 9, гвинтовий натяжний пристрій 10. З підйальною посудиною пристрій з'єднаний пальцем 11.

В шарнірному підвісному пристрої (рис. 79) стійки 10 шарнірно з'єднані з балкою 11 з вушками 12 клітки. Поворот стійок обмежується кронштейнами 13. Навантаження від причіпного пристрою 14 передається на балку через опори 15. Кутники 16 являються напрямними для коуша 14. У випадку обриву основної підвіски, клітка утримується на запобіжній, яка складається з тяги 17, траверси 18 і штока підвіски 19.

Підвісний пристрій типу УПК з клиновим причіпним пристроєм (рис. 81).

Підвісні пристрої багатоканатних установок бувають невірноваженими і врівноваженими. Основними деталями невірноваженого підвісного пристрою (рис. 82, *а*) є причіпні 1 і гвинтові 2 пристрої регулювання натягу канатів. Ці пристрої приєднані до траверси 3. У врівноважених підвісних пристроях навантаження рівномірно розподіляється між канатами. В балансирному (рис. 82, *б*) пристрої канати кріпляться до причіпних пристроїв 1, які за допомогою штанг 2 приєднані до балансирів 3. Натяг між парами канатів вирівнюється балансиром 4, який з'єднаний штангою з балкою 6.

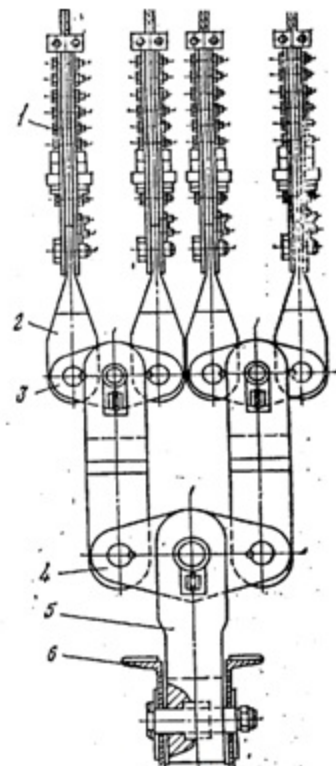
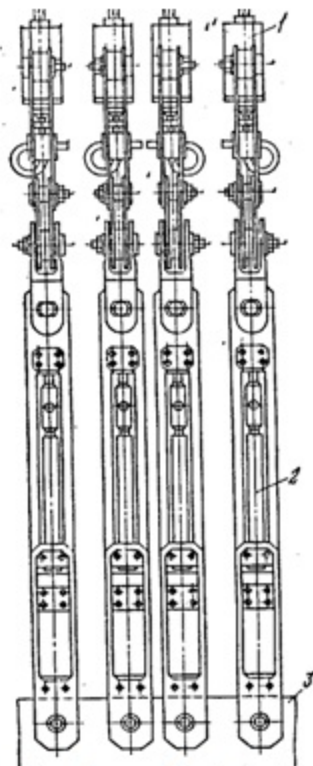
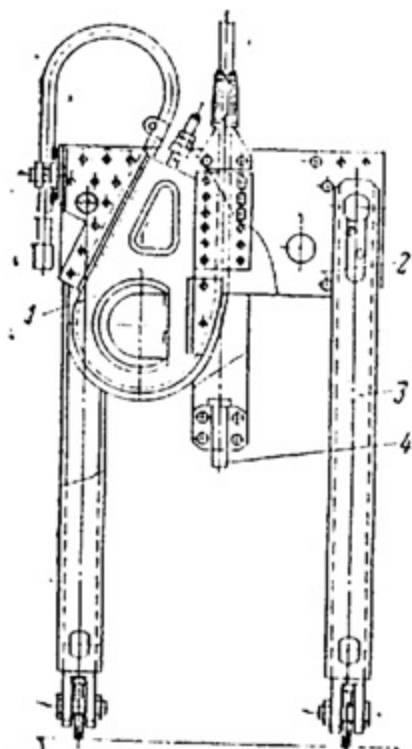


Рис. 81. Підвісний пристрій УПК Рис. 82. Підвісний пристрій багатоканатних підймальних

установок

Для плавного руху підймальних посудин паралельно осі ствола шахти застосовують провідники, по два на кожен клітку. Металічні провідники бувають двотаврові, коробкового типу і канатні. Застосовують також дерев'яні провідники, але вони менш довговічні. По провідниках рухаються напрямні пристрої, закріплені на підймальних посудинах. Це можуть бути башмаки ковзання закритого (рис. 83, а) і відкритого (рис. 83, б) типу для швидкості посудини до 7 м/с. На коробчатих провідниках застосовують роликіві напрямні пристрої (рис. 83, в).

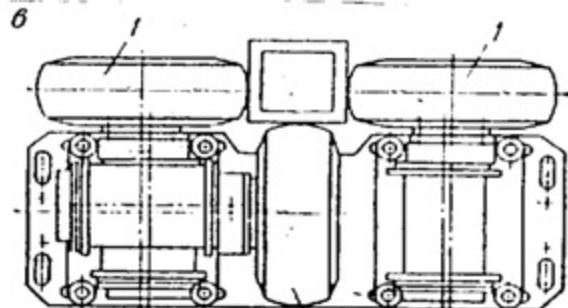
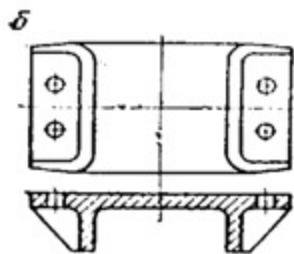
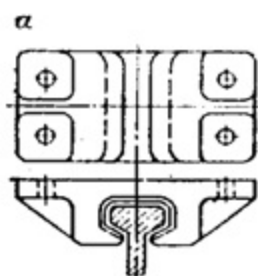


Рис. 83. Направні пристрої підймальних посудин

Згідно ПБ, клітки оснащують парашутами, які повинні забезпечити автоматичну зупинку клітки при обриві каната. Сповільнення порожніх кліток повинно бути не більше 50 м/с^2 , а з максимальним числом людей – не менше 6 м/с^2 .

Парашут складається з вловлювачів і привідного пристрою. Джерелом енергії являється маса клітки і сила пружини. Парашути своїми вловлювачами можуть діяти на гальмівні канати або провідники.

Парашут ПТК (рис. 84) з миттєвим захватом за два гальмівні канати. У випадку обриву підйомального каната пружина 1 відтискає вниз шток 2 і за допомогою траверси 3 і вушок 4 повертає балки 5 довкола осей 6. Клини 7 підіймаються ввєрх і затискають гальмівні канати, на яких зависне клітка. На рис. 84 також позначено: 9 – напрямна втулка, 10 – шток підвіски.

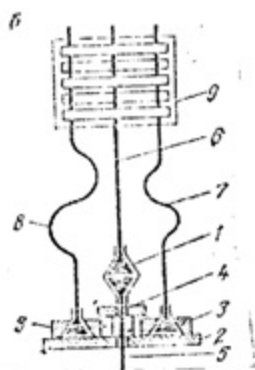
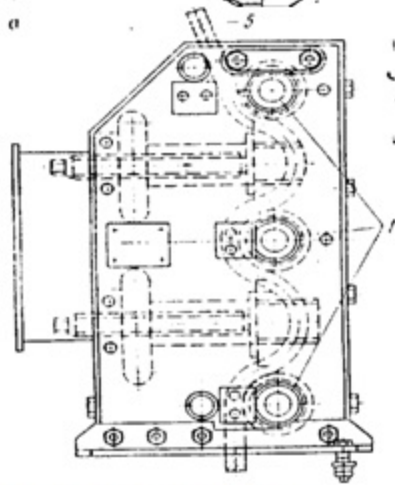
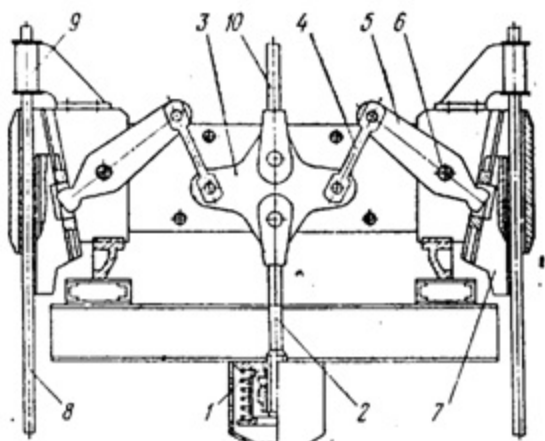


Рис. 84. Парашут ПТК канатів:

Рис. 85. Пристрої для кріплення і протяжки амортизаційних

а – канатно-гвинтовий амортизатор; б – потрійна

з'єднувальна муфта

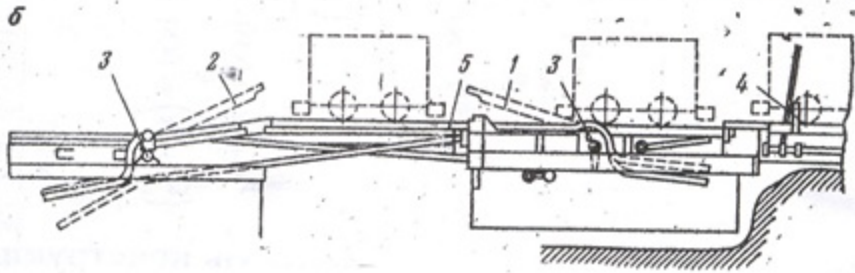
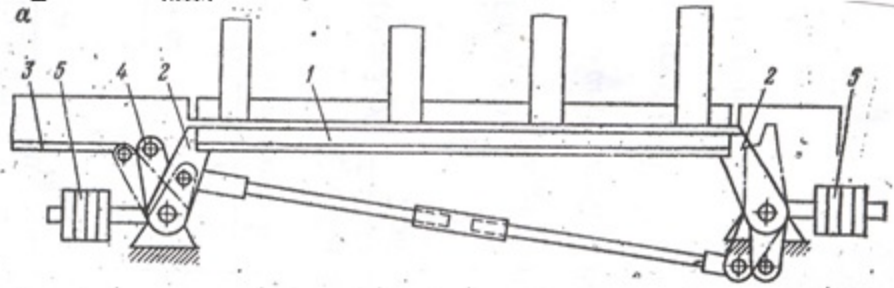
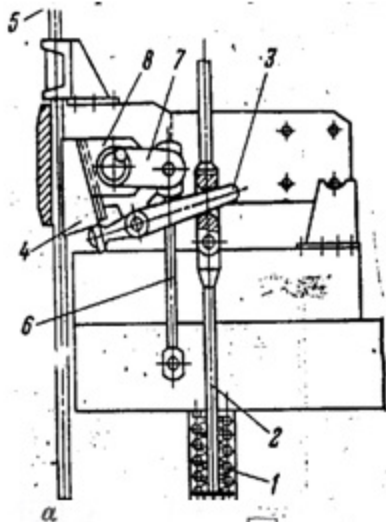


Рис. 86. Парашут ПКЛ Рис. 87. Посадочні пристрої для кліток: а – кулаки; б – поворотні площадки

Парашути ПКЛ (рис. 86) вловлюють клітку за один гальмівний канат. При обриві підйимального каната пружина 1 відтискає шток 2 вниз. При цьому балка 3 повертається і підймає клин 4 вгору, затискаючи гальмівний канат 5. Клітка, через тягу 6, діє на ексцентрикову балку 7, яка тисне на колодку 8 і ще більше затискає гальмівний канат клином 4.

Парашути ПДП вловлюють клітку за дерев'яні провідники. Вони складаються з пружинного привідного механізму, балочної передачі і чотирьох вловлювачів. При обриві каната вловлювачі своїми гребенями проникають в провідники.

Клітки на приймальних площадках встановлюють на кулаки або залишаються висячими на канаті.

Якщо застосовують кулаки 2 (рис. 87, а), то клітка 1 підіймається дещо вище, після чого тяги 3 і 4 підводять кулак під клітку. При опусканні клітка трохи підіймається, кулаки під дією противаг 5 відходять і клітка опускається в ствол.

Кулаки строго визначають положення клітки і сприймають удари при завантаженні і розвантаженні, але при рушанні з місця на канат діє ударне навантаження. Існує можливість жорстокої посадки клітки на кулаки, додається час на постановку і зняття клітки з кулаків.

Для завантажування кліток застосовують також поворотні площадки-платформи 1 і 2, які повертаються довкола осей 3 (рис. 87, б). Вагонетка після стопора 4, за допомогою штовхача, опускає площадку 1 на підлогу 5 клітки, виштовхуючи звідти порожню вагонетку, яка виходить по площадці 2.

Скіпи призначені для транспортування корисних копалин і породи. Він складається з рами, кузова і підвісного пристрою. До рами, яка складається із швелерів, кріплять кузов, підвісні і направляючі пристрої. Кузов виготовляють звареним або клепанним з листового металу товщиною 6...10 мм.

На рис. 88 зображено скіп з нерухомим відносно рами 2 кузовом 1 і секторним затвором 4, до рами прикріплена зонд-площадка 3. При підході до верхньої приймальної площадки ролик 6 входить в розвантажувальні криві. Сектор 4 повертається довкола шарніра 7, а площадка 5 висувається по валу 8. Через утворений отвір вугілля висипається по площадці 5 в бункер.

В скіпах з клапанним затвором (рис. 89) клапан 4 закриває розвантажувальний отвір. Дві бокові стінки 18, з'єднані з клапаном, утворюють жолоб, по якому вугілля висипається в бункер 1. При цьому ролики 6 відтискаються розвантажувальними кривими 16, через що підіймається защіпка 5, звільняючи клапан. Одночасно ролики 13 відтискаються розвантажувальними кривими 17 так, що вал 11 виходить з гнізд защіпок 10. Рух вала 11 шарнірним механізмом 14 передається валу 12, який підіймається і ролики 8 звільняють затвор. Останній спирається балками 3 на катки 15. Вугілля висипається в бункер. При опусканні скіпа катки притискають клапан в початковий стан.

