

Розділ 2. Шахтні вентиляторні установки.

Тема 2.1. Осьові вентилятори.

План:

- 2.1.1. Класифікація осьових вентиляторів.
- 2.1.2. Будова вентиляторної установки з вентиляторами типу ВОД.
- 2.1.3. Конструкція вентиляторів типу ВОД.
- 2.1.4. Будова осьових вентиляторів місцевого провітрювання типу ВМ.

2.1.1. Осьові вентилятори діляться на вентилятори головного провітрювання шахти, допоміжні і вентилятори місцевого провітрювання.

До вентиляторів головного провітрювання відносяться ВОД-50, ВОД-40, ВОД-30, ВОД-21, ВОД-16. Скорочення означають: В - вентилятор, О - осьовий, Д - двоступеневий. Цифри означають діаметр робочого колеса в дм.

Допоміжні вентилятори використовуються для обслуговування стволів і навколоствольних виробок. Для цих робіт використовують вентилятори ВОД-11, ВОД-16.

Для місцевого провітрювання шахти використовують вентилятори з електроприводом /ВМ-4М, ВМ-5М, СЕМ-6, ВМ6-М, ВМ-8М, ВМ-12М / і з пневмоприводом /ВКМ-200А, ВМП-3М, ВМП-4, ВМП-5М, ВМП-6М /.

2.1.2. Головна вентиляторна установка з вентиляторами типу ВОД /рис. 13/ складається з робочого і резервного вентиляторів 1 і 2 з синхронними електродвигунами 3 і 4, системи змашування 5, електроапаратури і апаратури автоматизації 6, ляди чи двері 7 і 8 для переключення на роботу одного з вентиляторів і відключення іншого, підвідного 9 і вихідного 10 каналів, глушника шуму 11. Глушник шуму викладений із звукопоглинальних шлакоблоків і має 5...7 паралельних стінок, які розділяють вихідний струмінь. Глушник шуму – спільний для обох вентиляторів.

2.1.3. Вентилятори головного провітрювання шахти ВОД –21, ВОД-30, ВОД-40, ВОД-50 /рис. 14/ складаються з корпусу 1, рами 2, ротора 3, переднього 4 і заднього 5 опорних блоків, напрямного 6 і спрямного 7 апаратів, колектора 8, переднього обтікача 9, дифузора 10, трансмісійного вала 11 з муфтою 12, яка з'єднує з електродвигуном 13. Ці вентилятори мають схему компоновки РК (робоче колесо) + НА (напрямний апарат) + РК (робоче колесо) + СА (спрямний апарат).

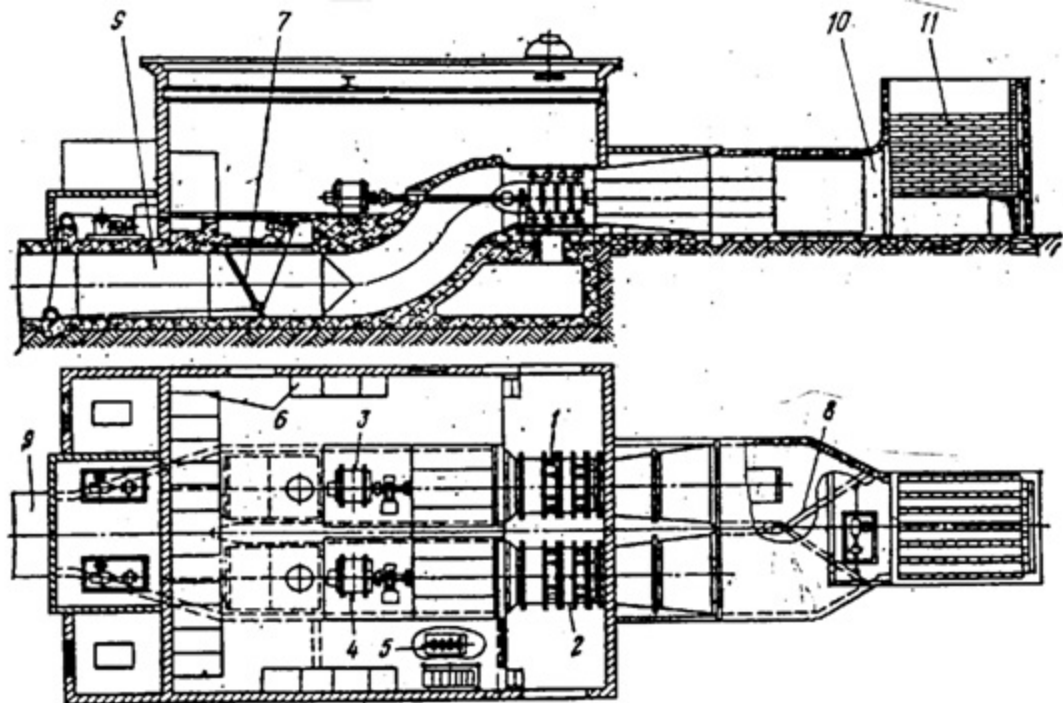


Рис. 13. Головна вентиляторна установка з вентиляторами типу ВОД

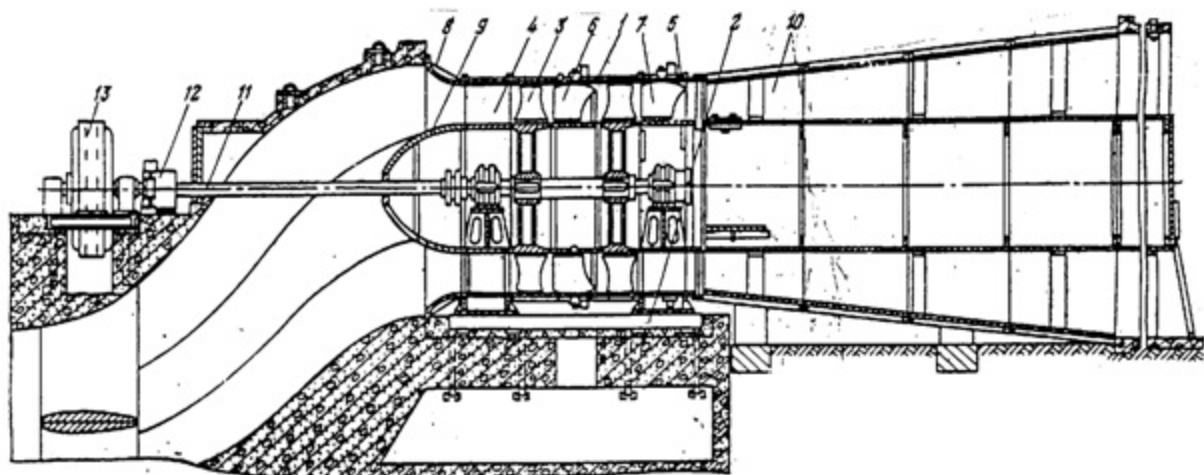


Рис. 14. Вентилятор типу ВОД

Ротор вентилятора ВОД показаний на рис. 15. На валі 1 з підшипниками 2, які сприймають як радіальне так і осьове навантаження, закріплені робочі колеса 3 і 4 і півмуфта 5. Колесо на валі закріплено шпонкою 6 і від осевого зміщення гайкою 7. Втулки робочих коліс виконані зварними і герметизовані. Втулка 8 складається з двох дисків, маточини насадженої на вал і обода, на якому розміщені лопатки 9. Кількість лопаток 12. Вони виготовлені пустотілими зварними клепами, складаються з двох листків обшивки,

ребра, днища і хвостовика. Дякуючи кріпленню 10, лопатки при зупиненому вентиляторі можуть повертатися на кут $15...45^\circ$. Для регулювання робочого режиму число лопаток колеса може бути зменшено в 2 рази. Трансмісійний вал виконаний підвісним із зубчатими (в вентиляторі ВОД-21 пальцевими) муфтами.

Проміжний напрямний апарат має 14 лопаток, які можуть повертатися серводвигуном на кут до 180° . Випрямний апарат має 14 лопаток, з яких 11 поворотні, а 3 – несучі неповоротні.

Вентилятори оснащені колодковими гальмами, який за $2...2,5$ хв. зупиняє ротор.

Для реверсування повітряного струменю необхідно відключити двигун вентилятора і загальмувати ротор, повернути на 180° лопатки напрямного і спрямного апаратів, розгальмувати ротор і запустити двигун в протилежному напрямі.

