

Тема 3.7. Електрообладнання водовідливних установок.

Тема 3.8. Ремонт та експлуатація водовідливних установок.

Тема 3.9. Проектування водовідливної установки.

3.7. На рис.1.1 представлена структура, що відображає властивості найпоширеніших схем електропостачання ділянки мережі напругою 6 кВ підземних гірничих виробок.

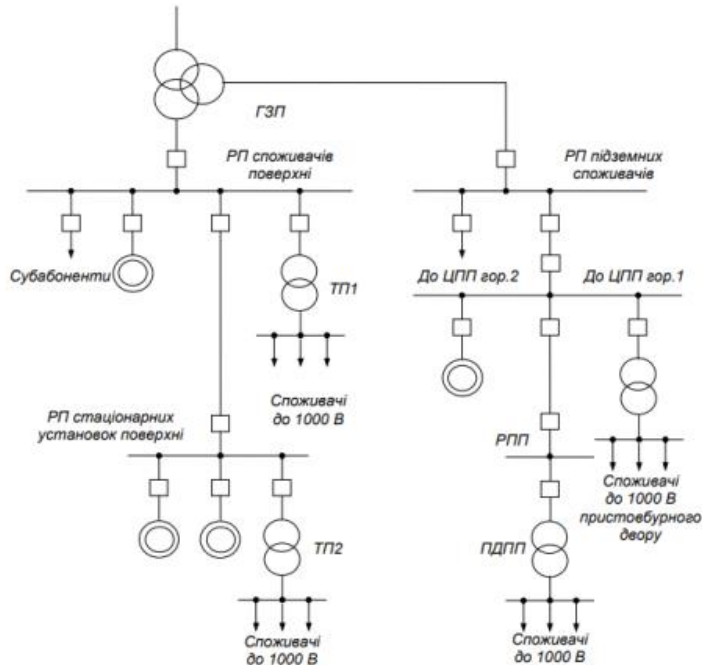


Рисунок 1.1 – Узагальнена схема системи електропостачання шахти

Для вказаної структури даних схем електропостачання на поверхні промислового майданчику шахти передбачена ГЗП з двома трьохобмотковими трансформаторами 110...35/6/6 кВ. На стороні 6 кВ здійснюється живлення через розподільний пункт закритого виконання (ЗРП) поверхневих і підземних споживачів, що підключені до окремих секцій шин. Система електропостачання складається з відповідних рівнів, на кожному рівні представлені однакові структури системи. На першому рівні до РП споживачів поверхні підключені: субабоненти, різні стаціонарні установки (підйоми, вентилятори), ТП, РП електроустановок шахти та інші приєднання. На другому рівні до шин ТП підключаються споживачі з робочою напругою до 1000 В. Підземні електроприймачі одержують електроенергію від різних секцій РП 6 кВ за допомогою декількох, залежно від величини електричного навантаження, кабельних ліній напругою 6 кВ. Живлячі кабелі прокладаються по стовбуру, а їх довжина визначається глибиною горизонту шахти, який відпрацьовується. Субабоненти ГЗП РП споживачів поверхні ТП1 РП підземних споживачів.

Головними перевагами системи живлення підземних електроустановок через стовбур є:

- 1) використання для прокладки кабелів готового стовбура;
- 2) стаціонарність стовбурних кабелів, розрахована на весь термін їх служби без переміщення, і можливість їх ретельного монтажу і нагляду за ними;
- 3) зручність централізованого контролю і обслуговування високовольної кабельної мережі шахти з ЦПП;
- 4) зручність контролю і експлуатації дільничних трансформаторних знижувальних підстанцій.

Разом з тим цьому способу електропостачання властивий ряд недоліків:

1) необхідність використання в підземних виробках у великих масштабах високої напруги (6 кВ), що значно підвищує небезпеку ураження електричним струмом, виникнення пожеж і вибухів;

2) необхідність вживання дорогого високовольтного електроустаткування у вибухобезпечному виконанні;

3) висока вартість та довжина кабельної мережі 6 кВ;

4) велика ємність кабельної мережі, що визначає значну величину струмів ємностей, які підвищують небезпеку експлуатації;

5) великі струми к.з., які викликають необхідність використання струмообмежувальних реакторів;

6) необхідність використання великої кількості стовбурних кабелів значного перерізу при передачі великої потужності і відповідної кількості ввідних високовольтних комірок високої вартості, які збільшують розміри камери ЦПП і капітальні витрати на неї.