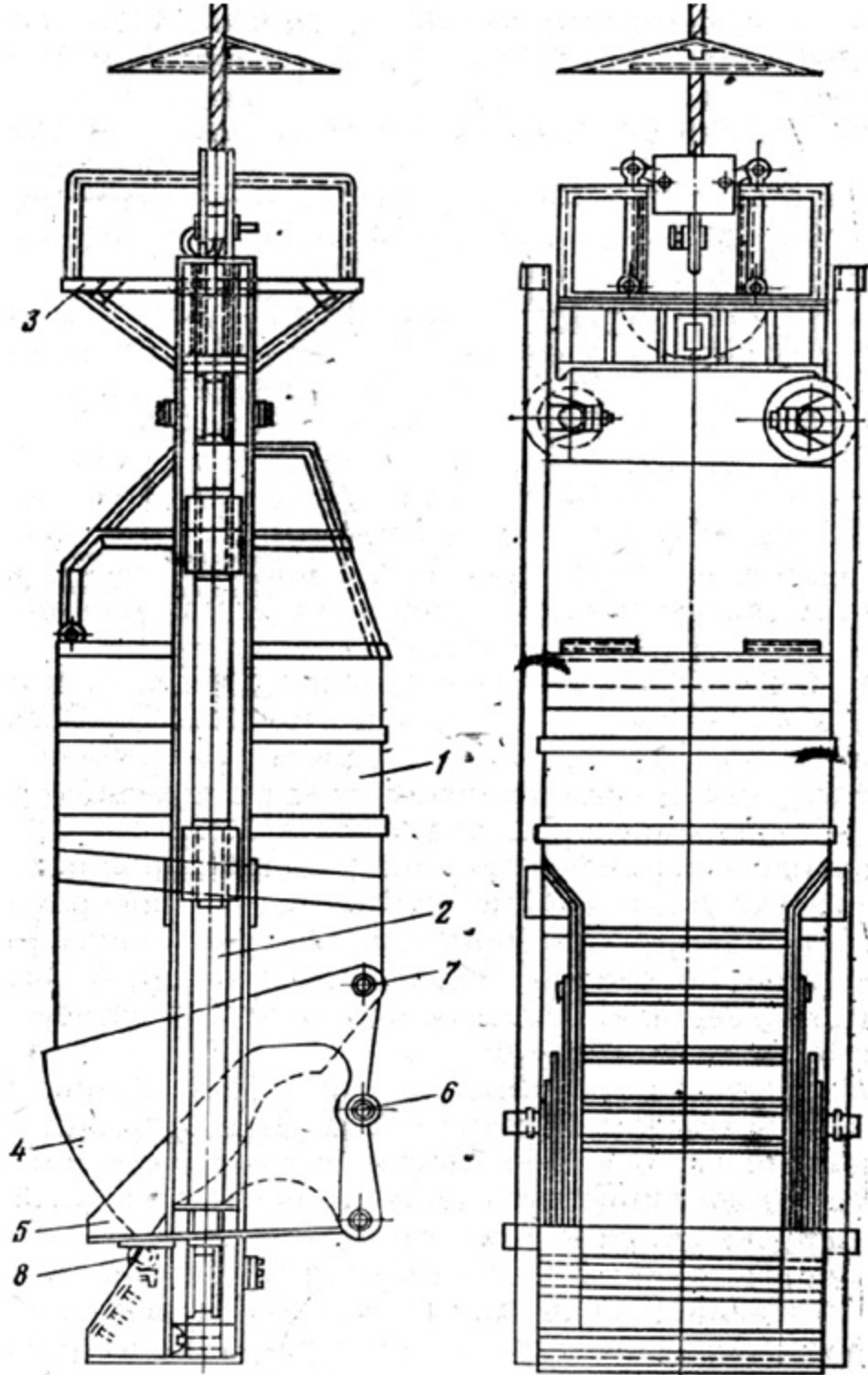


Рис. 88. Скіп із секторним затвором

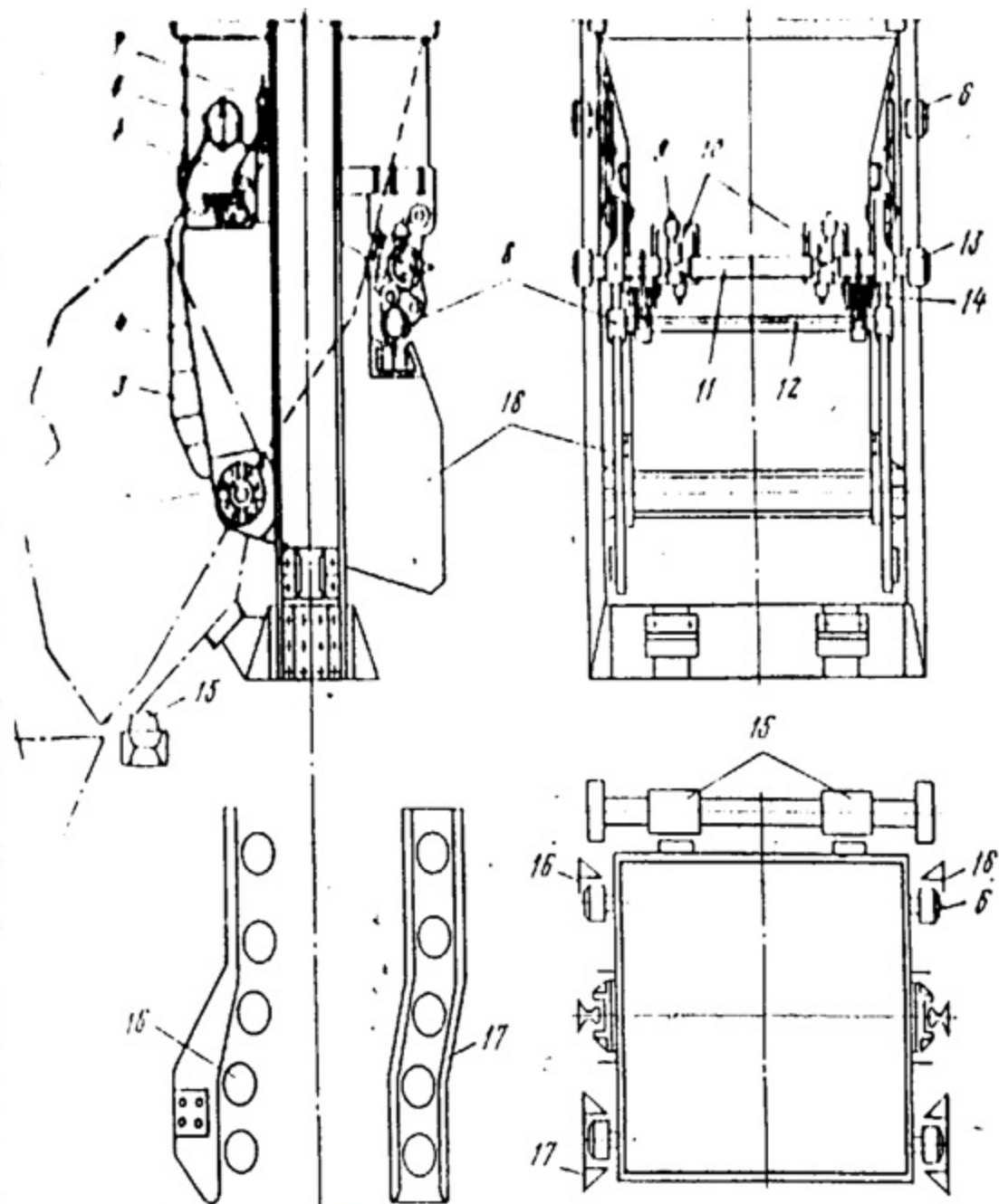


Рис. 89. Скіп із клапанним затвором

Скіп з перекидним кузовом (рис. 90) має раму 1, до якої при допомозі шарніра 2 зв'язаний кузов 3. Перекидання кузова на кут $135...145^\circ$ відбувається за рахунок роликів 5, які переміщуються по розвантажувальних кривих 6. Кузов під час розвантажування поличками 7 спирається на копрові ролики. Скіпи з перекидним кузовом застосовується для вологості вугілля більше 25% і наявності домішок глини.

Підвісний пристрій скіпів (рис. 91) має одинарну підвіску і складається з причіпного пристрою типу КРГ, тяг 2, контрольного кріплення 3 і траверси 4, яка з'єднана з рамою 5 скіпа. Застосовують також для скіпів клинові причіпні пристрої.

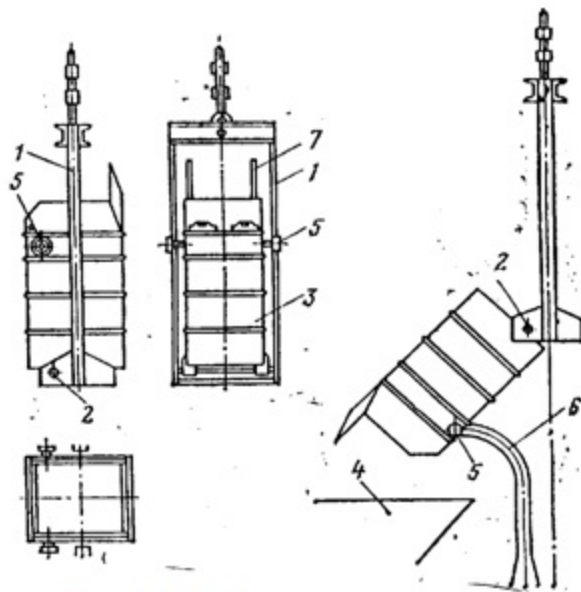


Рис. 90. Скіп з перекидним кузовом

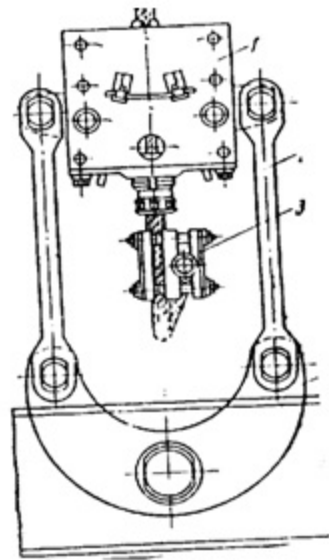


Рис. 91. Підвісний пристрій

скіпів

5.2.2. Підймальні канати виготовляють з дротиків високосортної сталі марки В для кліткових установок і марки 1 для скіпових. Границя міцності матеріалу дротиків $\sigma_b = 1600 \dots 1900$ МПа, діаметр 0,2...4 мм. Іноді дротики покривають цинком.

Для виготовлення каната деяка кількість дротиків навивається довкола центрального дротика, утворюючи пряжу, а при самостійному використанні канат простого навивання. Якщо декілька праж навиті довкола органічного сердечника, то отримуємо канат подвійного навивання (рис. 92, а – д). Органічний сердечник пропитують спеціальною речовиною, яка запобігає корозії. Використовують канати з металічними сердечниками. Канати більш складної конструкції показані на рис. 92, д.

Розрізняють канати точкового дотику (ТД), точково-лінійного (ТЛД), поверхневого (ПД). В ТД канатах виникають великі напруження в точках дотику, що приводить до швидкого зношування канатів. В кращих умовах є ТЛД канати, в яких внутрішні дротики мають лінійний контакт і точковий зі суміжним шаром. Канати ЛД, порівняно з попередніми, мають найкращі умови роботи.

Канати ПД (рис. 92, е) отримують шляхом пластичного обтискання праж ЛД. Канати такої конструкції не розкручуються. Мало розкручуються канати, які мають два або більше навитих шарів праж.

Пряжі бувають трикутної форми (рис. 92, з), в яких краще використовується площа поперечного перерізу.

Розрізняють праве і ліве навивання праж. Якщо навивання дротиків і праж співпадають, то це будуть канати одностороннього навивання, якщо протилежні - хрестового навивання.

В канат закритої конструкції (рис. 92, е) добре використовується площа поперечного перерізу. Внутрішня частина складається з круглих дротиків, потім X – подібних і зовнішній із Z – подібних, які утворюють гладку поверхню.

Плоскі канати (рис. 92. ж) виготовляють зшиванням в одну стрічку декількох (найчастіше 8) канатів з чотирьох прях. Металічна обшивка пропускається поміж прями. Такі канати є гнучкі і не розкручуються, але дорогі і мають менший термін служби ніж круглі.

Розрахунок підйимального каната проводять на розривне статичне навантаження. Інші навантаження враховують збільшуючи запас міцності каната – z. Згідно ПБ для спуску – підймання людей z = 9, для вантажних z = 7.

Максимальне розривне навантаження на канат виникає у верхньому перерізі біля направляючого шківа. Рівняння міцності каната має вигляд

$$(Q_x + Q_c + p \cdot H_x) \cdot g = \frac{\sigma_s}{z} S_x, \quad (81)$$

де Q_x – маса вантажу; Q_c – маса підйимальної посудини; H_x – довжина каната; σ_s – границя міцності дротиків; S_x – сумарна площа поперечного перерізу дротиків; p – лінійна маса каната

$$p = S_x \rho \beta, \quad (82)$$

де ρ – густина сталі; β – коефіцієнт навивання, який залежить від конструкції прях. Величина $\rho_0 = \rho \cdot \beta$ – умовна густина каната, приймається: для канатів з круглими прями 9400 кг/м³; з трикутними прями 9200 кг/м³; для канатів закритої конструкції 8700 кг/м³. Тоді

$$S_x = \frac{p}{\rho_0}. \quad (83)$$

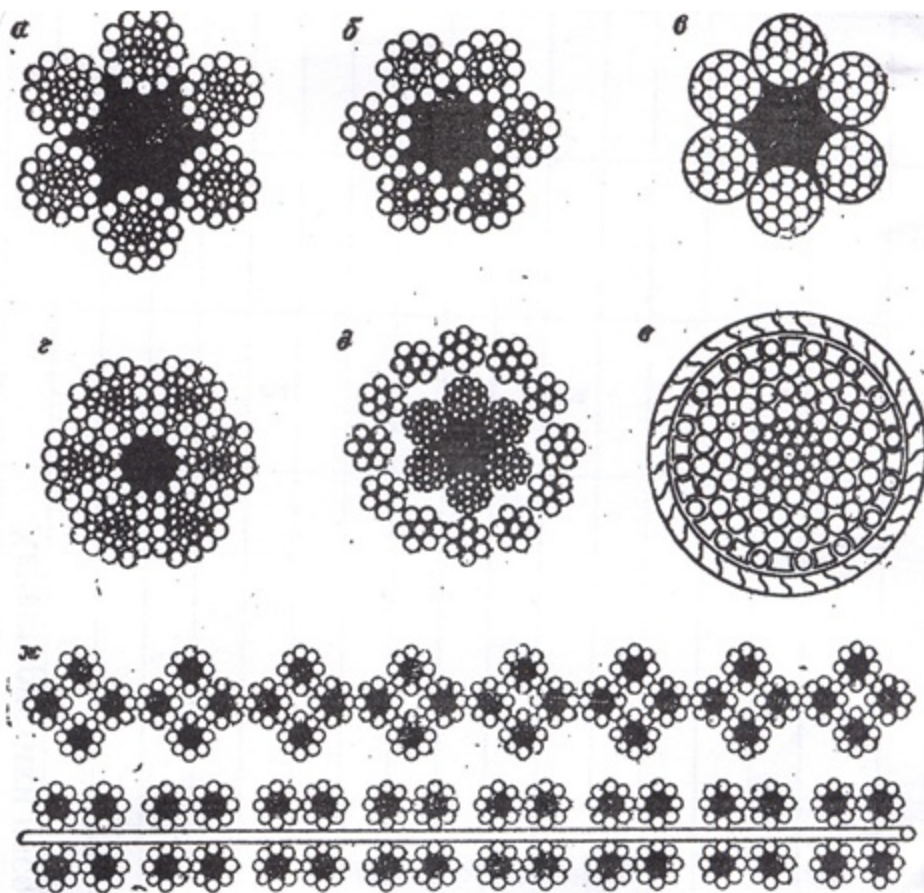


Рис. 92. Канати

Формула для проектного розрахунку канатів

$$p = \frac{Q_k + Q_c}{\frac{\sigma_\epsilon}{gz\rho_o} - H_k} \quad (84)$$

Перевірку міцності каната проводять за формулою

$$z = \frac{Q_p}{g(Q_k + Q_c + pH_k)} \quad (85)$$

де Q_p – сумарне розривне зусилля всіх дротиків каната.