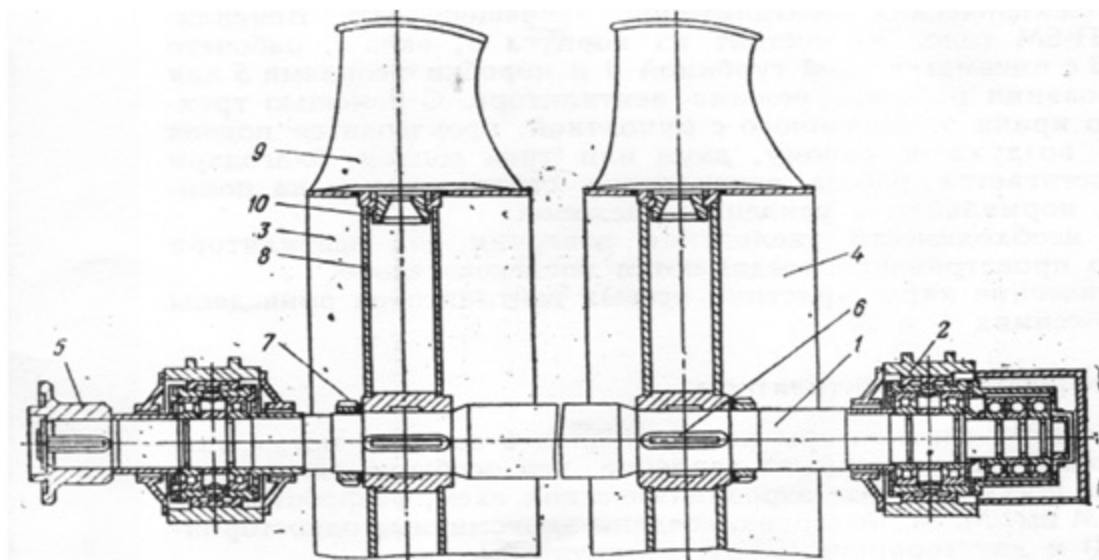


Рис. 15. Ротор вентилятора типу ВОД

Вентилятор ВОД-16 – двохступеневий реверсивний із зустрічним обертанням робочих коліс, призначений для головного провітрювання шахт з потрібною витратою повітря $12...67 \text{ м}^3/\text{с}$ і статичному тиску $90...430 \text{ даПа}$, а також використовується як допоміжний вентилятор.

Принцип його роботи базується на тому, що для протилежного обертання робочих коліс повітряний потік, отримавши енергію на першому робочому колесі, виходить закрученим в сторону обертання, розкручується на другому робочому колесі і отримує додаткову енергію. Необхідність в проміжному напрямному і спрямному апараті відпадає. Зменшуються розміри і маса вентилятора, спрощується регулювання режиму і реверсування потоку.

Вентилятор ВОД-16 (рис. 16) складається з корпуса 1 з колектором і обтікачем, консольно насаджених на вал робочих коліс 2 і 3, трансмісійних валів 4 і 5 з пружними

пальцевими муфтами 6 і 7, дифузора 8, електродвигунів 9 і 10, системи змащування 11, електромагнітних гальм 12 і 13, глушника шуму 14. Робоче колесо 2 має 12, а колесо 3-10 сталених зварних лопаток.

Установка оснащена пуско-регулюючою і контрольно-вимірною апаратурою.

Регулювання робочого режиму вентилятора проводиться: 1. поворотом лопаток робочих коліс вручну при зупиненому вентиляторі; 2. Поворотом лопаток тільки на першому колесі при постійному куті установки 27° на другому колесі. Реверсування вентиляційного струменю здійснюється зміною напрямку обертання робочих коліс.

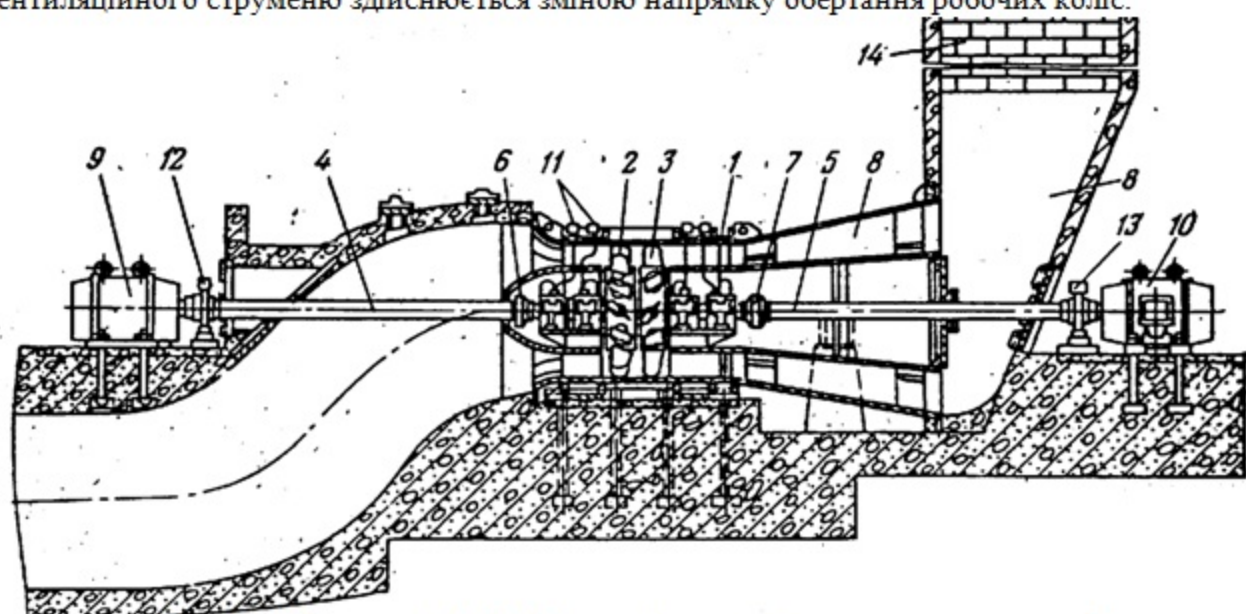


Рис. 16. Вентилятор ВОД-16 із зустрічним обертанням робочих коліс

2.1.4. Вентилятори місцевого провітрювання призначені для подачі в тупикові виробки. Схема компоновки НА+РК+СА.

Вентилятор ВМ-4М одноступеневий, нерегульований з електроприводом. Застосовується для провітрювання штреків перерізом до 5 м^2 з витратою повітря до $100 \dots 150 \text{ м}^3/\text{хв}$ і довжиною труби до 300 м . Діаметр труб 400 мм .

Вентилятори ВМ-5М і ВМ-6М одноступеневі регульовані призначені для провітрювання виробок перерізом до 10 і 16 м^2 , довжиною труб не більше 400 і 600 м , діаметром 500 і 600 мм .

Вентилятори ВМ-5М і ВМ-6М (рис. 17) мають однакову конструкцію і складаються з корпусу зі спрямним апаратом 2, робочого колеса 3, вхідного напрямного апарату 4 і вмонтованого вибухобезпечного асинхронного двигуна 5. Вентилятор змонтовано на салаках 6.

На литій конічній втулці робочого колеса встановлено сім кручених лопаток. Лопатки являють собою залиту капроновою смолою сталю арматуру з хвостовиком і гайкою.

Напрямний апарат має дев'ять профільних гумових лопаток із сталним армуванням

вхідних і вихідних кромок.

“Повітряний сепаратор” – кільцевий канал 7 призначений для усунення впадини на аеродинамічній характеристиці вентилятора.

Робочий режим вентиляторної установки регулюється на працюючому вентиляторі поворотом закрилок лопаток направляючого апарату на кут від $+45^\circ$ до -50° . Для позитивних кутів нахилу (відхилення лопаток проти напрямку обертання робочого колеса) продуктивність і тиск зростають, для від’ємних зменшуються.

Вентилятори ВМП-3, ВМП-4, ВМП-5М і ВМП-6М одноступеневі з приводом від вмонтованої пневматичної турбіни служать для провітрювання глухих виробок, в яких застосування електричних вентиляторів заборонено ПБ.