Вказані недоліки системи електропостачання через стовбур, що ускладнюються із зростанням продуктивності шахт і значним підвищенням потужності підземних споживачів електроенергії, призводять до організації живлення віддалених електроприймачів на ділянках через шурфи і енергосвердловини. До РП підземних споживачів відносяться одна або дві ЦПП, за наявності декількох горизонтів схеми електропостачання підземних споживачів значно ускладнюються. Згідно вимог правил безпеки при розробці двох і більше горизонтів на кожному з них споруджується окрема ЦПП. Живлення кожної ЦПП здійснюється або за роздільною схемою безпосередньо від шин 6 кВ ГЗП, або при невеликому навантаженні від шин ГЗП і ЦПП горизонту розміщеного вище. Якщо розробляється тільки один горизонт, то кола схеми, що відносяться до першого горизонту, виключаються. Частина підземних розподільних підстанцій має резервні вводи для забезпечення безперебійності живлення споживачів в аварійному режимі. ЦПП встановлено поблизу стовбура і зібрано із комплектних розподільних пристроїв (типу КРУВ і КРУРН).

Комплектні розподільні пристрої типу КРУВ – 6 представлені у наступних модифікаціях: для приєднань, що відходять; ввідні і секційні. Від ЦПП живляться: водовідливні установки, РПП, трансформаторні підстанції для споживачів з робочою напругою до 1000 В пристовбурного двору й інші споживачі. На кожному із горизонтів, окрім ЦПП, передбачені РПП 6 кВ дільниць, що одержують живлення від ЦПП відповідних горизонтів. Кількість підземних ПДЗП визначається конкретними умовами. Враховуючи формалізацію систем електропостачання за технологічними ознаками, структуру представлену на рис 1.1, можна використовувати з позицій визначення загальної протяжності кабельних ліній напругою 6 кВ, а також оцінки надійності системи електропостачання. Подальше зростання потужностей підземних електроустановок за наявності двох і більше горизонтів викликає значне збільшення кількості і перерізів стовбурних кабелів. Характерним для наведених структур є те, що показниками електричного навантаження, які є деякою функцією від продуктивності шахти і її глибини, визначається кількість стовбурних і живлячих кабелів напругою 6 кВ; від кількості очисних (підготовчих) вибоїв залежить кількість РПП і, отже, загальна довжина високовольтних кабелів. Кількість кабелів, що прокладаються по стовбуру, залежить також від потужності, що передається з урахуванням номінального струму ввідної комірки в ЦПП і необхідного резерву. Так, при найпоширеніших в даний час вибухобезпечних комірок типу РВД з номінальним струмом 300 А цьому струму відповідає переріз кабелю 150 мм². Звідси визначається мінімальна кількість необхідних кабелів. У разі використання комірок типа ЯВ на номінальний струм 400 А переріз стовбурних кабелів може бути підвищене до 185- 240 мм².

При кількості стовбурних кабелів понад два відповідно збільшуються кількість секцій в розподільчому пристрої ЦПП, оскільки ввідні пристрої існуючих вибухобезпечних комірок не передбачають можливість застосування двох і більше

кабелів. Для підвищення надійності електропостачання в ЦПП застосовують секціоновану систему шин з пристроями АВР.

Для приводу насосів головного водовідливу, встановлюваних в шахті, звичайно застосовують асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором, що вирізняються простотою і надійністю обслуговування. Звичайно встановлюють декілька насосів, з яких одні в роботі, одні є підзмінними, а треті знаходяться у резерві. При великому притоці води число насосів збільшується і відповідно збільшується число робочих насосів. На шахтах з великим притоком води, витрата електроенергії на водовідлив складає до 30% загальних витрат. Тому повинні вживатись заходи, які забезпечують нормальну роботу цих установок, а саме: правильно вибрані тип, потужність і режим роботи двигунів; повинна бути забезпечена своєчасна ліквідація несправностей у насосах, спричинених корозією і зносом деталей; трубопроводи із засувками і водозбірники повинні періодично очищатися і т.д.