5.2.3. Напрявні шків одноканатних підймальних установок розміщені на копрі і служать для підтримання підймальних канатів і направлення їх в стволі.

Основними частинами направляючих шківів (рис. 93) є зовнішній жолоб 1, по якому рухається канат, спиці 2, маточина 3 закріплена на осі 4 за допомогою шпонки, підшипники 5. Для запобігання осьового зсуву шків на осі встановлюють кільця.

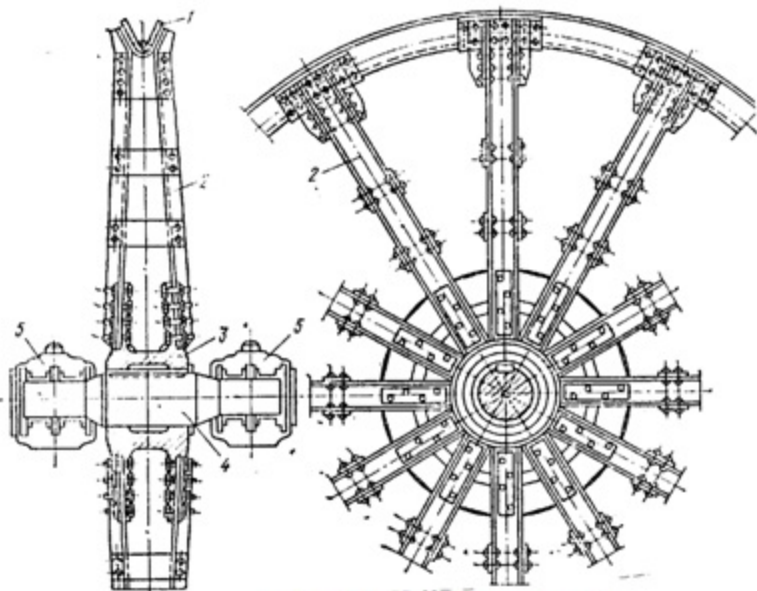


Рис. 93. Напрямний шків

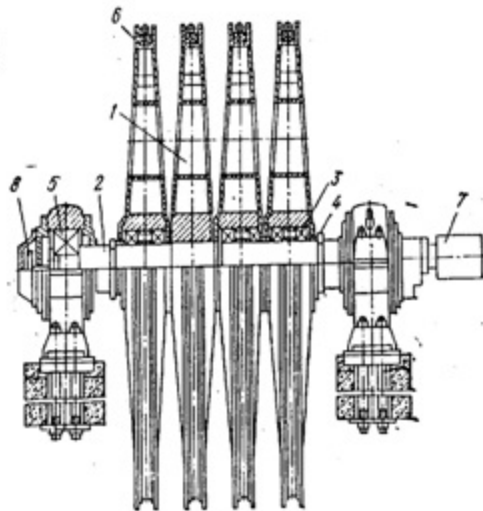


Рис. 94. Відхиляючі шків

Шків діаметром до 3 м мають сталевий литий жолоб і круглі спиці, при діаметрі шківів 4; 5; 6 м застосовують сталевий штампований жолоб і спиці зі швелера, з'єднані болтами з маточиною і заклепками з жолобом.

Відхиляючі шків багатоканатних підймальних установок розміщені на копрі нижче машини. Вони необхідні для встановлення необхідної відстані між осями підймальних посудин в стволі. Кут відхилення канатів для зменшення зношування повинен бути не більшим 15° , кут обхвату ведучого шківів при цьому буде $190 \dots 195^\circ$.

Один з відхиляючих шківів 1 (рис. 94) закріплений на осі 2 на пресовій посадці, а решта можуть вільно обертатися на роликівих підшипниках 3, що виключає ковзання канатів по шківів. Кільця 4 фіксують шківів від осьового зміщення. Вісь 2 спирається на роликіві підшипники 5. Жолоб 6 футерований пластиком або гумою. На осі 2 закріплені тахогенератор 7 і датчик 8 апарату контролю ходу. Діаметри відхиляючих шківів 2 або 3 м.

5.2.4. Копри необхідні для підтримання шківів, кріплення провідників, які виходять зі ствола, розвантажувальних кривих чи посадочних кулаків. При багатоканатних підймальних установках на копрі розміщена підймальна машина.

У випадку розміщенні підймальної установки на поверхні землі основними частинами копра (рис. 95) будуть: вертикальний станок 1, нога 2, яка підпирає його у верхній частині і закріплена внизу на бетонному фундаменті. Площадка 3 для напрямних шківів.

Застосовують копри наступних конструкцій:

– А – подібні (рис. 95, а) представляють собою ферму, яка сприймає всі навантаження від підймальної установки, власної ваги і вітру, станок незалежний від ферми і сприймає навантаження від провідників і підймальних посудин;

– чотиристійкові (рис. 95, б), які являються одночасно робочою частиною копра і станком, похила нога 2 сприймає зусилля від натягу канатів;

– шатрові (рис. 95, в) застосовують для обслуговування двох підймальних установок, розміщених в одному стволі, станок є незалежним від копра;

– баштові залізобетонні (рис. 95, г) застосовують для багатоканатних підймальних установок, висота копрів головних установок 90...130 м, допоміжних 50...60 м.

5.2.5. Органи навівання забезпечують одночасне підймання однієї підймальної посудини і опускання іншої намотуванням одного каната і розмотуванням іншого або приведенням каната в рух силою тертя, яка виникає між ним і ведучим шківом.

Розрізняють циліндричні барабани, ведучі шкиви тертя і органи навівання змінного радіуса. Підймальні машини з циліндричними барабанами виготовляють однобарабанными, в яких один барабан обслуговує два канати, двохбарабанными, в яких кожен барабан обслуговує один канат.

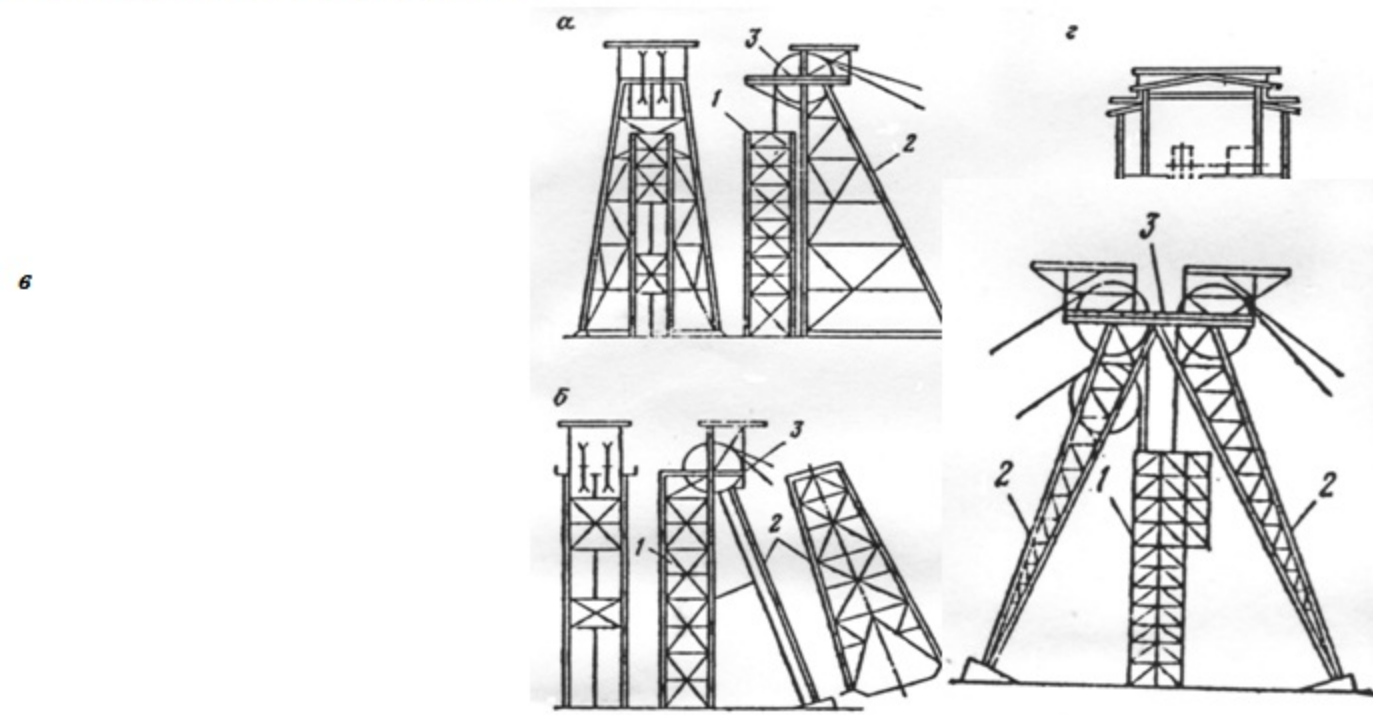


Рис. 95. Копри

Корінна частина двохбарабанных машин 2Ц-4х1,8; 2Ц-4х2,3; 2Ц-5х2,4; 2Ц-5х2,4; 2Ц-6х2,4 (рис. 96) складається з вала 1 з зубчатою муфтою 13, роликowymi сферичними підшипниками 3, встановленими в роз'ємних корпусах 4, заклиненого 9 і переставного 6 барабанів з внутрішніми кільцями жорсткості 7. Барабан 9 кріпиться до вала за допомогою маточини 11 і болтів, переставний барабан 6 встановлено на підшипниках 12 і з'єднується з

валом за допомогою механізму перестановки 5. На обшивці барабана 8 нарізані канавки, крок яких залежить від діаметра каната. На краях барабанів закріплені гальмівні ободи 2 і ребри 10.

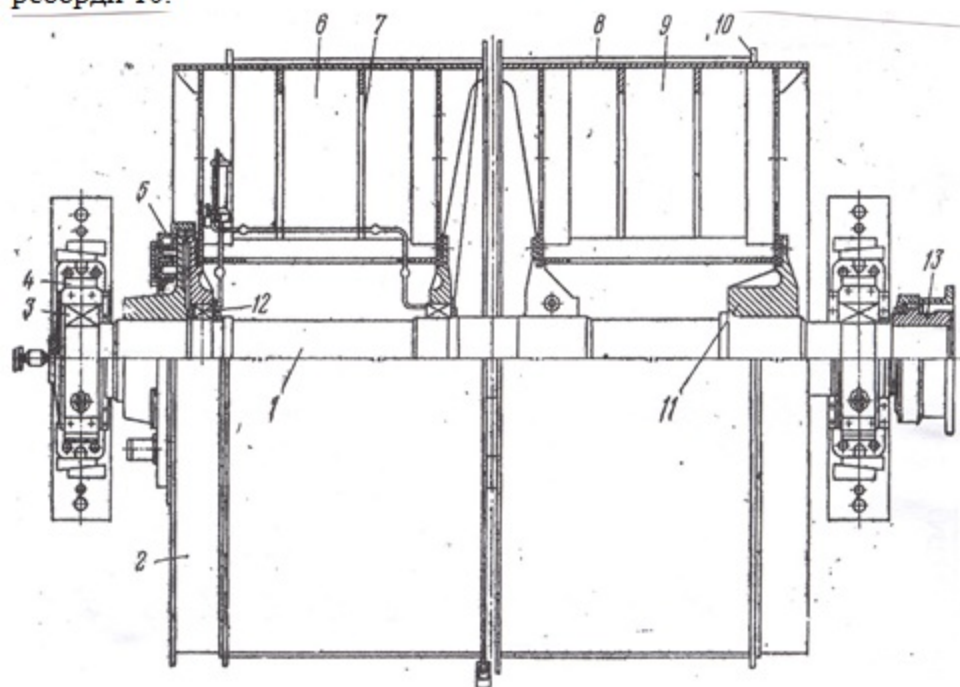


Рис. 96. Корінна частина підіймальної машини типу 2Ц

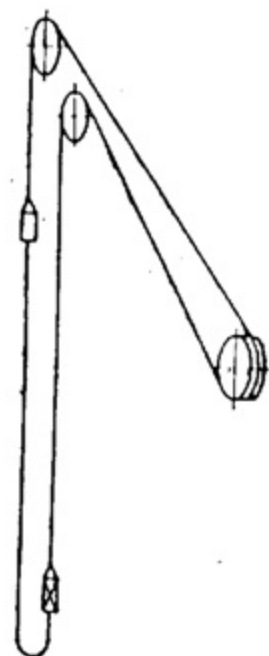


Рис. 97. Схема установки з ведучим шківом тертя

Однобарабанні підіймальні машини ДМЗ мають суцільний барабан, в середині якого барабан з електроприводом для розміщення на ньому запасу каната для випробування.

Однобарабанні підіймальні машини НКМЗ типів: ЦР-4х3/0,7; ЦР-5х3/0,6; ЦР-6х3/0,6 і ЦР-6х3,4/0,6 (ЦР – циліндричний розрізний барабан, числа (м): діаметр і ширина барабана, знаменник – ширина переставної частини).