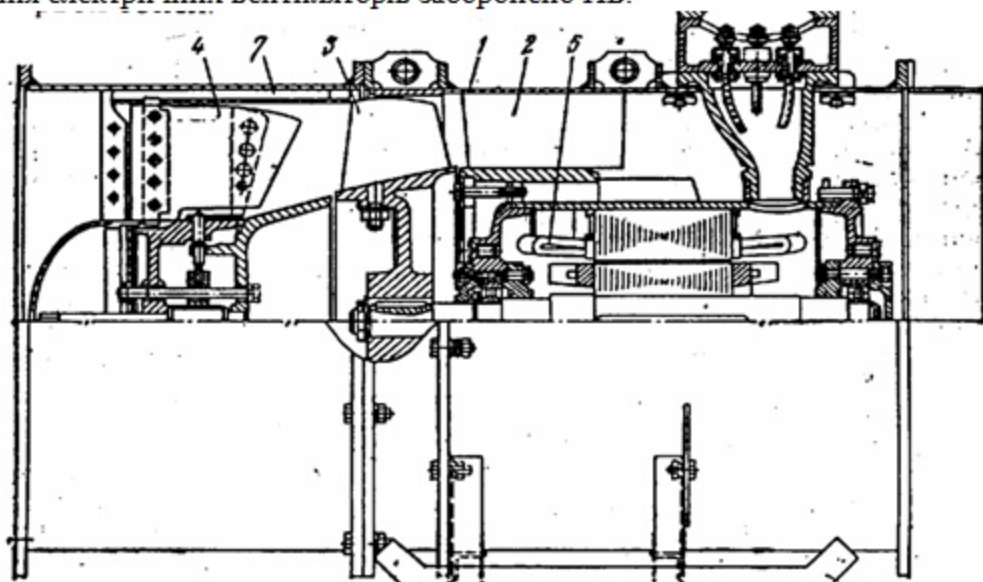


Рис. 17. Вентилятор ВМ-6М

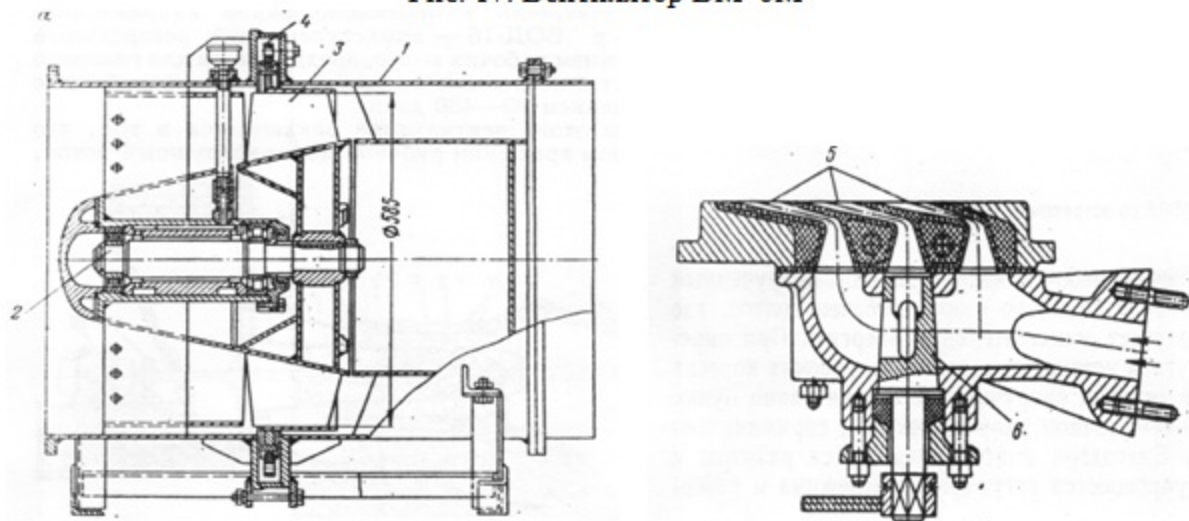


Рис. 18. Вентилятор ВМП-6М

Вентилятор ВМП-6М (рис. 18) складається з корпусу 1, вала 2, робочого колеса 3 з пневматичною турбіною 4 і коробки з соплами 5 для регулювання. З допомогою трьохходового крана 6, зв'язаного з рукояткою, проводиться підведення стисненого повітря до одного, двох чи трьох сопел.

Контрольні запитання до теми 2.1:

2.1.1. Позначення ВОД-40 означає:

1. Вентилятор односторонній двохступеневий діаметром вихідного отвору 40 дм;
2. Вентилятор осьовий двохступеневий діаметром робочого колеса 4 м;
3. Вентилятор осьовий двохступеневий діаметром робочого колеса 40 см.

2.1.2. Вентиляторна установка головного провітрювання шахти з вентиляторами типу ВОД має:

1. Два вентилятори (робочий і резервний), 2 електродвигуни, 1 підвідний і 1 відвідний канали,
2. 2 вентилятори (робочий і резервний) 2 електродвигуни, 2 підвідних і 2 відвідних канал;
3. 2 вентилятори (робочий і резервний) 1 електродвигун, 1 підвідний і 1 відвідний канал.

2.1.3. Вентилятор ВОД-30 має схему компонування:

1. РК + НА + РК + СА; 2. НА + РК + РК + СА; 3. РК + СА + РК + НА .

2.1.4. Робочий режим вентиляторів ВМ-6М регулюється :

1. Поворотом лопаток робочого колеса на кут $15 \dots 45^\circ$.
2. Поворотом закрилок лопаток напрямного апарату на кут від $+45^\circ$ до -50° .

Тема 2.2. Відцентрові вентилятори

План :

2.2.1. Класифікація відцентрових вентиляторів.

2.2.2. Будова вентиляторної установки з вентиляторами типу ВЦ і ВЦД.

2.2.3. Будова відцентрових вентиляторів.

2.2.1. Відцентрові вентилятори порівняно з осьовими можуть розвивати значно більший тиск, що особливо важливо для глибоких шахт.

Для установок головного провітрювання шахт застосовують вентилятори ВЦД-16, ВЦ-25, ВЦ-32, ВЦД-32, для шахт з витратою повітря від 20 до 300 м³/с і тиском 140...500 даПа. Для глибоких шахт з витратою 700 м³/с і тиском до 990 даПа застосовують вентилятор ВЦД-47.

Для допоміжних установок застосовують вентилятори ВЦПД-8УМ, ВЦП-16 призначені для провітрювання стволів під час проходження. Їх продуктивність 22 і 46 м³/с, тиск до 900 даПа.

Вентилятори ВЦ-11 і ВЦ-16, забезпечують продуктивність до 20...40 м³/с при тиску до 350 даПа, застосовують як для головних так і для допоміжних вентиляторних установок.

Для місцевого провітрювання для виробок перерізом 6...14 м² і довжиною

1500...2500 м застосовують вентилятор ВЦ-7 продуктивність 90...640 м³/хв, тиск 140...900 даПа.

Позначення В – вентилятор, Ц – відцентровий, Д – з двохстороннім всмоктуванням, П – прохідницький, М – модернізований. Цифри означають діаметр робочого колеса в дм.

2.2.2. В установці з вентиляторами типу ВЦ (рис. 19) повітря з шахти по вентиляційному каналі 1 і підвідних каналах 2 через засмоктуючі коробки 3 поступає на робоче колесо вентилятора 4 і через дифузор 5 в атмосферу. Ляда переключення 6 робочого вентилятора піднята, а резервного – опущена. Ляди 7 дифузорів і ляда 8 засмоктуючої будки 9 опущені, а перекриваюча ляда 10 піднята. При реверсуванні струменю ляди 7 і 8 підняті, а 10 опущена. Повітря з засмоктуючі будки 9 по каналах 2 поступає в робоче колесо вентилятора 3, звідки по коротких обвідних каналах 11 і вентиляційному каналі 1 подається в шахту.

2.2.3. В вентиляторах ВЦ-11, ВЦ-16, ВЦ-25, ВЦ-32 робоче колесо має 8 криловидних лопаток, приварених до плоского корінного і конічного покривного дисків. Жорсткість колеса в осьовому напрямі збільшується обтікачем, закріпленим на корінному диску, який з'єднується з маточиною, насадженою за допомогою шпонок на консоль головного жала. В вентиляторі ВЦ-25 (рис. 20, а) корінний диск приварений безпосередньо до обтікача, відлитого заодно з маточиною. В вентиляторі ВЦ-32 (рис.20, б) з'єднання корінного диску з маточини і обтікачем виконано болтами.

Режим роботи вентиляторів ВЦ регулюється напрямними апаратами з лопатками, які можуть повертатися від 90 до -10 ...-30 (максимальна продуктивність при від'ємних кутах). Робочі колеса вентиляторів мають криловидні загнуті назад лопатки з кутом виходу не менш ніж 135° (рис.21, а). В вентиляторі ВЦ3-32 лопатки складаються з нерухомої частини 1, привареної до плоского корінного і покривного дисків 2 і 3, рухомого закрилка 4. Вісь 5 закрилка обертається в підшипниках 6 і 7. Підшипники 7 сидить в стакані 8, внутрішній зубчатий вінець якого з'єднаний з фіксуючою шестернею 10. Кришка підшипника 11 кріпиться болтами 12.