Найпотужнішими споживачами електроенергії у підземних виробках є водовідливні установки, потужність яких, залежно від водопритоку і глибини шахти, коливається від декількох десятків кіловатів до декількох тисяч кіловатів. Головна водовідливна установка, що складається не менше ніж з трьох насосів, звичайно розташовується в пристовбурному дворі шахти. Потужність кожного з електродвигунів розрахована на нормальний добовий притік води, проте у весняний і осінній періоди підвищеного водопритоку часто доводиться працювати двом насосам. При великій глибині шахт і наявності декількох горизонтів, що розробляються, у ряді випадків на останніх встановлюють перекачувальні насоси. Для відкачування води поблизу гірничих робіт застосовують установки місцевого водовідливу невеликої потужності (від 5 до 50 кВт), що живляться звичайно від РП ділянки.

3.8. Водовідливна установка знаходиться у веденні головного механіка шахти.

Робота насосів повинна бути організована так, щоб всі насоси експлуатувалися, чергуючись в певному порядку. Графік добової роботи насосів будується з урахуванням можливості зупинки насосів в години вечірнього максимуму електричного навантаження.

Установка з місцевим управлінням обслуговується машиністами, які пройшли спеціальний курс навчання. У своїй роботі машиніст керується інструкцією, в якій вказані його обов'язки (приймання-здавання зміни, пуск і зупинка насосів, спостереження за роботою установки, чистка всмоктуючих сіток і т. Д.).

Під час роботи установки машиніст повинен звертати увагу на наступне:

кількість води, яка витікає зі зливної трубки розвантажувального пристрою, має становити 3 ... 6% від нормальної подачі насоса, а її підігрів в порівнянні з откачиваемой водою не повинен перевищувати 2 °С;

при нормальній затягуванні сальників з них має випливати до 0,5 л / хв води; температура нагріву підшипників не повинна перевищувати 80 °С;

великі коливання стрілок вакуумметра і манометра можуть бути викликані підсмоктуванням повітря через нещільності трубопроводу, що підводить і явищами кавітації в результаті перевищення допустимої вакуумметричної висоти всмоктування і засмічення приймальної сітки.

На головних водовідливних установках необхідно вести «Книгу огляду та обліку роботи водовідливної установки».

В процесі експлуатації водовідливної установки на внутрішніх стінках трубопроводу відкладаються тверді опади, так як у воді містяться домішки - кремнезем, глинозем, оксиди заліза.

Для очищення труб від опадів необхідно періодично спускати воду з ставу і промивати зверху струменем нейтральної води під тиском.

Очищення труб проводиться також за допомогою пустотілих куль-їжаків або спеціальних снарядів, які переміщаються в трубопроводі під дією води, що рухається і

руйнують тверді опади на стінках труб. Для чищення труб застосовують шарошки, підвішені на канаті, які за допомогою лебідки кілька разів переміщуються по трубопроводу. При цьому опорна коліно трубопроводу повинна бути знята.

На шахті один раз на рік під час нормального припливу і один раз на рік під час посиленого притоку роблять виміри кількості води і її хімічний аналіз.

Приплив води по шахті можна виміряти, визначивши швидкість води в канавці. Для цього необхідно мати пряму канавку постійного поперечного перерізу довжиною 100 ... 150 м. За часом руху поплавця в канавці певної довжини знаходять швидкість руху води. За п'яти-восьми вимірах необхідно визначити середнє значення швидкості $v_{\text{ср}}$. Кількість води, що протікає отримують множенням $v_{\text{ср}}$ на поперечний переріз F_v води в канавці.

В шахтній воді можуть бути розчинені солі кальцію і магнію, які осідають на поверхнях проточної частини насоса, а також домішки соляної або сірчаної кислоти, що руйнують чавунне і сталеві деталі установки.

Ступінь насичення води солями кальцію - і магнію вимірюється в градусах жорсткості. Під градусом жорсткості розуміють зміст 10 мг окису кальцію або 14 мг окису магнію в 1 л води. Вода до 10 ° жорсткості називається м'якою, а понад - жорсткою.

Хімічні властивості води - ступінь насичення її кислотами і лугами оцінюється водневим показником рН. Вода вважається слабокислою при $\text{pH} = 5 \dots 7$ і сильнокислою - при $\text{pH} < 5$; при $\text{pH} = 8 \dots 10$ вода слаболужна і при $\text{pH} > 10$ - сильнощелочною.