Діаметр барабана D_b повинен бути в 79 більшим від діаметра каната d_k . Для двохбарабанних машин на кожному барабані повинен поміститися: канат довжиною, яка дорівнює висоті піднімання H ; канат для випробування довжиною $l_e = 30 \dots 35$ м; витки тертя $n_{em} \geq 3$ для футерованих шківів і $n_{em} \geq 5$ для не футерованих. Між витками залишають зазор $b_3 = 2 \dots 3$ мм.

Ширина барабана двохбарабанних машин визначиться за формулою

$$B_k = \left(\frac{H + l_e}{\pi D_b} + n_{em} \right) \cdot (d_k + b_3); \quad (86)$$

для однобарабанної машини

$$B_x = \left(\frac{H + 2l_{\varepsilon}}{\pi D_{\varepsilon}} + 2n_{\varepsilon m} + n_{\varepsilon z} \right) \cdot (d_x + b_z), \quad (87)$$

де $n_{\varepsilon z} = 2$ – число витків між канатами, які намотуються і розмотуються.

Для установок з ведучим шківом тертя (рис. 97, а) підймальний канат охоплює шків і через напрямні шківів подається до підймальних посудин, до яких прикріплені два його кінці. Наявність зрівноважувального каната обов'язкова.

Багатоканатні підймальні установки (рис. 97, б) застосовують на глибоких і надглибоких шахтах. Підймальні посудини 1 підвішені на декількох канатах 2. До посудин прикріплені також зрівноважувальні канати. На баштовому копрі розміщена підймальна машина з ведучим шківом 4 і відхиляючим 5.

Схема підймальної установки з органом навивання змінного радіуса показана на рис. 98. Барабан складається з малого циліндра 1, конуса 2 і великого циліндра 3. Швидкість посудин зростає під час переходу на великий циліндр.

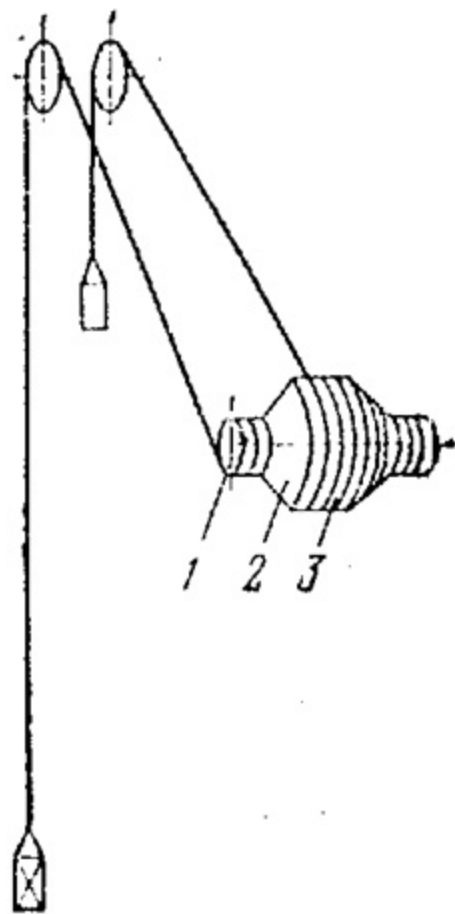


Рис. 98. Схема підіймальної машини з органами навівання змінного радіуса

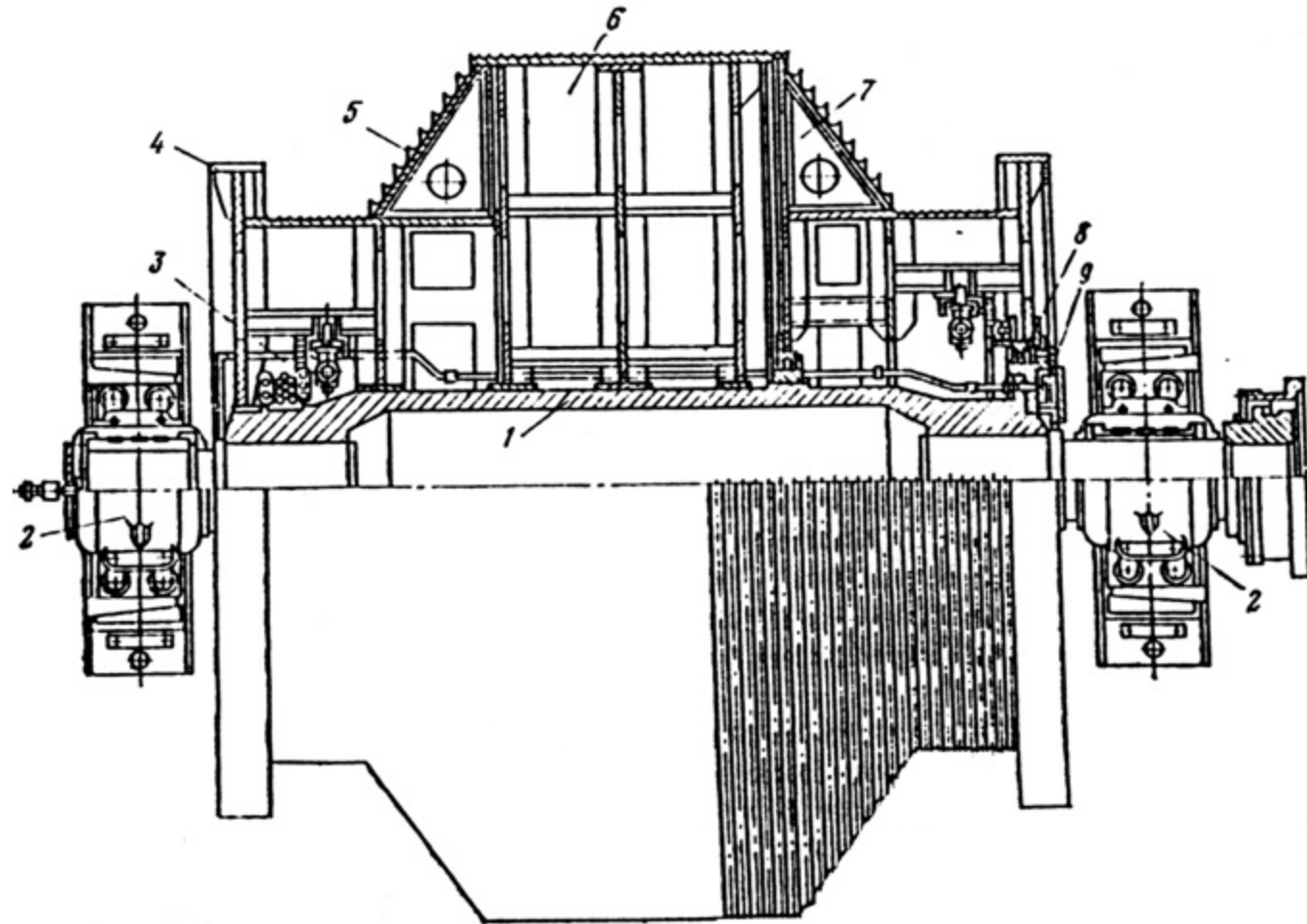


Рис. 99. Корінна частина підіймальної машини БЦК

5.2.6. Редуктори зв'язують двигуни з органами навівання через зубчаті або пружинні муфти. Вони знижують швидкість обертання і підвищують крутний момент.

Редуктори випускають одноступеневі (ЦО) і двоступеневі (ЦД) з циліндричними косозубими і шевронними колесами, а також з зачепленням Новикова (Н).

Редуктор вибирають по крутному моменту на веденому валу

$$M = \left(\frac{8300 N_{\partial\epsilon} \eta_n}{n_{\partial\epsilon}} \lambda_n - 0,25 \frac{GD^2}{9,8R} i \right) \cdot i, \quad (88)$$

де $N_{\partial\epsilon}$, $n_{\partial\epsilon}$, GD^2 , λ_n – відповідно потужність, швидкість обертання, маховий момент ротора і переваантажувальна здатність двигуна; R – радіус барабана; i , η_n – передавальне число і К.К.Д. редуктора.

Контрольні запитання до теми 5.2:

- 5.2.1. Які типи підймальних посудин застосовуються на шахтах?
- 5.2.2. Які типи канатів застосовують на підймальних установках?
- 5.2.3. Для чого застосовують напрямні і відхиляючі шківів?
- 5.2.4. Призначення і основні види копрів?
- 5.2.5. Які види барабанів і шківів тертя застосовують на шахтах?
- 5.2.6. Призначення редукторів підймальних установок?

Тема 5.3. Розміщення підймальної установки відносно ствола шахти

План:

- 5.3.1. Визначення висоти копра і основних параметрів.
- 5.3.2. Кути відхилення струни каната.

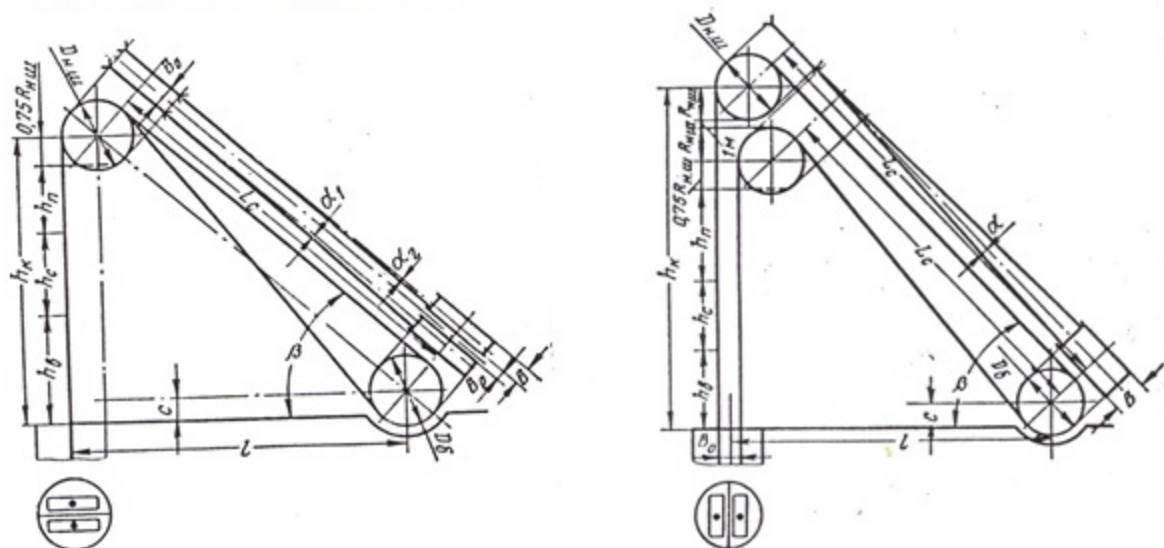


Рис. 100. Схема розміщення підймальних установок відносно ствола шахти

5.3.1. Висота копра h_k – це відстань від гирла шахти до осі напрямного шківів. Вона складається з:

– висоти від гирла шахти до верхньої приймальної площадки; для кліткових установок $h_g = 6 \dots 12$ м, для скіпових $h_g = 11 \dots 25$;

– висоти h_c від рівня верхньої приймальної площадки до верхнього елементу підвісного пристрою;

– висоти перепідйому; згідно ПТЕ для кліткових установок $h_n \geq 6$ м, для скіпових $h_n \geq 3$ м;

– додаткової відстані $0,75 \cdot R_{\text{нш}}$ ($R_{\text{нш}}$ – радіус напрямного шківа);

$$h_x = h_g + h_c + h_n + 0,75 R_{\text{нш}}. \quad (89)$$

Якщо шківи розміщені в одній вертикальній площині (рис. 100, б) додається діаметр напрямного шківа $D_{\text{нш}}$.

Відстань між віссю ствола і барабана

$$l = (h_x - c) \cdot \text{ctg} \beta + R_{\text{нш}}, \quad (90)$$

де $c = 1 \dots 2$ м – відстань від рівня землі до осі вала барабана; β – кут нахилу струни каната до горизонту; згідно ПТЕ $30^\circ \leq \beta \leq 50^\circ$.

Максимальна довжина струни згідно ПТЕ не повинна перевищувати 65 м, а при $\beta \geq 45^\circ$ – 75 м

$$L_c = \sqrt{(h_x - c)^2 + (l - R_{\text{нш}})^2} \quad (91)$$

5.3.2. Кути відхилення (девації) струни каната – це кут між струною каната і площиною обертання направляючого шківа. Максимальні значення кутів будуть при крайніх положеннях струн. Для запобігання вискакування каната з реборд направляючого шківа, надмірного зношування, а також набігання витків одного на інший, кути відхилення згідно ПТЕ не повинні перевищувати $1^\circ 30'$.

Тангенс кута відхилення для одинарного нерозрізного барабана (рис. 100, б)

$$\text{tg} \alpha = \frac{B - 2n_{\text{ем}}(d_x + b_z)}{2L_c}, \quad (92)$$

для двобарабаних машин розрізняють зовнішній α_1 і внутрішній α_2 кути відхилення (рис. 100, а)

$$\text{tg} \alpha_1 = \frac{2B + B_p - B_o - 2n_{\text{ем}}(d_x + b_z)}{2L_c}, \quad (93)$$

$$\text{tg} \alpha_2 = \frac{B_o - B_p - 2(B - B_x)}{2L_c}, \quad (94)$$

де B_p – відстань між внутрішніми ребордами барабанів; B_o – відстань між направляючими шківками.

Контрольні запитання до теми 5.3:

5.3.1. Як визначається висота копра?

5.3.2. Чому обмежується довжина струни каната?

5.3.3. Чому обмежується кут відхилення струни каната?

Тема 5.4. Кінематика і динаміка підймальних систем

План:

5.4.1. Визначення часу підйомальної операції.

5.4.2. Кінематика підйомальних систем.

5.4.3. Динаміка підйомальних систем.

5.4.1. Вихідними даними для розрахунку являються річна продуктивність A_p шахти і висота підйому H .

Продуктивність підйомальної операції на годину

$$A_z = \frac{CaA_p}{n_\delta n_z}, \quad (95)$$

де $C = 1,5$ – коефіцієнт резерву продуктивності згідно ПТЕ; a – коефіцієнт, що враховує видачу породи, якщо вона видається установкою; $n_\delta = 300$ – число робочих днів в році; $n_z = 18$ – число годин роботи на добу.

Число підйомальних операцій на годину

$$n_{nz} = \frac{1000A_z}{Q_k}. \quad (96)$$

Розрахунковий час підйомальної операції

$$T_{pn} = \frac{3600}{n_{nz}}. \quad (97)$$

Час руху підйомальних посудин

$$T_p = T_{pn} - t_n, \quad (98)$$

де t_n – час паузи, який приймають в залежності від об'єму скіпа і типу кліток.