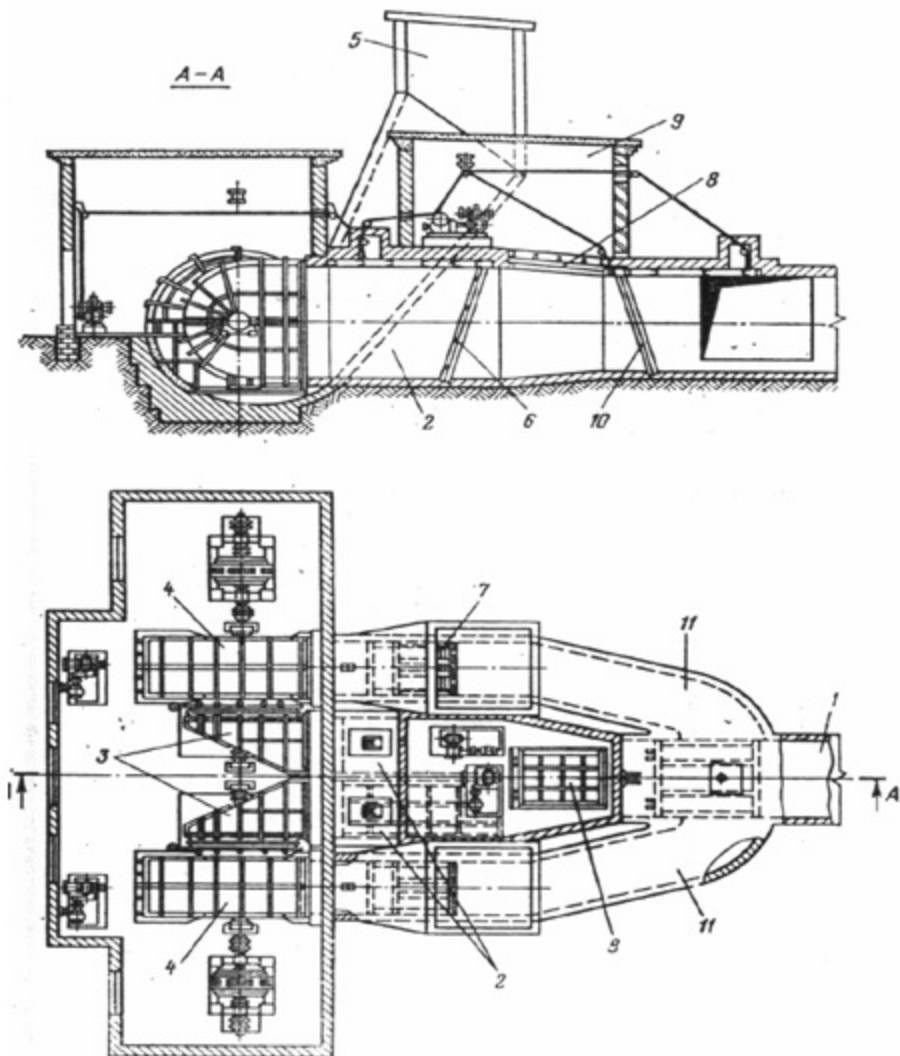


Рис. 19. Вентиляторна установка з вентиляторами типу ВЦ-32

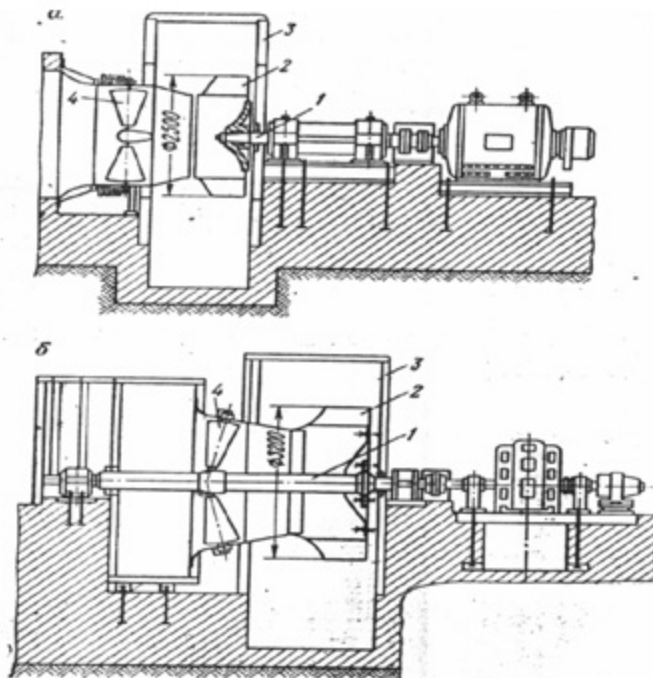


Рис. 20. Односторонні відцентрові вентилятори.

Двосторонні вентилятори ВЦД-16 і ВЦД-32М мають зварені робочі колеса які складаються з корінного і двох конічних покривних дисків, між якими зварені 16 криловидних лопаток – по 8 з кожної сторони (рис.22). Корінний диск прикріплений болтами до обода головного валу. Обтікачі болтами з'єднані з корінним диском. Привід повороту лопаток направляючого апарату, виконаний у вигляді редуктора, розміщений в середині кільцевого обтікача.

Двосторонній вентилятор ВЦД-47 (рис. 23) призначений для важкоповітряних шахт. Робоче колесо складається з двох односторонніх коліс звареної конструкції. Кожне колесо має по 6 лопаток приварених до корінного і покривного дисків

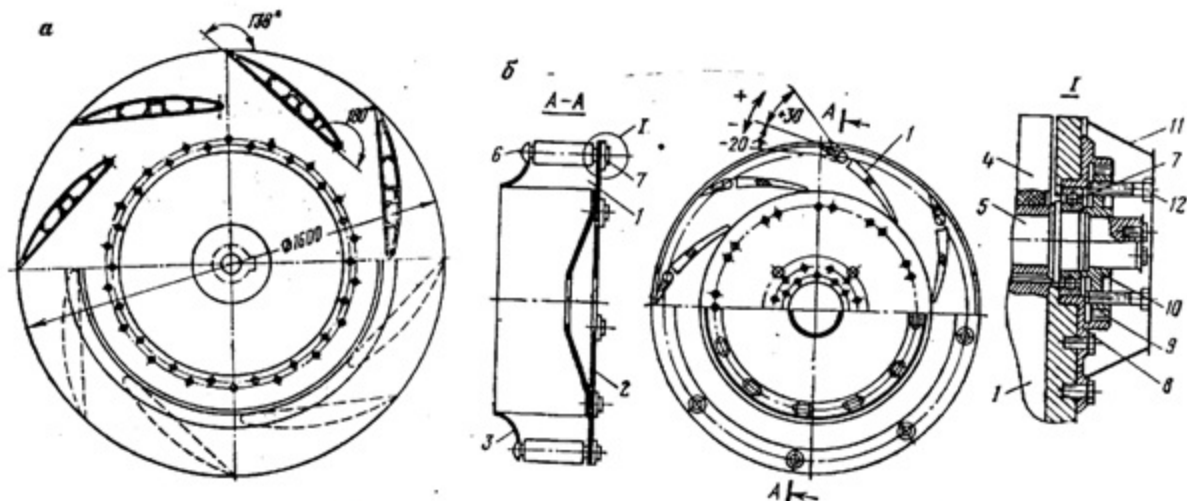


Рис. 21. Робочі колеса вентиляторів: а /типу ВЦ,Б/ 6-ВЦЗ-32

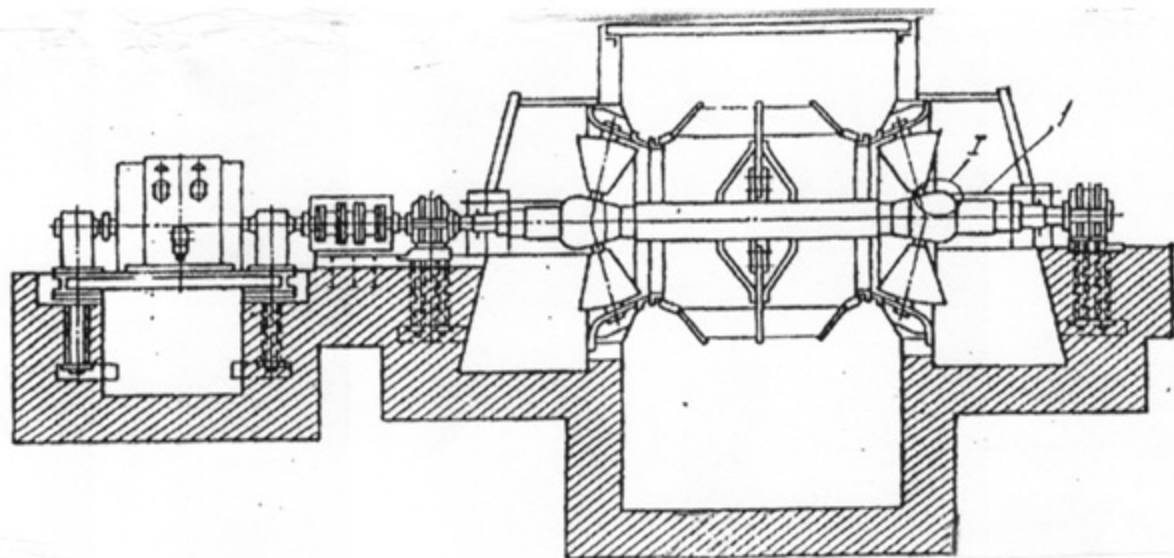


Рис.22. Двосторонній відцентровий вентилятор ВЦД-32 м

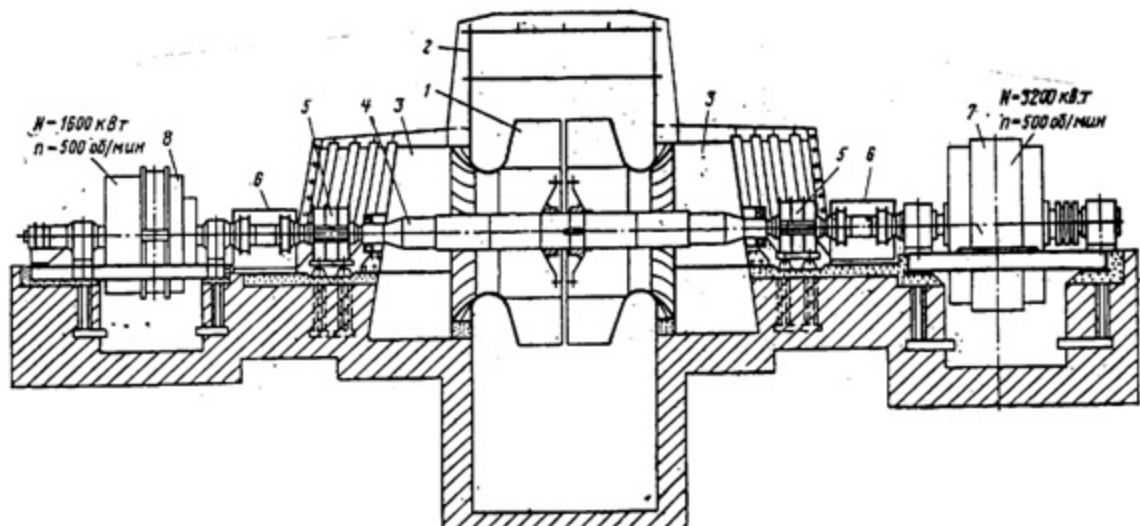


Рис. 23. Двосторонній відцентровий вентилятор ВЦД-47

Реверсування повітряного струменю здійснюється за допомогою обвідного каналу 7 та ляд 3, 4, 6 (рис. 24). Суцільними стрілками показано прямий рух повітря, пунктирними – реверсний.