У зв'язку з шкідливою дією жорсткої і кислотної води на елементи водовідливної установки необхідно:

а) при жорстких водах очищати деталі насосів і трубопроводів (що практично дуже важко), при кислих водах - виготовляти насоси з кислототривких матеріалів і футерувати трубопроводи (що здорожує вартість установки) ;

б) нейтралізувати воду.

Для очищення жорсткої води до неї перед надходженням в насос певною пропорції, встановленої аналізом води, додають вапняне молоко. При цьому осад з води випадає в резервуар, де відбувається змішування води і вапняного молока. Вода, що містить кислоту, може бути нейтралізована вапном, вапняним молоком або каустичною содою. Широкого застосування нейтралізація шахтних вод не отримала через складність її виконання.

Планово-попереджувальний ремонт водовідливної установки полягає в проведенні операцій поточного і капітального ремонтів.

Обсяг робіт при ремонтах встановлюється за результатами оглядів, які проводяться щодня обслуговуючим персоналом і не рідше одного разу на тиждень - головним механіком. У «Книзі огляду та обліку роботи водовідливних установок» записуються виявлені дефекти і заходи щодо їх усунення.

Поточний ремонт включає:

зовнішній огляд, підтяжку ослаблених кріплень, усунення дрібних дефектів; зміну набивання всіх сальників насосів і засувок;

промивку підшипників насосів;

огляд електричної і контрольно-вимірювальної апаратури з перевіркою правильності показань всіх вимірювальних приладів;

огляд всіх кранів (повітряних, спускних і т. д.) і їх притирання, огляд болтів і гумових втулок з'єднувальних муфт, розбір двигуна і очищення статора і ротора від пилу.

На підставі поточних ремонтів складається список дефектів, що підлягають усуненню при капітальному ремонті.

При капітальному ремонті до перерахованого для поточного ремонту додається: очищення від опадів робочих коліс, напрямних апаратів, корпусу і вала насоса, заміна зношених робочих коліс, кілець ущільнювачів, диска гідроп'яти, напрямних апаратів, вала, підшипників і т. д.,

Після складання насоса - перевірка правильності роботи його протягом 2 ... 4 год.

Чергування ремонтів і проміжки часу між поточними і капітальними ремонтами встановлюються відповідно до графіків планово-попереджувальних ремонтів.

Поточний ремонт виконується бригадою слюсарів електромеханічної служби шахти, а капітальний ремонт - рудоремонтний завод.

При випробуванні водовідливної установки досліджують основні показники: подачу насоса; висоту всмоктування; натиск; потужність насоса; ККД насоса і всієї установки; частоту обертання валу насоса; температуру підшипників; характеристику відцентрового насоса.

Подача насоса може бути виміряна за допомогою дифманометра і позичають пристроїв.

Потужність насоса визначається виміром потужності $N_{з.д}$ на затискачах двигуна згідно з формулою:

$$N = N_{з.д} \eta_d \eta_{п.}$$

ККД насоса знаходиться як відношення корисної потужності насоса до потужності насоса.

ККД насосної установки дорівнює добутку ККД насоса, ККД двигуна і ККД трубопроводу:

$$\eta_y = \eta \cdot \eta_d \cdot \eta_m$$

і є відношенням корисної потужності, потрібної для транспортування води на висоту H_r , до потужності, яка вимірюється на затискачах двигуна насоса.

3.9. При проектуванні водовідливної установки вихідними даними є нормальний $Q_{н.п}$ і максимальний ($Q_{м.п.}$ (в період паводкових вод) притоки води; геометричний напір H_r насосної установки і фізико-хімічні властивості води. У процесі проектування водовідливної установки необхідно:

1. Вибрати тип насосів необхідної подачі і напору.
2. Скласти схему трубопроводу і розрахувати його.
3. Встановити робочий режим насоса.
4. Перевірити вакуум метричну висоту всмоктування насоса.
5. Визначити потужність двигуна насоса, вибрати його, визначити витрата енергії.
6. Визначити ККД насосної установки.
7. Встановити місткість і розміри водозбірника, тип і розміри насосів або інших засобів для чищення водозбірників.
8. Провести вибір пускової апаратури і кабелів, апаратури управління.
9. Визначити капітальні витрати по водовідливній установці; вартість транспортування води.
10. При розробці крутопадаючих пластів і виїмці корисної копалини поверхами встановити схему водовідливу з усіх горизонтів.