Середня швидкість піднімання

$$v_{cp} = \frac{H}{T_p}. \quad (99)$$

Орієнтовна максимальна швидкість піднімання

$$v_m = \alpha_c v_{cp}. \quad (100)$$

Згідно ПБ для кліток v_m не повинна перевищувати 12 м/с. $\alpha_c = 1,15 \dots 1,35$.

5.4.2. Графічне зображення зміни швидкості і прискорення в залежності від часу називається відповідно діаграмою швидкості і прискорення.

Для кліткових підйомальних установок приймають трьохперіодні діаграми (рис. 101, а). Згідно ПТЕ приймають прискорення $a_1 = 1 \text{ м/с}^2$, сповільнення $a_3 = 0,75 \text{ м/с}^2$. Модуль прискорень

$$a_m = \frac{a_1 a_3}{a_1 + a_3}. \quad (101)$$

Розрахункова максимальна швидкість

$$v_{pm} = a_m T_p - \sqrt{(a_m T_p)^2 - 2a_m H}. \quad (102)$$

Час і шлях прискореного руху

$$t_1 = \frac{v_{max}}{a_1}; \quad h_1 = \frac{v_{max} t_1}{2}. \quad (103)$$

Час і шлях сповільненого руху

$$t_3 = \frac{v_{max}}{a_3}; \quad h_3 = \frac{v_{max} t_3}{2}. \quad (104)$$

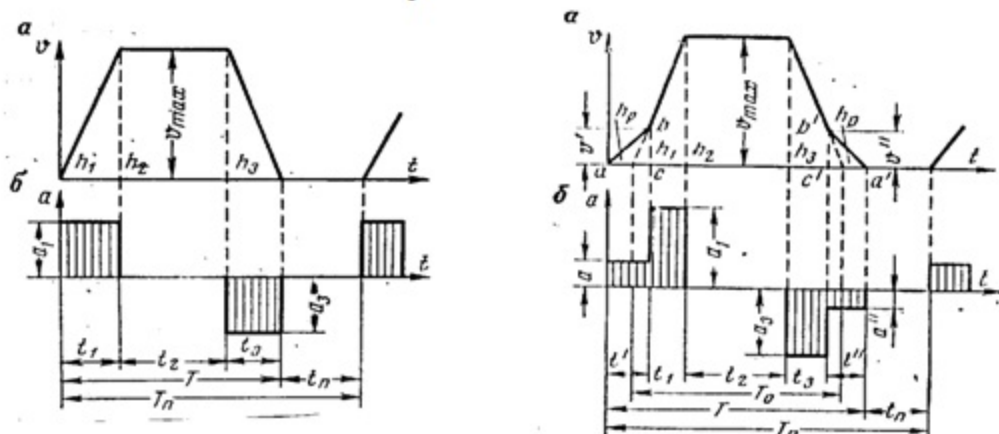


Рис. 101. Діаграми швидкості і прискорень: а – трьохперіодна, б – п'ятиперіодна

Шлях і час рівномірного руху

$$h_2 = H - h_1 - h_3; \quad t_2 = \frac{h_2}{v_{max}}. \quad (105)$$

Час руху підймальних посудин

$$T = t_1 + t_2 + t_3. \quad (106)$$

П'ятиперіодні діаграми (рис. 101, б) застосовують для неперекидних скіпів. Наявність першого і п'ятого періоду необхідна для зменшення динамічного навантаження при ході ролика по розвантажувальних кривих з прискоренням a' і сповільненням a'' , які не повинні перевищувати 0,3...0,5 м/с². Швидкість порожнього скіпа при виході з розвантажувальних кривих $v' = 1...1,5$ м/с і при вході $v'' = 0,5...1,2$ м/с.

Максимальна швидкість підйому

$$v_{pm} = a_m T_o - \sqrt{(a_m T_o)^2 - 2a_m H_o}. \quad (107)$$

$$\text{де } T_o = T_p - \frac{2h_p}{v'} - \frac{2h_p}{v''} + \frac{v'}{a_1} + \frac{v''}{a_3}; \quad H_o = H - 2h_p + \frac{v'^2}{2a_1} + \frac{v''^2}{2a_3}; \quad (108)$$

h_p – шлях скіпа в розвантажувальних кривих.

Прискорення і час руху ролика при виході скіпа з розвантажувальних кривих

$$a' = \frac{v'^2}{2h_p}; \quad t' = \frac{v'}{a'}. \quad (109)$$

Сповільнення і час руху ролика при вході скіпа в розвантажувальні криві

$$a'' = \frac{v''^2}{2h_p}; \quad t'' = \frac{v''^2}{2h_p}. \quad (110)$$

Час і шлях руху скіпа з прискоренням a_1

$$t_1 = \frac{v_{max} - v'}{a_1}; \quad h_1 = \frac{v_{max} + v'}{2} t_1. \quad (111)$$

Час і шлях руху скіпа з прискоренням a_3

$$t_3 = \frac{v_{max} - v''}{a_3}; \quad h_3 = \frac{v_{max} + v''}{2} t_3. \quad (112)$$

Шлях і час рівномірного руху $h_2 = H - 2h_p - h_1 - h_3; \quad t_2 = \frac{h_2}{v_{max}}.$ (113)

Час руху підймальних посудин

$$T = t' + t_1 + t_2 + t_3 + t''.$$

(114)

Семиперіодну діаграму застосовують для перекидних скіпів. Для зменшення динамічних навантажень під час входу і виходу скіпа з розвантажувальних кривих.

Чотирьох- і шестиперіодні діаграми застосовують для відповідно для неперекидних і перекидних скіпів для зменшення часу прискореного руху і для скіпів з противагами.

5.4.3. Основне динамічне рівняння академіка М. М. Федорова для систем з врівноважуючим канатом

$$F = (kQ_x - (H - 2h_x)(q - p))g + m_n a, \quad (115)$$

де k – коефіцієнт опору повітря, $k = 1,2$ для кліткових установок і $k = 1.15$ для скіпових установок; q – лінійна маса врівноважуючого каната; m_n – приведена маса

$$m_n = Q_x + 2Q_c + 2L_{nx}p + L_{ex}q + 2m'_{нш} + m'_б + m'_{зн} + m'_p, \quad (116)$$

де L_{nx} і L_{ex} – довжина підймального і врівноважуючого каната;

$$L_{nx} = H' + h_x + \frac{\pi D_{нш}}{2} + L_c + n_{см} \pi D_\delta + l_\delta, \quad (117)$$

$$L_{ex} = H + 30; \quad (118)$$

$m'_{нш}$, $m'_б$, $m'_{зн}$, m'_p – приведені маси направляючого шківа, барабана, редуктора, ротора двигуна, які визначаються за формулою

$$m' = \frac{GD^2}{gD_\delta^2}, \quad (119)$$

де GD^2 – маховий момент, який визначається по таблицях.

Діаграма зусиль і потужностей побудована на рис. 102, будується згідно рівняння

$$N_x = \frac{F_x v_x}{\eta_n}. \quad (120)$$

Еквівалентне зусилля для кліткових установок

$$F_{екв} = \sqrt{\frac{(F_1^2 + F_1F_2 + F_2^2)\frac{t_1}{3} + (F_3^2 + F_3F_4 + F_4^2)\frac{t_2}{3} + (F_5^2 + F_5F_6 + F_6^2)\frac{t_3}{3}}{T'_n}} \quad (121)$$

де $T'_n = k_{y,\delta}(t_1 + t_3) + t_2 + k_n t_n$ (122)

по даних акад. М. М. Федорова $k_{y,\delta} = 1$ і $k_n = 0,38$, які враховують погіршення умов охолодження під час прискороного і сповільненого руху.

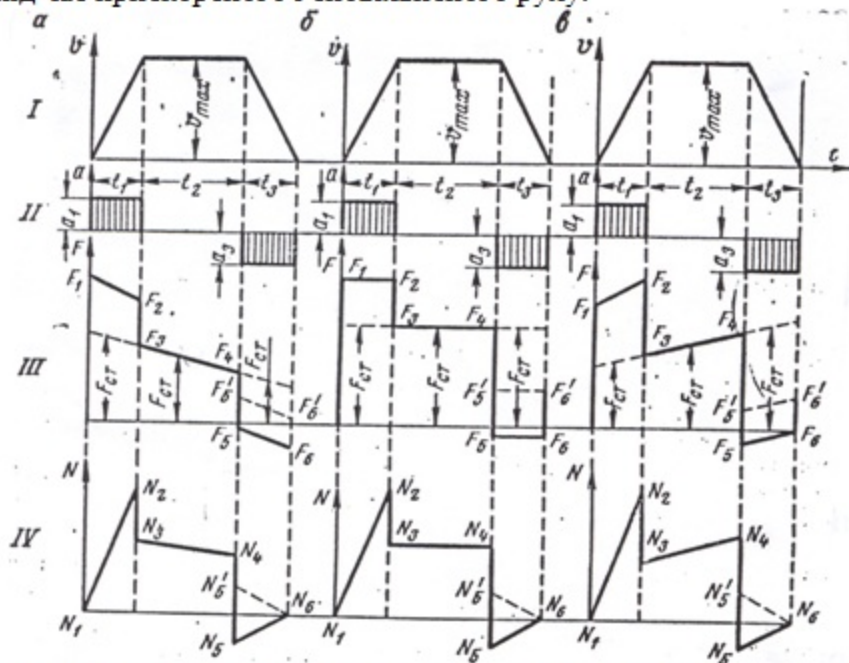


Рис. 102. Трьохперіодні діаграми для систем: а – із зрівноважувальним канатом, б – статично зрівноважених, в – без зрівноважувального каната

Еквівалентне зусилля в загальному випадку для всіх діаграм

$$F_{екв} = \sqrt{\frac{\sum F^2 t}{T'_n}} \quad (123)$$

Еквівалентна потужність

$$N_{екв} = \frac{F_{екв} v_{max}}{\eta_n} \quad (124)$$

Контрольні питання до теми 5.4:

- 5.4.1. Як визначається час руху підйомної операції?
- 5.4.2. Як визначається максимальна швидкість руху підйомних посудин?
- 5.4.3. Які діаграми застосовують для кліткових підйомних установок?
- 5.4.4. Які діаграми застосовують для скіпових підйомних установок?
- 5.4.5. Як визначається еквівалентне зусилля і потужність?

План:

5.5.1. Привід з асинхронним електродвигуном.

5.5.2. Привід з двигуном постійного струму.

5.5.1. На рис. 103 показана схема приводу з асинхронним двигуном М, ВМ – масляний вимикач, Р – реверсор, РУ – рукоятка управління, R – реостат, ПМ – підймальна машина. Він може працювати в режимі двигуна, генератора, гальмування проти включенням, динамічного гальмування.

Режим двигуна відбувається якщо вага вантажу, що підіймається є більша ваги вантажу, що опускається. В середньому положенні рукоятки управління двигун відключений від електромережі, опір реостата повністю включено в коло ротора. Спочатку машиніст виводить пересуває рукоятку управління в певному напрямі, при цьому замикаються потрібні контакти реверсора і поступово відключаються ступені реостата. Швидкість обертання ротора збільшується а крутний момент зменшується.

Управління двигуном може бути автоматизованим. Ступені реостата автоматично включаються, причому час роботи на кожній ступені забезпечується настройкою реле часу.

В період сповільненого руху поступово вводиться опір реостата.

Генераторний режим (рекуперативне гальмування) базується на тому, що асинхронний двигун при частоті обертання ротора вище синхронної стає генератором і віддає енергію в електромережу. Якщо в режимі двигуна обертовий момент співпадає з напрямом обертання, то в генераторному – направлений в протилежному напрямі, тобто стає гальмівним моментом. Рекуперативне гальмування можна застосовувати, якщо вага вантажу, що опускається є більша ніж та, що підіймається. На початку сповільненого руху двигун відключають від мережі і машину зупиняють механічними гальмами.

Під час роботи двигуна в генераторному режимі гальмівний момент зростає зі збільшенням частоти обертання ротора, який замикають на коротко.

Практично генераторний режим здійснюють наступним чином. Машиніст розгальмовує машину, яка під дією сили ваги вантажу, що опускається приводиться в рух. По мірі зростання швидкості рукоятка управління переміщається в напрямі руху машини. Коли гальмівний момент стане рівним статичному моменту руху, система буде рухатись зі сталою швидкістю.

Гальмування противключенням здійснюється переміщенням рукоятки управління в напрямі протилежному обертанню машини. При цьому магнітне поле статора буде створювати гальмівний момент, регулювання якого буде грубим, оскільки тільки перші ступені реостата забезпечують стійкі характеристики двигуна.

Динамічне гальмування здійснюється відключенням статора від мережі змінного струму і живленням його постійним струмом при коротко замкненому або на пусковий реостат роторі. При цьому статор утворює нерухоме магнітне поле, яке індукує в роторі змінний струм. Взаємодія цього струму з магнітним полем статора створює гальмівний

момент, який можна регулювати зміною величини постійного струму і опору реостата ротора.

5.5.2. Привід системи Г – Д (рис. 105) складається з асинхронного двигуна М1, генератора Г для живлення двигуна М2, збуджувача З, який подає струм в обмотку збудження ОЗПД двигуна М2 і ОЗГ генератора, ОЗЗ – обмотка збудження збуджувача, АУ – апарат управління, ВМ – масляний вимикач, ПМ – підймальна машина.

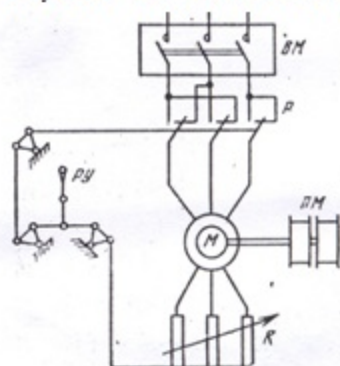


Рис. 104. Схема електроприводу з асинхронним двигуном

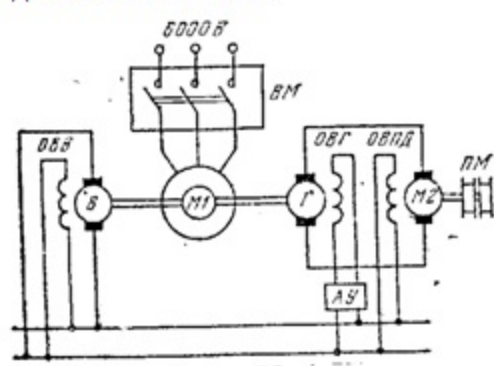


Рис. 105. Схема електроприводу системи Г – Д з двигуном постійного струму

Управління двигуном М2 відбувається за допомогою реостата апарата управління зміною струму збудження генератора, що викликає зміну електрорушійної сили на його щітках і напруги на щітках двигуна М2, а також частоти його обертання. Реверсування відбувається переключенням обмотки збудження генератора.