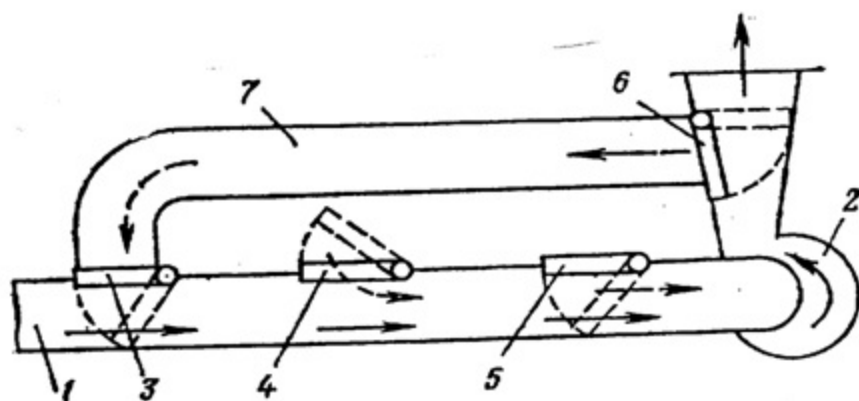


Рис. 24. Схема реверсування повітряного струменю

Контрольні запитання до теми 2.2:

2.2.1. Вентилятор ВЦЗ-32 позначення означає:

1. Вентилятор центральний з закрилками діаметр робочого колеса 32 дм;
2. Вентилятор відцентровий з закрилками діаметр робочого колеса 3,2 м;
3. Центральний з закрилками діаметр робочого колеса 32 см.

2.2.2. Реверсування повітряного струменю в відцентрових вентиляторах здійснюється:

1. Зміною напрямку обертання робочого колеса;
2. За допомогою обвідного каналу в положенні ляд показаному суцільними лініями (рис. 24);
3. За допомогою обвідного каналу в положенні ляд показаному суцільними пунктиром.

План:

- 2.3.1. Причини, які викликають необхідність регулювання режимів роботи вентилятора.
 2.3.2. Способи регулювання.
 2.3.3. Область промислового використання.

2.3.1. Вентиляторні установки головного і місцевого провітрювання працюють на зовнішню мережу зі змінними параметрами: депресією і витратою повітря. Основні причини, які викликають зміну цих параметрів:

- розвиток фронту гірничих робіт, що приводить до збільшення витрати повітря в 1,5 – 2 рази;
- сезонні коливання температури викликають зміну депресії шахти на 10 – 15% від номінальної;
- зміна втрат і підсосів повітря в процесі експлуатації;
- робота в ремонтні дні, коли витрата повітря зменшується на 30 – 50%;
- різний добовий режим роботи, масові вибухи і т. п.

Зміна параметрів зовнішньої мережі приводить до необхідності регулювання режим роботи вентиляторних установок під час їх експлуатації. Глибину регулювання по продуктивності ε_Q і тиску ε_H визначають за формулами:

$$\varepsilon_Q = 1 - \frac{Q_{\min}}{Q_{\max}}; \quad \varepsilon_H = 1 - \frac{H_{\min}}{H_{\max}}.$$

Вигідним рахується діапазон регулювання по продуктивності 1:2, по тиску 1:3.

2.3.2. Існують наступні способи регулювання режимів роботи вентиляторів:

1. Дроселювання потоку в лінії. Можливі два варіанти:

1.1. Дроселювання потоку перед вентилятором. У цьому випадку змінюється характеристика вентилятора з 1 на 2 (рис. 25).

1.2. Дроселювання потоку за вентилятором. У цьому випадку змінюється характеристика зовнішньої мережі вентилятора з 1 на 2 (рис. 26).

2. Зміна частоти обертання робочого колеса. Змінюючи частоту обертання можна отримати ряд характеристик 1, 2, 3, кожна з яких лежить тим нижче, чим нижча частота обертання (рис. 27). Даний спосіб регулювання базується на законах пропорційності:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

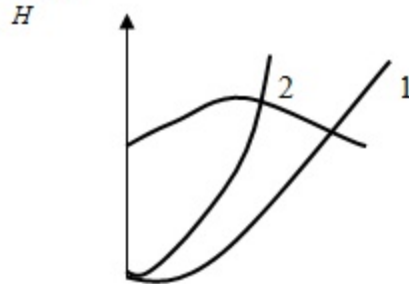
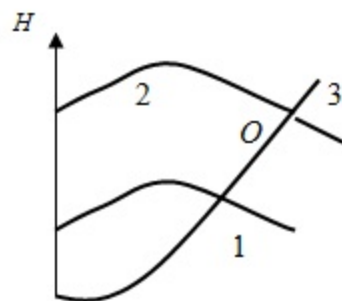


Рис. 25. Дроселювання потоку перед вентилятором

Рис. 26. Дроселювання потоку за вентилятором

4. Зміна напрямку потоку повітря перед входом на робоче колесо (рис. 28). Цей спосіб базується на закручуванні потоку рідини перед входом на робоче колесо і здійснюється у відцентрових вентиляторах спеціальним напрямним апаратом від -30° до 90° . Для від'ємних кутів установки лопаток напрямного апарату потік закручується назустріч обертанню робочого колеса (крива 2), у цьому випадку тиск і продуктивність зростають, для додатних кутів (крива 3) – ці параметри зменшуються.

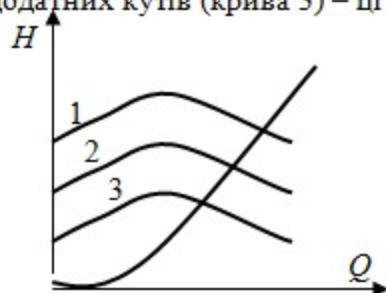


Рис. 27. Зміна частоти обертання повітря робочого колеса

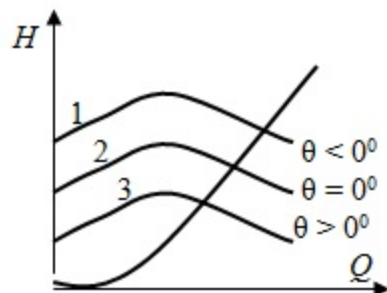


Рис. 28. Зміна напрямку потоку перед входом на робоче колесо

5. Поворот лопаток робочого колеса. Цей спосіб використовується для осьових вентиляторів головного провітрювання. Кут нахилу лопаток змінюється від 15° до 45° . Зі зростанням кута збільшуються подача і тиск. Характеристики вентилятора знаходяться тим вище, чим більший кут (рис. 27).

6. Поворот окремих частин лопаток робочого колеса. Цей спосіб використовується для відцентрових вентиляторів головного провітрювання типу ВЦЗ-32. Повертаючи закрилки в сторону обертання робочого колеса, збільшують його діаметр. У цьому випадку зростає тиск і продуктивність.

7. Комбінований спосіб регулювання. У цьому випадку застосовують декілька способів регулювання одночасно.

8. Специфічні способи регулювання:

– Для вентиляторів ВОД-16: зміна кута установки лопаток, лише на одному робочому колесі, або відключення другого колеса. У цьому випадку продуктивність зменшується в 1,4 рази, а тиск практично не міняється;

– Для вентиляторів типу ВОД-21, 30, 40, 50 у випадку роботи з малим тиском, кількість лопаток на другому робочому колесі зменшується наполовину, через одну;

– Для вентиляторів ВЦЗ-32 знімають повністю, або наполовину закрилки.

9. Перспективним являється спосіб регулювання за допомогою тиристорних перетворювачів швидкості обертання привідного двигуна типу ПЧСВ.

2.3.3. Область промислового використання осьових вентиляторів (рис. 29, а) включає

робочі ділянки аеродинамічних характеристик вентиляторів для різних кутів установки лопаток і однакої частоті обертання ротора. Ділянки 1-2 і 3-4 відповідають граничним кутам установки лопаток (15° і 45°). Ділянка 1-3 відповідає границі стійкої роботи, а 2-4 – мінімальному значенню К. К. Д. ($\eta_{\min} = 0,6$).