1. Вибір типу насосів. Головна водовідливна установка шахти згідно ПБ повинна бути обладнана не менше ніж трьома однаковими насосами, кожен з яких повинен мати подачу, що забезпечує відкачування нормального добового припливу води не більше ніж за 16 год.; в процесі експлуатації установки допускається збільшення зазначеного часу до 20 год.

При великих притоках, коли один насос не в змозі відкачати нормальний добовий приплив за 16 год., установка повинна мати більше трьох насосів. За таких обставин має бути забезпечений 100% -ний резерв насосів при відкачуванні нормального припливу і не менше ніж 25% -ний резерв насосів, які перебувають в ремонті.

Встановивши необхідну по ПБ подачу насоса, за характеристиками насосів вибирається насос з більшою подачею (в оптимальному режимі, відповідному максимальному ККД). За влучним висловом насоса встановлюється також тиск H_k , який створюється одним робочим колесом при оптимальному режимі, і натиск H_k . О одного колеса при нульовій подачі.

Необхідна кількість послідовно з'єднаних робочих коліс насоса

$$Z_k = \frac{H_z + 0,1l}{H_k}$$

де 0,1l — орієнтовні втрати напору насоса, чисельно рівні 10% сумарної довжини підвідного та напірного трубопроводів; при вертикальних напірних трубопроводах можна вважати

$$H_l + 0,1l = 1,1 H_l.$$

Напір насоса при нульовій подачі

$$H_o = z_k \cdot H_{ko}$$

Далі необхідно перевірити дотримання умови стійкої роботи:

$$H_z \leq 0,95 H_o$$

Якщо ця умова не дотримується, потрібно збільшити Z . При виборі типу насоса може мати місце випадок, коли насос, що задовольняє по подачі, не може розвивати необхідний натиск. У зв'язку з цим можливі такі рішення: прийняти насос з великими подачею і напором, застосувати установку з послідовним з'єднанням насосів або ступінчасту установку з перекачуванням води з нижнього на верхній горизонт і звідти - на поверхню.

Можливий також і інший випадок, коли насос, що розвиває необхідний натиск, не забезпечує відкачування припливу води. При цьому застосовують одночасну роботу двох насосів, кожен з яких видає воду за своїм трубопроводу, або насоси включають Паралельно на загальний трубопровід.

Вибір того чи іншого рішення проводиться на підставі техніко-економічних розрахунків.

2. Схема трубопроводу і розрахунок його.

Місцезнаходження насосної камери і водозбірників встановлюється на підставі схеми розтину вугільних пластів і схеми околоствольного двору. Необхідно також намітити місце зливу води на поверхні. Після цього є можливість встановити схему трубопроводу в насосній камері, трубному ходку, стовбурі і на поверхні шахти, визначити геометричну висоту всмоктування і нагнітання, довжину підвідного та напірного трубопроводів, розставити на схемі фасонні частини і арматуру трубопроводу.

Розрахунок трубопроводу і побудова характеристики його ведеться відповідно до вказівок до раніше викладеного матеріалу теми 3.6.

3. Робочий режим насоса встановлюється по точці перетину його характеристики і характеристики трубопроводу. Характеристика насоса приймається за заводськими даними, характеристика трубопроводу будується відповідно до виразу

$$H_o = H_z + RQ^2$$

Таким чином встановлюються подача Q , напір H і ККД η насоса, а також допустима вакуумметрична висота всмоктування.

4. Перевірка вакуум метричної висоти всмоктування.

Здійснюється за умовою $H_B \leq H_B^{don}$ вакуумметрична висота всмоктування H_B є сумою геометричної висоти всмоктування і втрат напору по довжині трубопроводу, що підводить і в місцевих опорах. Якщо зазначена умова не дотримується, треба збільшити

діаметр трубопроводу, що підводить, або зменшити геометричну висоту всмоктування, або застосувати роботу насоса з підпором.

5. Потужність двигуна насоса і витрата енергії.