Для даної системи можливі режим двигуна і генератора. В режимі двигуна можливе точне і економічне регулювання швидкості, тому можна виконати прямолінійні і криволінійні діаграми швидкості.

В режимі генератора під дією вантажу, що опускається, збільшується частота обертання двигуна і зростає електрорушійна сила $E_{д}$, яка індукується в його якорі. Якщо вона перевищить електрорушійну силу генератора $E_{г}$, створиться гальмівний момент.

Контрольні запитання до теми 5.5:

- 5.5.1. В яких режимах може працювати асинхронний двигун?
- 5.5.2. З чого складається привід системи генератор – двигун?

Тема 5.6. Апаратура управління і гальмові пристрої підймальних установок

План:

- 5.6.1. Пульти управління.
- 5.6.2. Реверсори.
- 5.6.3. Реостати.
- 5.6.4. Командоапарати.
- 5.6.5. Станції управління.
- 5.6.6. Виконавчі органи гальмівної системи.

5.6.7. Привід гальмівної системи.

5.6.1. На пульті управління розміщена апаратура, яка безпосередньо діє на двигун і гальмівну систему в режимі місцевого управління, апаратура контролю експлуатаційних параметрів підйомної установки, швидкості і місцезнаходження посудин, прилади сигналізації.

Пульт шахтного підйому ПШП (рис. 106) призначений для місцевого і дистанційного управління підйомальними установками. Функціями його являються: операції управління розгоном і гальмами підйомального двигуна за допомогою командоапаратів; візуальний контроль розміщення підйомальних посудин за допомогою сельсинного вказівника глибини; візуальний контроль і запис діаграми швидкості; контроль навантажень на двигун; відключення машини кнопкою в аварійних ситуаціях; сигналізація про напругу в електричних колах і тиск в гальмівній системі, про стан основних вузлів.

На пульті є дві рукоятки: права 1 – для управління двигунами, ліва 2 – для управління гальмами. Під ногами розміщені кнопки 3 аварійної зупинки і включення динамічного гальмування. В центральній частині розміщені два сельсинних вказівники глибини 4, на правій і лівій тумбах – вимірювальні прилади, таховольтметр, лічильники кодівих сигналів і циклів підйому, годинник, універсальні перемикачі.

5.6.2. Реверсори РВМ-150, РВМ-400 (високовольтні малогабаритні) призначені для асинхронних двигунів потужністю до 1200 кВт і 4000 кВт напругою 6 кВ (рис. 107).

Реверсор РВМ має три малогабаритні трьохполюсні контактори, які розміщені в металічній шафі. Два контактори 1 (В і Н) необхідні для включення в мережу і реверсування двигуна.

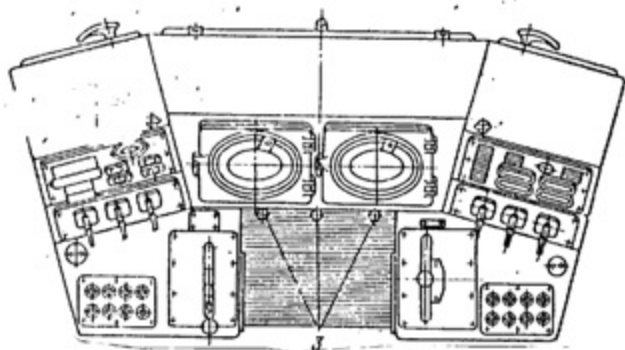
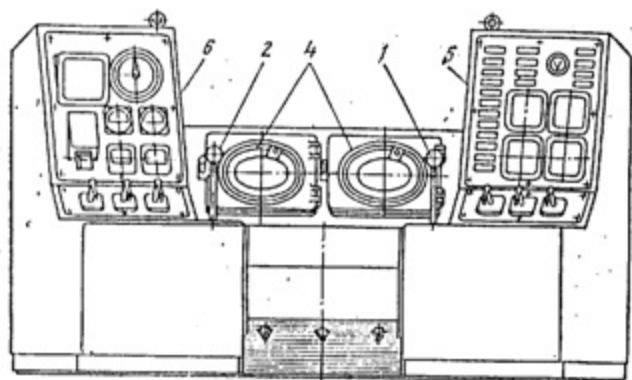


Рис. 106. Пульт управління ПШП

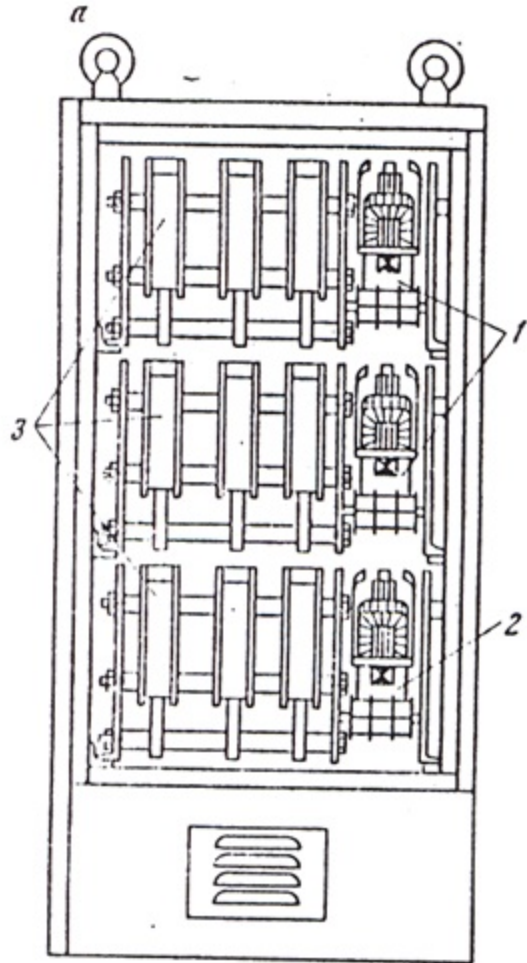


Рис. 107. Реверсор РВМ

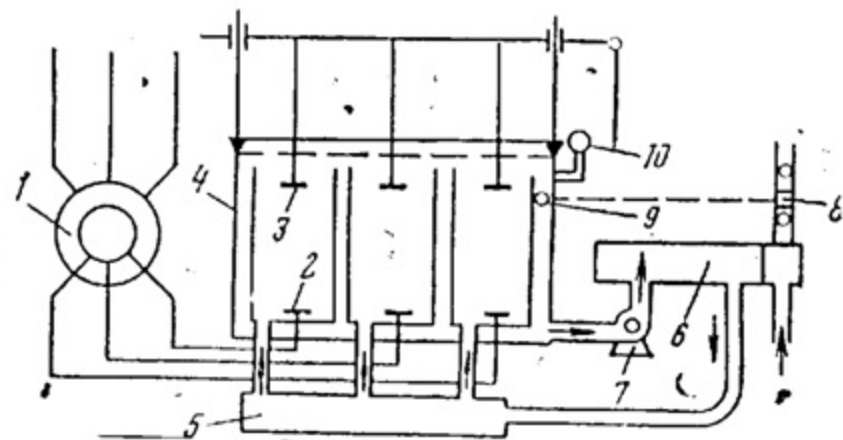
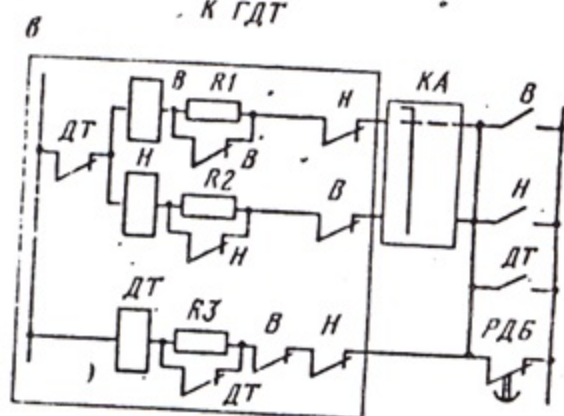
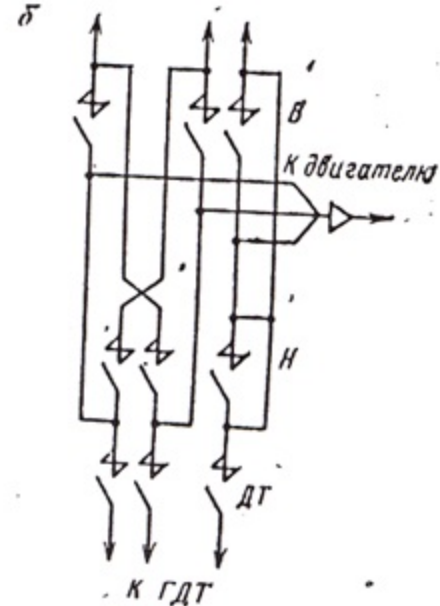


Рис. 108. Схема рідинного реостата з рухомими електродами

Контактор 2 (ДТ) – для включення постійного струму під час динамічного гальмуванні. Головні контакти розміщені в дугогасильних камерах 3. Для запобігання одночасного вмикання двох контакторів, реверсор оснащений блокуванням, виконаним у вигляді блок-контактів котушок В, Н, і ДТ. Крім цього дугове блокування здійснює реле дугового блокування РДБ (рис. 107, в).

5.6.3. Реостати, які застосовують для регулювання швидкості асинхронних двигунів, бувають металічні і рідинні.

Металічні реостати збирають з ящиків опору ЯС з чавунними елементами і КФ зі спіралями фехралевої стрічки. Останні більш надійні в роботі, так як фехраль не ламається при різких змінах температури.

Рідинні реостати бувають двох конструкцій: з нерухомими електродами при змінному рівні електроліту і з рухомими електродами при постійному рівні електроліту (рис. 108). 1 – двигун; 2, 3 – електроди; 4 – бак; 5 – колектор; 6 – теплообмінник; 7 – насос; 8 – вентиль; 9 – термоелемент; 10 – контроль рівня електроліту.

Рідинні реостати дозволяють плавно регулювати швидкість підймальних посудин. Недоліком є нестабільність їх опору, який залежить від температури і концентрації електроліту, а також його випаровування.

5.6.4. Командоапарати зв'язані з рукояткою управління двигуна і служать для включення і виключення реверсорів і реостатів. При переміщенні рукоятки замикаються відповідні контакти реверсора, а потім контакти реостата. Блок - контакти не допускають одночасного включення двох ступенів.

В якості програмних і регулюючих апаратів в схемах управління системи Г – Д, регуляторів руху, обмежувачів швидкості, динамічного гальмування, управління гальмами застосовують безконтактні селсінні командоапарати.

Безконтактні апарати є більш досконалішими: відсутні контакти, забезпечується плавне безступеневе управління і висока надійність.

5.6.5. Станції управління підймальних машин представляють собою відкриті панелі, на яких змонтовані контактори, реле і допоміжна апаратура. Випускають також станції виготовлені з рейок. Вони мають меншу масу на 25...30 %, доступністю і можливістю швидкої заміни апаратури.

5.6.6. Виконавчий орган гальм представляє собою гальмівні балки з закріпленими на них колодками, які діють на сталі гальмівні ободи барабана. Підймальна машина має 2 гальмівних ободи.

Виконавчі органи бувають з кутовим і поступальним переміщенням коліс. Перша конструкція більш проста але навантаження нерівномірно розподілене по ободу. При поступальному переміщенні колодок забезпечується більший гальмівний момент, рівномірний розподіл тиску, менше зношування, проте конструкція є більш складною.

Виконавчий орган з кутовим переміщенням колодок (рис. 109, а) складається з шарнірних гальмівних балок 1 з закріпленими на них колодками 2, вертикальних балок 3, кутової тяги 4 і горизонтальної 5. Тяга 6 зв'язує виконавчий орган з приводом. Пружини 7 забезпечують рівномірний розподіл зазору. Упори 8 обмежують переміщення вертикальних балок.

Виконавчий орган з поступальним переміщенням колодок (рис. 109, б) складається з балок 1 з колодками 2, стійок 3, розрізної балки 4 з гайкою 5, тяг 6 і 7. Штанга 8 з'єднує з приводом. Регулювання зазору між колодками і ободом 9 здійснюється упорами 10 і 11 і стійкою 12.

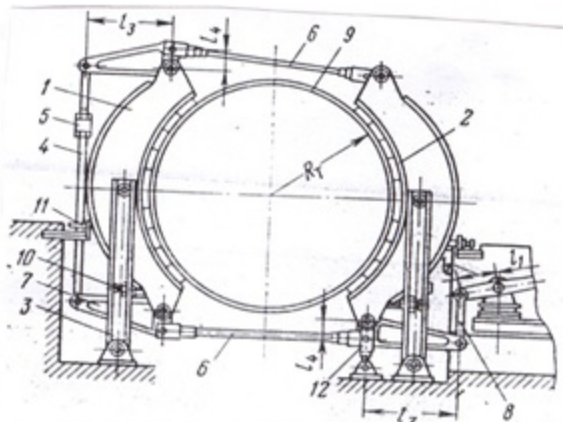
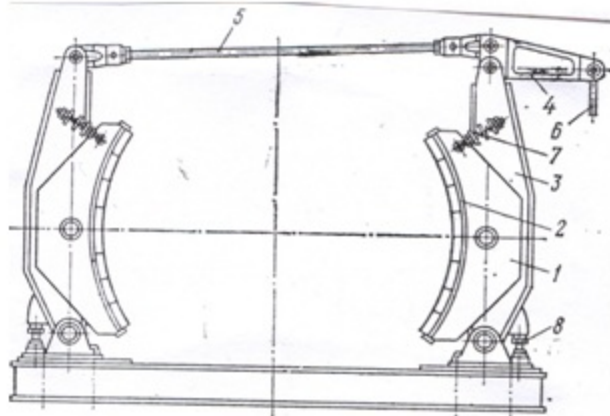


Рис. 109. Виконавчий орган: *а* – з кутовим переміщенням колодок
б – з поступальним переміщенням колодок

5.6.7. Привід гальмівної системи буває: пружинний гідравлічний без вантажний, пневматичний вантажний, пружинний пневматичний вантажний і без вантажний.