Область промислового використання відцентрових вентиляторів (рис. 29, б), у випадку регулювання напрямним апаратом знаходиться між робочих ділянок аеродинамічних характеристик вентилятора, що відповідають граничним кутам установки лопаток напрямного апарату (-20° і 60°) і лінією мінімально допустимого К. К. Д. ($\eta_{\min} = 0,6$).

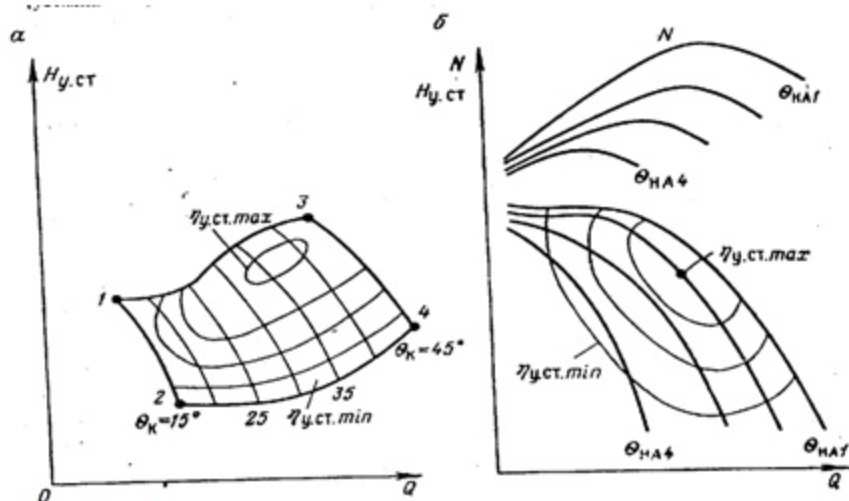


Рис. 29. Область промислового використання вентиляторів:
 а – осьового, б – відцентрового

Контрольні запитання до теми 2.3:

2.3.2.1. Регулювання режиму роботи осьових вентиляторів головного провітрювання здійснюється зміною кута установки лопаток робочого колеса в межах:

- 1) $15^\circ - 45^\circ$; 2) $-20^\circ - 60^\circ$; 3) $0^\circ - 30^\circ$.

2.3.2.2. Регулювання режиму роботи відцентрових вентиляторів головного провітрювання здійснюється зміною кута установки лопаток робочого колеса в межах:

- 1) $15^\circ - 45^\circ$; 2) $-20^\circ - 60^\circ$; 3) $0^\circ - 30^\circ$.

2.3.3.1. Область промислового використання осьових вентиляторів головного провітрювання обмежена граничними кутами установки лопаток робочого колеса, мінімальним значенням К. К. Д. і:

- 1) Кутом установки лопаток спрямного апарату;
- 2) Кутом установки лопаток напрямного апарату;
- 3) Границею стійкої роботи.

2.3.3.. Область промислового використання відцентрових вентиляторів головного провітрювання обмежена граничними кутами установки лопаток напрямного апарату і:

- 1) Кутом установки лопаток спрямного апарату;

- 2) Мінімальним значенням K . К. Д.;
- 3) Границею стійкої роботи.

Тема 2.4. Сумісна робота вентиляторів на загальну вентиляційну мережу

План:

- 2.4.1. Причини і способи включення вентиляторів для сумісної роботи.
- 2.4.2. Послідовна робота вентиляторів на загальну мережу.
- 2.4.3. Паралельна робота вентиляторів на загальну мережу.
- 2.4.4. Природна тяга повітря, причини виникнення і її вплив на роботу вентиляторної установки.

2.4.1. Умовами для сумісної роботи вентиляторів в шахтній практиці можуть бути:

- 1) конфігурація вентиляторної мережі, коли вентилятори розміщені на крилах шахтного поля;
- 2) необхідністю в деяких випадках (при раптовому виділенні газу) включити роботу крім працюючого вентилятора, резервний;
- 3) необхідністю, для місцевої вентиляції подолання великого опору трубопроводу чи виробок.

Для сумісної роботи декількох вентиляторів на загальну вентиляційну мережу переходить в тих випадках, коли тиск або продуктивність одного вентилятора який працює на граничних параметрах, недостатні.

2.4.2. **Послідовна робота** застосовується в тому випадку коли тиск одного вентилятора не достатній для подолання опору рухові повітря в зовнішній мережі. Послідовна робота вентиляторів головного провітрювання в даний час практично не застосовується. Послідовне з'єднання застосовують при проході стволів і проведені підготовчих виробок.

Сумарна характеристика послідовно з'єднаних вентиляторів 3 будується шляхом сумування ординат характеристик першого 1 і другого 2 вентиляторів (рис. 30).

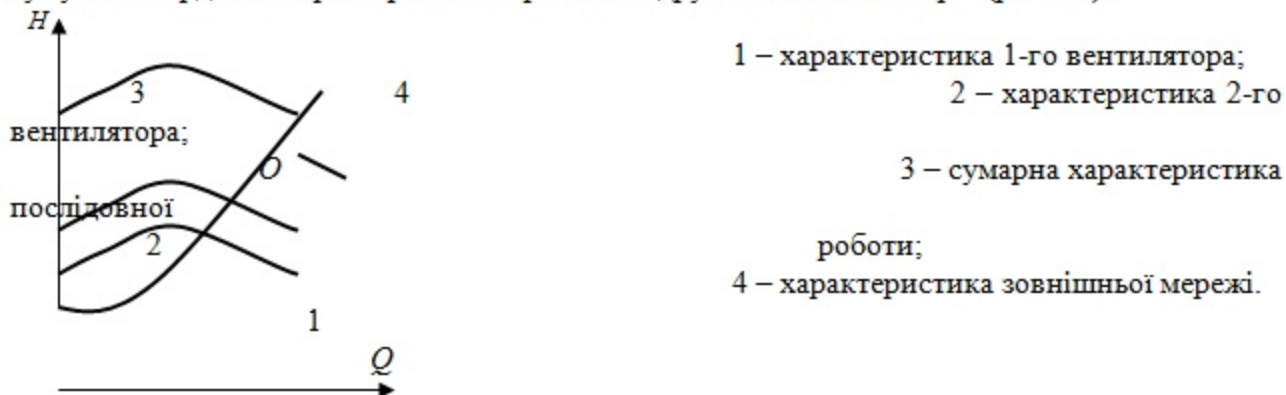


Рис.30. Діаграма послідовної роботи вентиляторів

Послідовне з'єднання вентиляторів приводить до збільшення тиску в порівнянні з вентиляторами працюючими самостійно. Робоча ділянка характеристики.

- а) Вліво від точки O – область допустимої роботи.
 б) Вправо від точки O – область не допустимої роботи.

2.4.3. **Паралельна робота** застосовується якщо необхідно збільшити продуктивність вентиляторної установки. Сумарна характеристика паралельно з'єднаних вентиляторів отримується шляхом сумування абсцис характеристик вентиляторів. Розрізняють наступні способи паралельної роботи.

2.4.3. Паралельне з'єднання при розміщенні вентиляторів в одному місці застосовуються під час проходження виробок для ВМП, або для вентиляторів головного провітрювання розміщених на одному стволі (рис. 31).

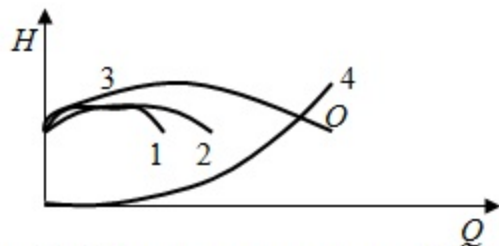


Рис. 31. Діаграма паралельної роботи вентиляторів

- 1) характеристика 1-го вентилятора
- 2) характеристика 2-го вентилятора
- 3) Сумісна характеристика при паралельній роботі, отримується складанням абсцис характеристик 1 і 2.

Точка O - сумісний режим роботи

$$Q_{B1} + Q_{B2} = Q$$

Паралельне з'єднання при розміщенні вентиляторів на значній відстані один від одного застосовується для вентиляторів головного провітрювання розміщених на флангових стволах.

2.4.4. **Природна тяга** повітря виникає в зв'язку з різними рівнями розміщення стволів шахти різною температурою, вологістю і хімічним складом на поверхні і в виробках.

Сумісну дію природної тяги і вентилятора слід розглядати як аналогію роботи послідовного з'єднання вентиляторів.

Розрізняють **позитивну** природну тягу (рис. 32, а), коли напрямок повітряних потоків від дії природної тяги і вентилятора співпадають, і **від'ємну** коли напрямки потоків протилежний (рис. 32, б).

При позитивній природній тязі сумарна характеристика 3 отримується додаванням характеристики вентилятора 1 і природної тяги 2. Точка I перетину характеристики 3 з характеристикою 4 вентиляційної мережі вказує на робочий режим вентиляції.

При від'ємній природній тязі сумарна характеристика 3 зміщена по відношенню до 1 вниз на величину H_e тиску по характеристиці 2 природної тяги.