Потужність N_p двигуна насоса визначається за формулою (39). За каталогом вибирається найближчий більший за потужністю N двигун, причому запас потужності двигуна кд, як вказувалося раніше, має дорівнювати 10 ... 15%:

$$k_d = \frac{N}{N_p}$$

Витрата енергії визначається за формулою

$$W = 1,05 \left[\frac{p \cdot g \cdot Q_E \cdot H_E}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_H \cdot \eta_{\text{де}} \cdot \eta_C} \right] (305T_H + 60T_M), \text{ кВт*ч}$$

Питома потужність

$$w_y = E / Q_E (305T_H + 60T_M), \text{ кВт*ч/м}^3$$

6. К.к.д. насосної установки визначається за формулою

$$\eta_y = \eta \cdot \eta_d \cdot \eta_m$$

7. Місткість і розміри водозборника і насосної камери встановлюються відповідно до ПБ.

8. Розрахунок пускової апаратури, кабелів і апаратури управління проводиться за діючими нормативами і відповідно до ПБ.

9. Схеми водовідливу з декількох горизонтів при одночасній розробці можуть бути:

- 1) з видачею води а поверхню з кожного горизонту;
- 2) з перекачуванням води з нижнього на верхній горизонт і з верхнього горизонту на поверхню;
- 3) з послідовним з'єднанням насосів, розташованих на горизонтах;
- 4) з перепуском повітря по трубах з водозборника верхнього горизонту у водозборник нижнього горизонту, де розташована насосна установка;
- 5) з використанням напором води з верхнього горизонту при установці насосів на нижньому горизонті.

Установки, що працюють по другій і третій схемами, називаються ступінчастими.

Контрольні питання до тем 3.7,3.8, 3.9:

1. Описати спрощену схему електропостачання водовідливної установки.
2. Головними перевагами системи живлення підземних електроустановок через стовбур є:
 - а) необхідність використання в підземних виробках у великих масштабах високої напруги;
 - б) стаціонарність стовбурних кабелів, розрахована на весь термін їх служби без переміщення, і можливість їх ретельного монтажу і нагляду за ними;
 - в) зручність централізованого контролю і обслуговування високовольтної кабельної мережі шахти з ЦПП;
 - г) зручність контролю і експлуатації дільничних трансформаторних знижувальних підстанцій;
 - д) великі струми к.з., які викликають необхідність використання струмообмежувальних реакторів;
3. Головними недоліками системи живлення підземних електроустановок через стовбур є:
 - а) використання для прокладки кабелів готового стовбура;

б) необхідність вживання дорогого високовольтного електроустаткування у вибухобезпечному виконанні;

в) висока вартість та довжина кабельної мережі 6 кВ;

г) велика ємність кабельної мережі, що визначає значну величину струмів ємностей, які підвищують небезпеку експлуатації;

д) зручність централізованого контролю і обслуговування високовольтної комірок високої вартості;

е) необхідність використання великої кількості стовбурних кабелів значного перерізу при передачі великої потужності і відповідної кількості ввідних високовольтних комірок високої вартості, які збільшують розміри камери ЦПП і капітальні витрати на неї.

4. Для приводу насосів головного водовідливу, встановлюваних в шахті, застосовують:

а) асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором;

б) синхронні електродвигуни;

в) гідродвигуни.

5. Водовідливна установка знаходиться у веденні:

а) заступника головного механіка шахти;

б) головного механіка шахти;

в) механіка дільниці водовідливу.

6. На головних водовідливних установках необхідно вести:

а) «Книгу огляду та обліку роботи водовідливної установки»;

б) «Книгу огляду та обліку роботи стаціонарних установок шахти»;

в) «Книгу огляду та обліку роботи пневматичних установок шахти».

7. У зв'язку з шкідливою дією жорсткої і кислотної води на елементи водовідливної установки необхідно:

а) при жорстких водах очищати деталі насосів і трубопроводів;

б) при кислих водах - виготовляти насоси з кислототривких матеріалів і футерувати трубопроводи;

в) нейтралізувати воду;

г) додавати окислювач;

д) додавати розпушувач;

8. Описати види ремонтів водовідливної установки.

9. Розглянути та зробити нотатки про порядок розрахунку шахтної водовідливної установки.