В привід гідравлічних гальм масло під тиском 0,5...0,8 МПа поступає з бака акумулятора, куди воно нагнітається насосом. Для пневматичних гальм повітря подається компресором продуктивністю 1...5 м³/хв. Ємність повітрязбірника забезпечує запас повітря не менше ніж на 6 гальмувань.

Привід гальм НКМЗ (рис. 110) має робочий циліндр 2 з поршнем 1 і запобіжний циліндр 12 з поршнем 7, до штока 11 якого підвішений вантаж 14. 13 – буферна пружина. За допомогою головної тяги 6 через шарніри 4 і 8 здійснюється зв'язок з поршнями 1 і 7, а через шарнір 3 – зі штангою виконавчого органу. 5 – розпірна втулка, 9 – вимикач, 10 – рама.

Пружинний пневматичний вантажний привід (рис. 111) має пружинний блок 1, який за допомогою тяги 2 діє на виконавчий орган. Циліндр 3 робочого гальмування являється одночасно поршнем циліндра 4 запобіжного гальмування. До нього підвішені вантажі 5.

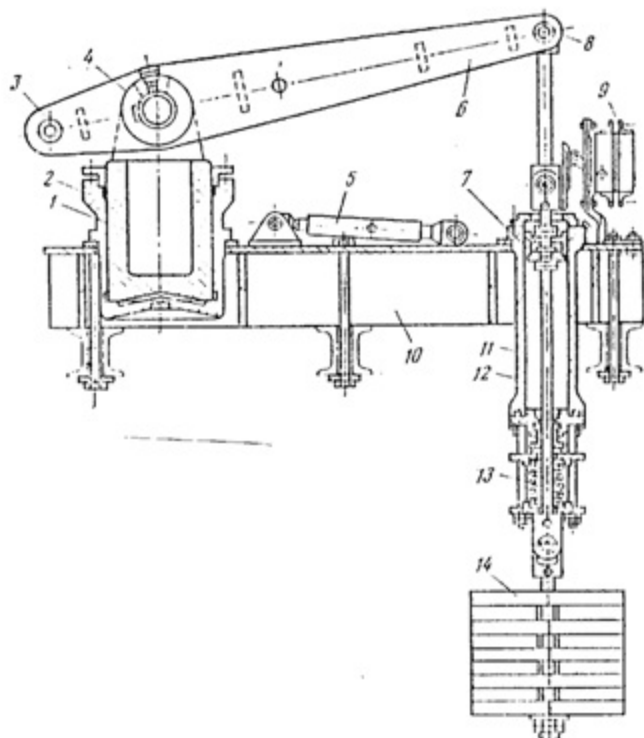


Рис. 110. Пневматичний вантажний привід
пневматичний

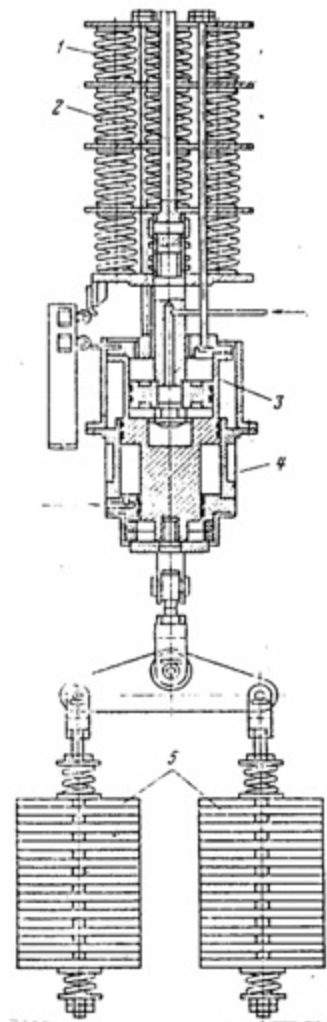


Рис. 111. Пружинний
вантажний привід

Контрольні запитання до теми 5.6:

- 5.6.1. Які функції виконує пульт шахтної підйомної установки?
- 5.6.2. Будова реверсора РВМ.
- 5.6.3. Типи реостатів.
- 5.6.4. Функції командоапарата.
- 5.6.5. Призначення станцій управління.
- 5.6.6. Типи виконавчих органів гальмівних систем.
- 5.6.7. Види приводів гальмівних систем.

Тема 5.7. Апаратура контролю і захисту підйомних установок

План:

- 5.7.1. Визначники глибини.
- 5.7.2. Швидкостеміри.
- 5.7.3. Апарат завдання і контролю ходу.
- 5.7.4. Апарати захисту.
- 5.7.5. Кінцеві вимикачі.
- 5.7.6. Обмежувачі швидкості.
- 5.7.7. Схема управління.

5.7.1. Визначники глибини, які показують розміщення підймальних посудин в кожен момент часу, бувають механічні і електричні.

Механічні визначники глибини колонкового типу безпосередньо зв'язані з валом машини. Через привідний вал і систему зубчатих передач обертання від корінного вала передається до двох вертикальних гвинтів, які обертаються в протилежні сторони. Гайки зі стрілками переміщуються одна вверху, а інша вниз, показуючи розміщення посудин в стволі.

Електричні визначники глибини не мають механічного зв'язку з корінним валом. Вони забезпечують високу точність визначення знаходження посудини в стволі. В сельсинному визначнику глибини УГС-4 (рис. 112) сигнал від сельсин-датчика, який механічно зв'язаний з валом підймальної машини, поступає на сельсин-приймач 1. Через шестерні $z_1 - z_9$ обертання передається стрілці 3 грубого відліку. Кінцевим і іншим положенням посудин відповідає співпадання міток на візирі, кільцевої і нерухомої 4 шкал. Візир грубого відліку за цикл підйому робить не більше одного оберту, а кільцева шкала точного відліку – не більше 100 обертів. Дві стрілки 5 дозволяють спостерігати перехід машини на сповільнення. Контрольна лампа 6 сигналізує про останній оберт шкали точного відліку. 7 – лампи підсвічування.

5.7.2. Швидкостеміри показують величину швидкості в кожен момент часу, а також записують діаграму її зміни. Вони бувають механічні і електричні. Ртутно-поплавкові механічні швидкостеміри СШ-1 застосовують на машинах старих випусків.

В якості електричних швидкостемірів застосовують записуючі вольметри, які отримують живлення від тахогенератора. Він обертається від корінного вала підймальної машини, електрорушійна сила пропорційна дійсній швидкості підйому. Тому шкала (рис. 113) градуйована в м/с. Вісь рухомої частини з'єднана з тягою 1, до якої приєднана трубка 2. Один кінець трубки опущений в чорнильницю 3, а на другий насаджені записуючий капіляр 4 і стрілка 5, яка показує величину швидкості.

5.7.3. Апарат завдання і контролю ходу АЗК призначений для управління підймальними машинами і контролю їх роботи. Він виконує наступні функції: надає імпульси в контрольованих точках руху для відповідних переключень в схемі автоматичного управління; задає програму ходу підймальної машини; здійснює контроль фактичної швидкості; перетворює обертання вала підймальної машини в електричні сигнали для вимірювання шляху; забезпечує захист від перепідйому; компенсує похибки при витяжці каната і зношуванні.

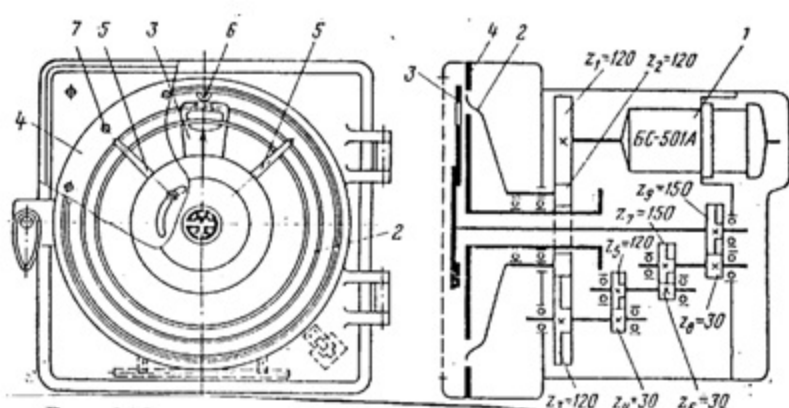


Рис. 112. Вказівник глибини

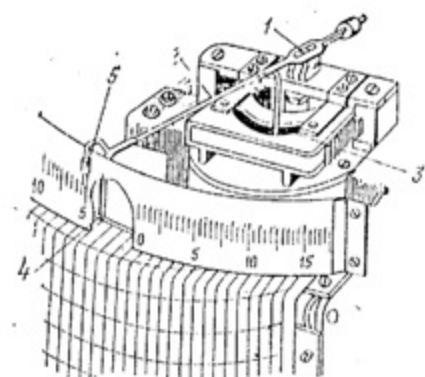


Рис. 113. Швидкостемір

Апарат АЗК-1 (рис. 114) з'єднаний з валом 1, складається з шафи 2 з приводом, блоку програмування 3 при роз'їздах на максимальній швидкості БПМ-1 і пониженій швидкості 4 БПП-1, 5 – редуктор приводу апарату, 6 – обмежувач швидкості ЕОС-2, 7 і 8 – реле контролю обертання РКВ-1. Від редуктора приводу 5 обертання передається блокам сельсин-датчиків і тахогенераторам 9 і 10, а також блокам поверхових вимикачів 11 і 12, які подають імпульси в контрольованих точках шляху. В кожному блоці є 20 вимикачів, частина з яких спрацьовує при правому, частина при лівому обертанні вала АЗК. Корегуючі пристрої приводять у відповідність положення механізмів управління АЗК з положенням посудин в стволі. 15, 16 – редуктори програмних пристроїв 17 і 18. 19 – лінія зв'язку з вказівниками глибини.

На підймальних машинах старих випусків встановлюють регулятори підйому (рис. 115). Вал 1 регулятора через зубчасту 2 і черв'ячну 3 передачі передає обертання на профільований диск 4 заклиненого барабана підйомальної машини, а через передачі 5, 6 і 7 – на диск 8 переставного барабана. Пристрій 9 від'єднує диск 8 під час перестановки барабана. 10 – сельсин-датчики.

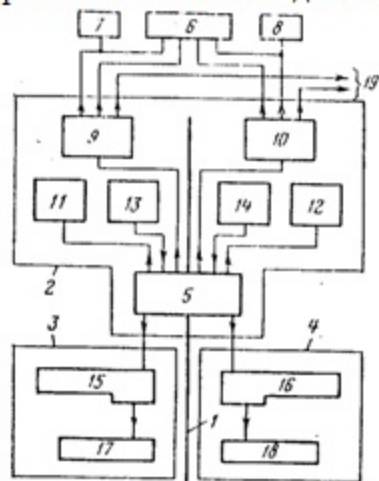


Рис. 114. Структурна схема АЗК-1

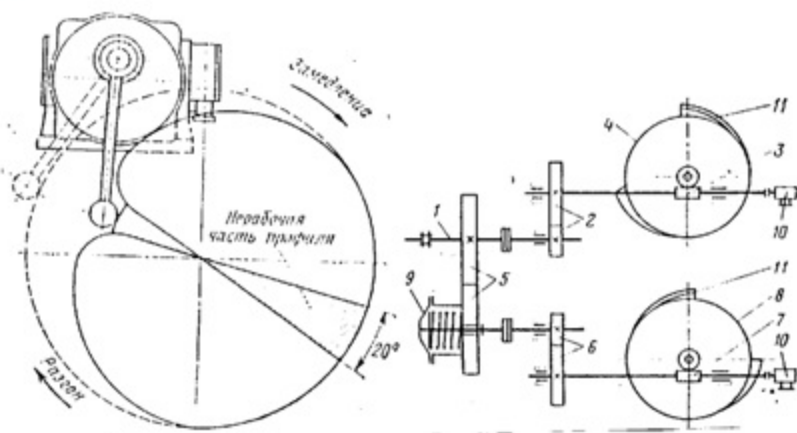


Рис. 115. Схема регулятора підйому

5.7.4. Апарати захисту необхідні для запобігання аварій підймальних установок. Ці апарати, у випадку недопустимих відхилень контрольованих параметрів, вводять в дію запобіжні гальма і відключають електродвигун.

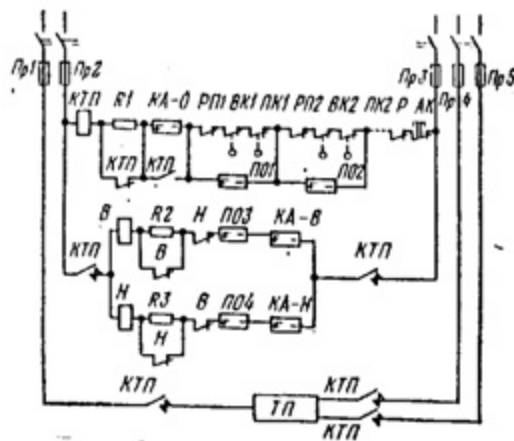


Рис. 116. Коло захисту

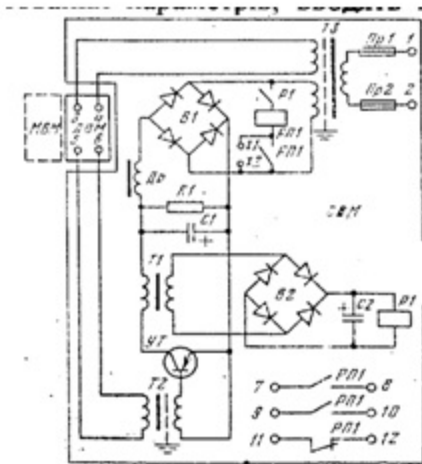


Рис. 117. Кінцевий вимикач ВМ

На рис. 116 показано коло захисту з контактором запобіжних гальм КТП і його зв'язок з колом контактів реверсора В і Н і колом гальмівного електромагніта ТП. Розрив вказаних кіл проводиться контактами КТП.

5.7.5. Кінцеві вимикачі служать для запобігання пере підйому посудин випускають контактними і безконтактними. Контактні вимикачі встановлюють в апараті контролю і завдання ходу, а їх контакти включені безпосередньо в коло захисту. Безконтактні вимикачі встановлюють на копрі. Найбільше застосування отримали магнітні вимикачі ВМ (рис. 117). Вони складаються з постійного магніту МВМ, який закріплено на підймальній посудині, датчика ДВМ на копрі і станції управління СВМ, розміщеної в приміщенні підймальної машини.