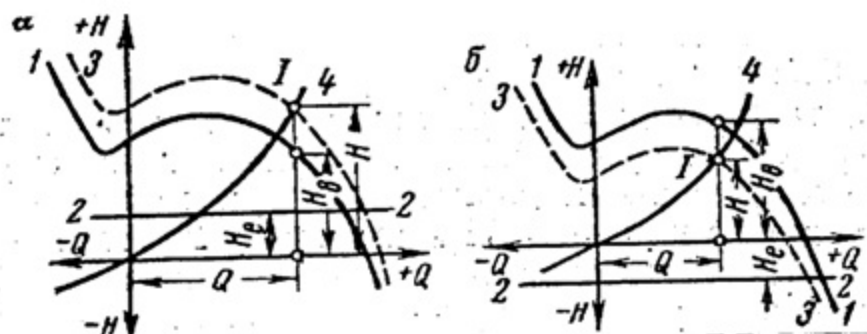


Рис.32. Діаграма роботи вентилятора для природної тяги: а) – позитивної, б) – від'ємної

Контрольні питання по темі 2.4:

Два вентилятора ВМ-6М в оптимальному режимі мають $Q_1 = Q_2 = 340 \text{ м}^3/\text{хв.}$, $H_1 = H_2 = 260$ даПа

Який сумарний тиск H і продуктивність Q вони будуть розвивати:

2.4.1. При послідовному з'єднанні?

2.4.2. При паралельному з'єднанні?

1. $H = 526$ даПа; $Q = 340 \text{ м}^3/\text{хв.}$; 2. $H = 520$ даПа; $Q = 680 \text{ м}^3/\text{хв.}$; 3. $H = 260$ даПа; $Q = 680 \text{ м}^3/\text{хв.}$

2.4.3. Який тиск вентиляції буде в мережі, якщо вентилятор ВОД-40 розвиває $H = 290$ даПа, позитивна природня вентиляція складає $H_e = 20$ даПа

1. 290 даПа; 2. 270 даПа; 3. 310 даПа.

Тема 2.5. ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

План:

2.5.1. Прилади для вимірювання тиску.

2.5.2. Схема вимірювання тиску.

2.5.3. Анемометри.

2.5.4. Дифманометри.

2.5.1. Для вимірювання тиску використовують депресіометри і мікроманометри. Депресіометр /рис. 33, а/ складається з двохколінної трубки 1 діаметром 5...10 мм з підкрашеною водою і шкали 2. Одне коліно депресіометра шлангом 3 з'єднується з вентиляційним каналом, а друге залишається відкритим. Різниця рівнів води в колінах – це тиск вентилятора.

Мікроманометр /рис. 33, б/ має більшу точність. Резервуар 1 заповнений етиловим спиртом. Для включення приладу застосовується кран 2, який шлангом 4 через штуцер 5 з'єднаний з вимірювальною трубкою 3. Гвинтом 6, діють на поплавок і встановлюють нульову поділку шкали. Трубка 3 може бути встановлена під різними кутами, для цього на стійці 7 є чотири отвори. Вимірювальний тиск дорівнює

$$H = g \cdot l \cdot \rho_{cn} \cdot \sin \alpha = k \cdot g \cdot l. \quad (26)$$

Де ρ_{cn} – густина спирту, кг/м^3 , α – кут установки трубки відносно горизонту. На шкалі нанесені величин $k = \rho_{cn} \cdot \sin \alpha$, які відповідають чотирьом положенням трубки.

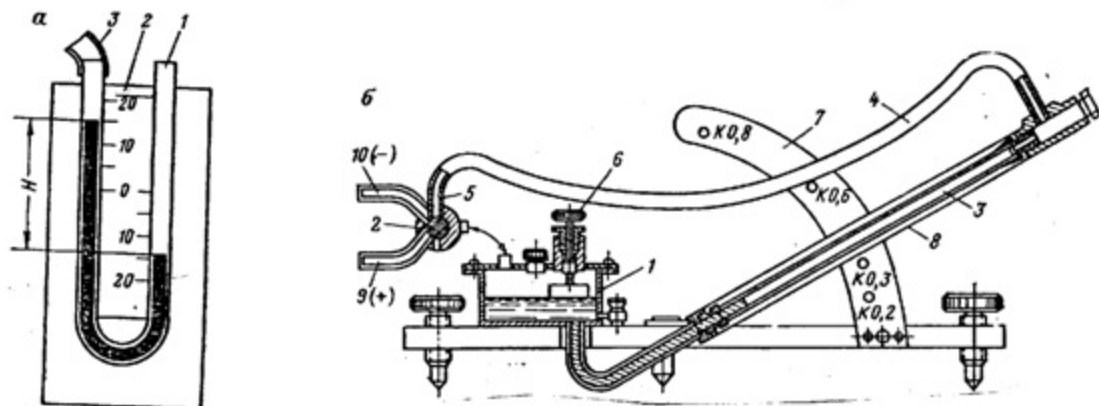


Рис. 33. Прилади для вимірювання тиску: а – депресіометр; б – мікроманометр.

2.5.2. Розрізняють статичний тиск, який тисне на стінки трубопроводу повітря. Статичний тиск витрачається на подолання опору вентиляційної мережі. Позначається $-H_{ст}$. Динамічний тиск $H_{д}$ необхідний для переміщення повітря із швидкістю V_n

$$H_{д} = \rho \cdot V_n^2 / 2 \quad (27)$$

Де $\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$ – густина повітря.

Схема вимірювання повного H , статичного $H_{ст}$, динамічного $H_{д}$ тиску на засмоктуючій і нагнітальній сторонах вентилятора показана на рис. 34.

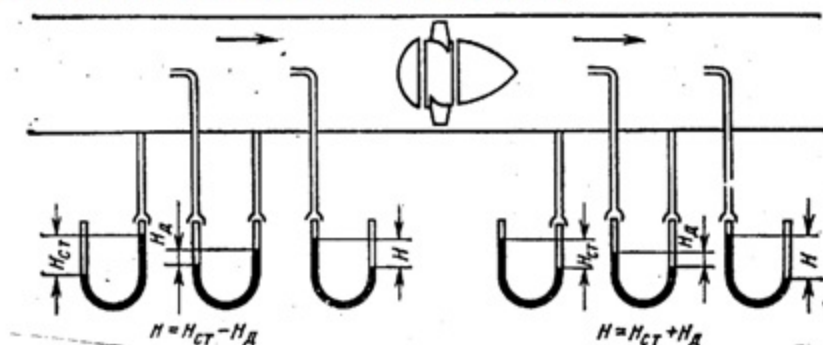


Рис. 34. Схеми вимірювання тиску

2.5.3. Для вимірювання продуктивності вентиляторів застосовують анемометри, при швидкостях повітря 0,5...10 м/с використовують крильчастий анемометр, а при 1...20 м/с – чашковий (рис. 35). Вертушка 1 з'єднана з лічильним механізмом 2 віссю 3. Лічильний механізм має 3 шкали – одиниці і десятки, сотні і тисячі, вмикається кронштейна 4. При замірах анемометр вводять в повітряний потік і одночасно вмикають секундоміри анемометр. Через 2-3 хв. їх вмикають і записують кінцеві і початкові покази.

По числу показів приладу в секунду і паспорту анемометра знаходять швидкість

повітряного потоку. Витрату повітря знаходять по формулі

$$Q = V_n \cdot A, \quad (28)$$

де A – площа перерізу виробки.

Безпосередньо швидкість визначають електроанемометрами, які заміряють струм, що протікає по дротуку (його температура і опір залежать від швидкості обдування), а також реактивним анемометрами, в яких кут відхилення вказівника залежить від швидкості потоку.

2.5.4. Постійний контроль продуктивності і тиску вентиляторів здійснюється за допомогою диференціальних манометрів, найбільше застосовування отримали кільцеві, поплавкові і мембранні дифманометри (рис. 36). Застосовують також дзвінкові, сифонні, тензометричні і інші дифманометри.

Ці прилади являються первинними – вони першими сприймають імпульс від вимірюваної величини. Вони можуть бути зі шкалою або без шкали. Для дистанційного контролю застосовують вторинні прилади, які електрично з'єднані з первинними.



Рис.35. Чашковий анемометр

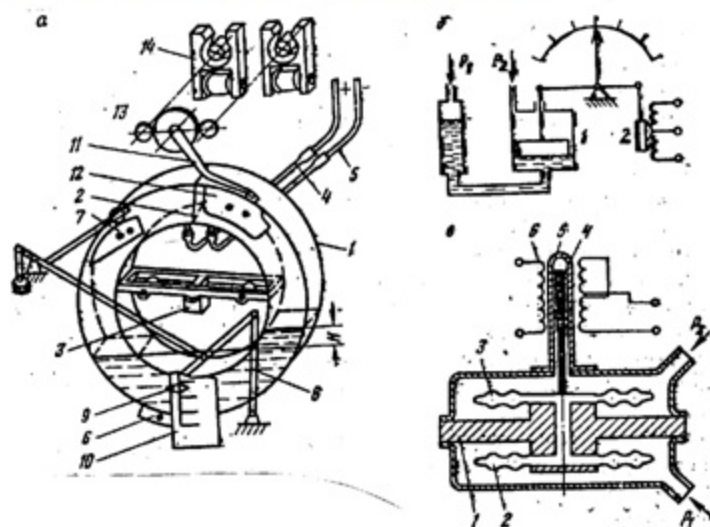


Рис. 36. Дифманометри: а - кільцевий, б - поплавковий, в - мембранний

На рис. 36, а показана схема кільцевого дифманометра. Пустотіле кільце 1, частково заповнене рідиною, має перегородку 2. Кільце підвішене на призматичній опорі 3. Обидві камери трубками 4 і 5 з'єднані з вентиляційним каналом. Якщо в одній з камер тиск буде більший, відбудеться зміна рівнів заповнювача. Кільце буде обертатися до тих пір, поки обертовий момент не зрівноважиться з моментом створюваним вантажем 6.