Датчик ДВМ представляє собою чутливий елемент, що реагує на зміну зовнішнього магнітного поля. Станція СВМ являється транзисторним підсилювачем змінного струму, на виході якого включено електричне реле, контакт якого знаходиться в колі захисту.

Високочастотні безконтактні вимикачі ВВВ працюють на принципі зриву коливань генератора високої частоти шляхом екранування його контуру. Екраном являється корпус підймальної посудини, або пластина на ньому.

5.7.6. Обмежувачі швидкості необхідні для того, щоб не допустити перевищення максимальної швидкості більше 15% порівняно з розрахунковою і підходу підймальної посудини до верхньої підймальної площадки зі швидкістю більше 1,5 м/с при транспортуванні вантажів і 1 м/с – людей. Обмежувачі швидкості базуються на принципі порівняння заданої і дійсної швидкостей підйому.

В електричному обмежувачі швидкості з апаратами РОС (рис. 118, а) застосовується тахометричний генератор ТГ постійного струму з незалежною обмоткою збудження ОВ, який приводиться в рух від підймального двигуна ПД. Цей генератор є джерелом сигналу

дійсної швидкості підйому. В зовнішнє коло генератора включені реле контролю швидкості РКС, реле перевірки кола РКЦ, резистор R3, реостати R1 і R2 для ходу відповідно “Вперед” і “Назад” і вентилі B1 і B2, необхідні для почергового включення реостатів. Опір реостатів змінюються за допомогою контролюючого профілю для підтримання постійного по величині струму в зовнішній мережі генератора ТГ. Для того щоб реле РКС не спрацьовувало під час прискороного руху, котушка його блокувана блок-контактами реверсора БК1 і реостата БК2.

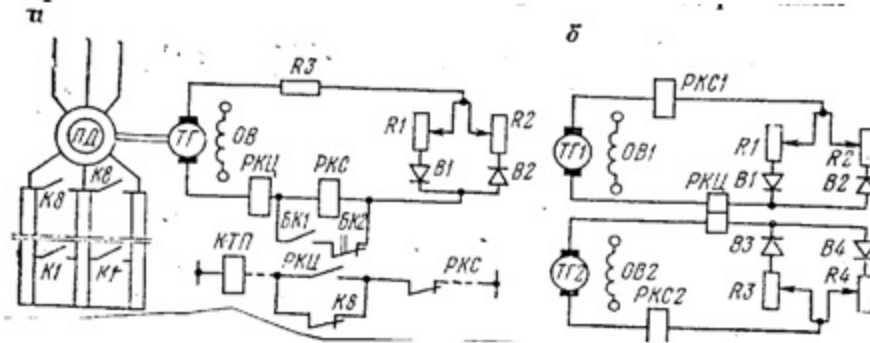


Рис. 118. Електричні обмежувачі швидкості з апаратами РОС

Автоматизовані підймальні установки, згідно ПТЕ, повинні мати дублюючі обмежувачі швидкості: один з незалежним приводом, а другий від регулятора підйому. Дублюючі обмежувачі швидкості при застосуванні апаратів РОС (рис. 118, б) здійснюють взаємоконтроль своїх кіл за допомогою реле РКЦ. При неполадках в будь-якому із кіл, порушеннях кінематичних зв'язків з тахогенераторами ТГ1 чи ТГ2 реле РКЦ спрацьовує, викликаючи запобіжне гальмування. Тахогенератор ТГ2 приводиться від регулятора підйому.

5.7.7. Управління підймальними установками може бути автоматичне, напівавтоматичне, дистанційне і місцеве.

Повна автоматизація передбачає автоматичне виконання всіх періодів діаграми швидкості. Вибір методу автоматизації в окремі періоди визначається в першу чергу діаграмою зусиль.

В період розгону найбільше розповсюдження отримала схема автоматичного пуску по струму з додатковою витримкою по часу. Рівномірний рух забезпечується без використання засобів автоматики, використання яких передбачається в гальмівному режимі при спуску вантажів. Найбільш складним для автоматизації є період сповільненого руху, що пояснюється необхідністю точного підходу посудин до кінцевих пунктів, значними змінами навантаження, а також характеристиками асинхронного двигуна.

Привід з двигуном постійного струму має більш жорсткі характеристики, тому має кращі властивості для регулювання. Автоматичне регулювання приводом може бути здійснене одними і тими ж засобами у всі періоди діаграми швидкості як при додатних, так і при від'ємних зусиллях.

Взаємозв'язок приводу, апаратів управління і захисту встановлюється по схемі управління.

Контрольні запитання до теми 5.7:

- 5.7.1. Основні типи вказівників глибини.
- 5.7.2. Будова швидкостемірів.
- 5.7.3. Які функції виконує апарат АЗК?
- 5.7.4. Для чого використовують апарати захисту?
- 5.7.5. Типи і будова кінцевих вимикачів.
- 5.7.6. Типи і будова обмежувачів швидкості.
- 5.7.7. Як можна здійснювати управління підймальними установками?

Тема 5.8. Ремонт і експлуатація підймальних установок

План:

- 5.8.1. Експлуатація підймальних установок.
- 5.8.2. Ремонт підймальних установок.
- 5.8.3. Навішування і зміна канатів.

5.8.1. Приміщення одно канатних підймальних машин має зал і підвал. Машинний зал багатоканатних підймальних установок розміщений на копрі. В машинному залі розміщують органи навівання, редуктор, двигун, пульт управління, реверсор, апаратура контролю і захисту. В підвалі – роторну магнітну станцію, ящики опорів, акумуляторні батареї аварійного освітлення.

В приміщенні є монтажний отвір, підймальний кран для монтажних і ремонтних робіт, робоче і аварійне освітлення, протипожежні засоби. Температура повітря не нижче 12°C.

Для кожної підймальної установки повинні бути: паспорти підймальної машини і редуктора, схема гальм, принципова і монтажна схема комутації, схеми парашутних пристроїв, інструкцію для машиніста, книга огляду підймальної установки, книга огляду підймальних канатів, книга приймання і здачі змін.

Підймальна установка відноситься до служби головного механіка. Машиністи повинні пройти навчання і стажування. В їхні обов'язки входить приймання і передача зміни, управління і нагляд за машиною.

5.8.2. Види та періодичність ремонтів, об'єми робіт і нормативи часу на їх виконання регламентуються ПБ, ПТЕ і галузевими інструкціями. Для підймальних установок передбачені наступні види оглядів:

- приймання і передача зміни проводиться машиністами за участю чергового слюсаря, час 15...20 хв.;
- щодобовий огляд проводиться бригадою під керівництвом механіка підйому, які оглядають підймальні посудини, провідники, завантажувальні і розвантажувальні пристрої, напрямні шківів, підймальну машину; час огляду 2,5 год.; результати записують в "Книгу огляду підймальної установки".

Поточний ремонт проводять шотижня бригадою слюсарів під керівництвом механіка підйому. Ремонт проводиться на місці встановлення обладнання, при цьому відновлюють і міняють деталі, що швидко зношуються, а також усунення дефектів, замічених при оглядах. Час ремонту 2 год.

Ревізію і наладку підйомальної установки проводять 1 раз на рік спеціалізованою бригадою при участі представника механічної служби шахти. Мета ревізії і наладки – виявлення і усунення недоліків в роботі підйому; продовження терміну служби установки; забезпечення безаварійної роботи.

Після закінчення наладки головний механік шахти з представником спеціалізованої бригади проводить контрольні випробування установки і складає протокол, який затверджується головним механіком виробничого об'єднання.

Ревізія і наладка електричної частини і апаратури автоматизації проводиться 1 раз в 6 місяців.

Одночасно з ревізією і наладкою персонал шахти проводить маркшейдерську перевірку правильності установки напрямних шківів відносно осі ствола, вертикальності середньої площини їх канавок і горизонтальності осі обертання, а також повну маркшейдерську перевірку установки підйомальної машини.

Технічний огляд і випробування проводять через 6 місяців після ревізії і наладки. Об'єм робіт визначений "Інструкцією по технічному огляду і випробуванню підйомальних установок" і проводиться під керівництвом головного механіка шахти. Випробування парашутів проводять згідно ПБ один раз в 6 місяців.

Капітальний ремонт передбачає зупинку підйому великий термін часу і проводиться по графіку складеному головним механіком виробничого об'єднання. Під час складання графіка користуються нормативними термінами служби. Період до капітального ремонту підйомальних машин 13 років, решта обладнання 6...7 років.

5.8.4. Навішування каната при двохбарабанній машині (рис. 119) проводять у такій послідовності:

1. канат з котушки 1 перепускають через напрямний шків 2; один кінець каната закріплюють на переставному барабані 3 і намотують на нього, інший кінець прикріплюють до підйомальної посудини 4;
2. посудину 4 опускають на нижню площадку 5 і канат закріплюють на рівні гирла ствола; барабан розгальмовують і від'єднують від вала;
3. канат перепускають через напрямний шків 6, закріплюють і навивають на заклінений барабан 7; другий кінець цього каната прикріплюють до посудини 8, яку підтягують вище рівня верхньої площадки 9.
4. переставний барабан 3 з'єднують з валом, звільняють канат і розгальмовують барабан.

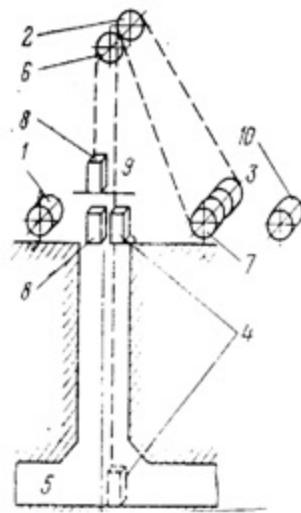


Рис. 119. Навішування і зміна канатів

Заміну каната проводять в такій послідовності:

1. підіймальну посудину 4 барабана 3 опускають на нижню площадку 5, канат його закріплюють на рівні гирла ствола, барабан загальмовують і від'єднують від вала;
2. підіймальну посудину 8 опускають на рівень гирла ствола, ставлять на бруси і від'єднують від нього старий канат; кінець старого каната прикріплюють до кінця нового навитого на котушку 1; новий канат перетягують за допомогою старого через направляючий шків 6 і вводять в машинне відділення, де від'єднують від старого каната;
3. старий канат змотують з заклиненого барабана 7 на котушку 10; кінець нового каната прикріплюють до барабана 7 і навивають на нього; другий кінець нового каната кріплять до посудини 8, яку підтягують до верхньої приймальної площадки;
4. переставний барабан 3 з'єднують з валом, розгальмовують, від'єднують канат в місці кріплення біля гирла ствола і переганяють по стволу посудини; замінений канат закріплюють на рівні гирла ствола і знімають з барабана 7;
5. замінюють канат барабана 3, після чого посудину 4 підтягують вище верхньої приймальної площадки і закріплюють канат на барабані 7, від'єднуючи кріплення біля гирла шахти.

Регулювання довжини каната проводять обертанням заклиненого барабана при від'єданому від корінного вала і загальмованому переставному барабані, посудину якого розміщують на нижній приймальній площадці.

Контрольні запитання до теми 5.8:

- 5.8.1. Яка документація повинна зберігатись в приміщенні підіймальної установки?
- 5.8.2. Які види оглядів і ремонтів проводять на підіймальних установках?
- 5.8.3. Яка послідовність заміни канатів?

Тема 5.9. Проектування підіймальних установок

План:

5.9.1. Вихідні дані для проектування.

5.9.2. Порядок розрахунку скіпової підйимальної установки.

5.9.3. Порядок розрахунку кліткової підйимальної установки.

5.9.1. Для проектування підйимальної установки вихідними даними являються кількість вантажу, що транспортується і висота підйому. Якщо транспортування проводиться з декількох горизонтів, то задається висота піднімання з кожного горизонту.

Для проектування кліткових підйимальних установок крім цього повинно бути задано: тип і ємність вагонеток; щозмінна кількість підземних працівників; об'єми транспортних операцій по спуску-підйому обладнання і матеріалів.

5.9.2. Під час проектування скіпових підйимальних установок визначають оптимальну вантажопідйомність скіпа:

для установок з одним канатом

$$Q_{opt} = A_z \frac{4\sqrt{H} + t_n}{3,6}; \quad (125)$$

для багатоканатних установок

$$Q_{opt} = A_z \frac{2,9\sqrt{H} + t_n}{2,1}; \quad (126)$$

де A_z – годинна продуктивність шахти; H – глибина шахти; t_n – час паузи.

Для підйимальних установок з противагою результат отриманий у цих формулах подвоюється.

По таблиці П8 (1) вибирають стандартний скіп з найближчою меншою вантажністю $Q_{opt} > Q_n$.

Для вибирання органів навівання необхідно орієнтуватися на циліндричні барабани, далі конічні, або багатоканатні установки.

Для перевірки машин на статичні навантаження визначають максимальний статичний натяг $T_{ст.макс}$ каната і максимальну різницю статичних натягів $F_{ст.макс}$, причому значення цих величин не повинні перевищувати допустимих величин для вибраної машини. Для $q = 0$ і $q = p$

$$T_{ст.макс} = (Q_n + Q_c + pH) \cdot g; \quad (127)$$

$$F_{ст.макс} = (Q_n + pH) \cdot g. \quad (128)$$

Далі вибирають канат і схему розміщення установки і розраховують елементи розміщення (тема 5.3). Виконують розрахунок кінематики і динаміки підйимальної системи (тема 5.4). Встановлюють систему приводу, потужність двигуна і його тип. Визначають витрату електроенергії і К.К.Д. установки (тема 5.5). Вибирають необхідну апаратуру управління контролю і захисту (тема 5.6 і 5.7). Проводять техніко-економічні розрахунки.

5.9.3. Для розрахунку кліткової підйомальної установки вибирають тип клітки з врахуванням типу вагонетки, функцій, які повинна виконувати установка і можливості провести спуск-підйом людей не більше ніж за 40 хв.

Розраховують механічну частину установки і розміщення її елементів відносно ствола шахти.

Для розрахунку кінематики визначають максимальну швидкість підйомальних посудин, яка не повинна перевищувати 12 м/с згідно ПБ, далі розраховують елементи трьохперіодної діаграми швидкості, час руху підйомальних посудин T і час T_n підйомальної операції.

Розраховують динаміку підйомальної системи, встановлюють потужність двигуна і його тип, визначають витрату електроенергії К.К.Д. підйомальної установки і машини.

Контрольні запитання до теми 5.9:

5.9.1. Порядок розрахунку скіпової підйомальної установки.

5.9.2. Порядок розрахунку кліткової підйомальної установки.