Поплавковий дифманометр (рис. 36, б) представляє собою дві посудини, частково заповнені рідиною. При зміні тиску P_1 чи P_2 змінюється рівень рідини і положення поплавка. Це приведе в рух балочну систему, стрілку, а також плунжер 2 індукційної системи дистанційної передачі показів на вторинний прилад.

На рис. 36, в показаний мембранний дифманометр. Перегородка 1 розділяє корпус на

2 камери. Гофровані металічні мембранні коробки 2 і 3 з'єднані між собою і заповнені дистильованою водою. При зміні тисків переміщається плунжер 4, що знаходиться в трубці 5. Це викликає зміну напруги в обмотках 6 диференціальної трансформаторної системи дистанційної передачі на вторинний прилад .

Контрольні запитання до теми 2.5:

2.5.1. Трубка мікроманометра встановлена в положення $\kappa = 0,6$. Спирт піднявся на висоту $l = 20$ мм, визначити тиск H . $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. 120 Па, 2. 200 Па, 3. 12 Па.

2.5.2. Швидкість руху повітря $V_n = 10$ м/с, статичний тиск $H_{ст} = 100$ Па. Визначити повний тиск, якщо густина повітря $\rho = 1,3$ кг/м³.

1. 230 Па, 2. 106,5 Па, 3. 165 Па.

2.5.3. Анемометри використовують для вимірювання:

1. Продуктивності і тиску вентиляторів.
2. Продуктивності і швидкості руху повітря.
3. Швидкості руху повітря і тиску.

2.5.4. Дифманометри використовують для:

1. Контролю роботи манометрів і анемометрів;
2. Для постійного контролю продуктивності вентиляторів;
3. Вторинних приладів контролю.

Тема 2.6. Кондиціонування повітря і калориферні установки.

План:

2.6.1. Причини підвищення температури в гірничих коробках.

2.6.2. Кондиціонування повітря.

2.6.3. Калориферні установки.

2.6.1. Нормальна життєдіяльність людей в виробках визначається не тільки складом повітря, а також температурою, вологістю і швидкістю його руху. ПБ регламентує температуру в гірничих виробках до 26°C і швидкість руху 0,25...2 м/с в залежності від температури.

Основні причини підвищення температури в гірничих виробках:

1. Стискання повітря в стволі дією сили ваги. На кожні 100м температура підвищується на 1°C.
2. Зростання температури гірничих порід по мірі збільшення глибини виробок визначається за формулою

$$t_n = t_{н.з.} + \delta \cdot (H - H_{н.з.}), \quad (29)$$

де $t_{н.з.}$ – температура нейтральної зони, яка не залежить від сезонної зміни. Приймається 8°C .

$H_{н.з.} = 25...30$ м. - глибина залягання нейтральної зони, $\delta = 0,03$ – геотермічний градієнт.

3. Окислювальні процеси вугілля, порід і кріпильного матеріалу.
4. Дотикання повітря з розхиленим вугіллям в очисних вибоях.
5. Теплообмін між вугіллям і породою.

6. Тепловідлення від працюючих людей, машин, електричних апаратів.

2.6.2. Кондиціонування повітря здійснюється з допомогою холодильних установок різних типів.

Парокомпресорна холодильна установка (рис. 37, а) складається із наступних елементів: компресора 1, конденсатора 2, детандера 3, випаровувача 4. Під час роботи компресор всмоктує з випаровувача холодагент і стискає його без теплообміну з зовнішнім середовищем. Стиснений пар поступає в конденсатор, де від нього відводиться тепло і пара перетворюється в киплячу рідину. В детандері відбувається її розширення, випаровування і пониження температури. У випаровувачі волога пара підсушується за рахунок відбирання тепла від охолоджуваного середовища.

У деяких парокомпресорних холодильних установках (рис. 37, б) замість детандера використовують дросельний вентиль 3, розширення холодагента замінюють дроселюванням.

В якості холодагента найчастіше використовують фреони – галоїдні похідні насичених вуглеводів метану і етану, можуть використовувати також аміак і вугільну кислоту.

Абсорбційна холодильна установка відрізняється від парокомпресорної тим, що в ній не затрачається механічна робота (на привід компресора), а використовується тепло (рис. 37). Схема АХУ аналогічна ПКХУ, але відрізняється застосуванням замість компресора насоса і двох апаратів (абсорбера і парогенератора). Пари холодагента з випаровувача 1, поглинаються в абсорбері рідиною – абсорбентом (поглиначем). Утворюється розчин холодагента і абсорбента. Цей розчин перекачується насосом 3 з абсорбера в парогенератор 4, де проходить випаровування холодагента з розчину. Пара направляється в конденсатор 5, а абсорбент через дросельний вентиль 6 в абсорбер. В конденсаторі з водяним охолодженням холодагент конденсується, а потім, після дроселювання вентилем 7, поступає у випаровувач 1, де кипить, відбираючи тепло від охолоджуваного середовища.

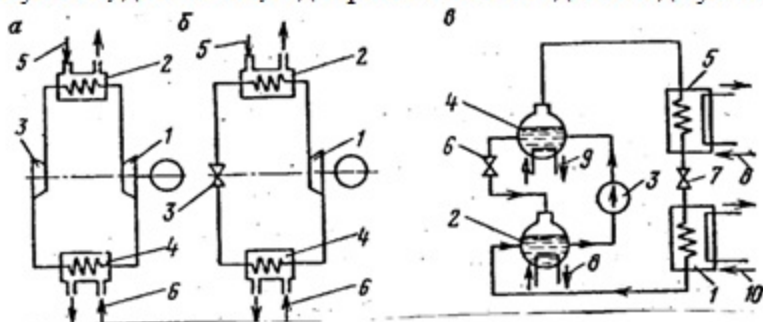


Рис. 37. Схеми холодильних установок: а – парокомпресорної з детандером, б – парокомпресорної з дросельним вентилем, в – абсорбційної

2.6.3. Калориферні установки (рис. 38) призначені для регулювання температури яка поступає зимою в шахту. Нагрівання повітря в калориферах здійснюють до температури 60...70°C, щоб суміш його з холодним повітрям складена +2°C.

Калориферна установка з'єднується з стволом шахти каналом з нахилом 5...10°C.

Установки бувають вентиляторні і безвентиляторні.

У вентиляторній калориферній установці (рис. 38, а) повітря через металічну решітку атмосферної будки 1 поступає на вентилятор 2, який через дифузор 3 подає його на калорифери 4. В камері 5 нагріте повітря змішується з основним потоком, що поступає з будки 6. Суміш повітря по каналу 7 поступає в ствол. Перестановка ляд 9 і 10 здійснюється лебідкою 11.

У безвентиляторній калориферній установці (рис. 38, а) основний струмінь повітря через будку 1 поступає в секцію 2 калориферної будівлі і через канал 3 – в ствол 4. Частина повітря через атмосферну будку 5 попадає в секцію 6. Підігрівається на решітці 7. Через вікно 8 поступає в секцію 2, де змішується з холодним струменем.

Калорифери випускають сталі ребристі і чавунні пластинчаті.

Якщо кількість повітря, що подається в шахту $m = Q \cdot \rho$; $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$, то для отримання заданої температури t_{cm} , потрібно підігріти повітря

$$m_n = m \cdot (t_{cm} - t_2) / (t_n - t_2); \quad (30)$$

де t_n – температура підігрітого повітря, t_2 – зовнішня температура.

Витрата тепла на підігрів повітря

$$Q_{к.м} = 3600 \cdot m \cdot C_p \cdot (t_{cm} - t_n) \quad (\text{кДж/год}) \quad (31)$$

де $C_p = 1,012 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$ – масова теплоємність повітря при постійному тиску.

Об'єм повітря, що подається калориферним вентилятором при $\rho_0 = 1,293 \text{ кг/м}^3$

$$V_0 = 3600 \cdot m_n / \rho_0. \quad (32)$$

Потрібна кількість пару для калориферної установки з врахуванням 10% втрат в паропроводі

$$D_k = 1,1 \cdot Q_{к.м} / C_s \cdot (t_{пар} - t_{cp}) \quad (\text{кг/год}), \quad (33)$$

де $c_s = 4,19 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$ – теплоємність води, $t_{пар}$ – температура пару, $t_{cp} = (t_n + t_2) / 2$ – середня температура.

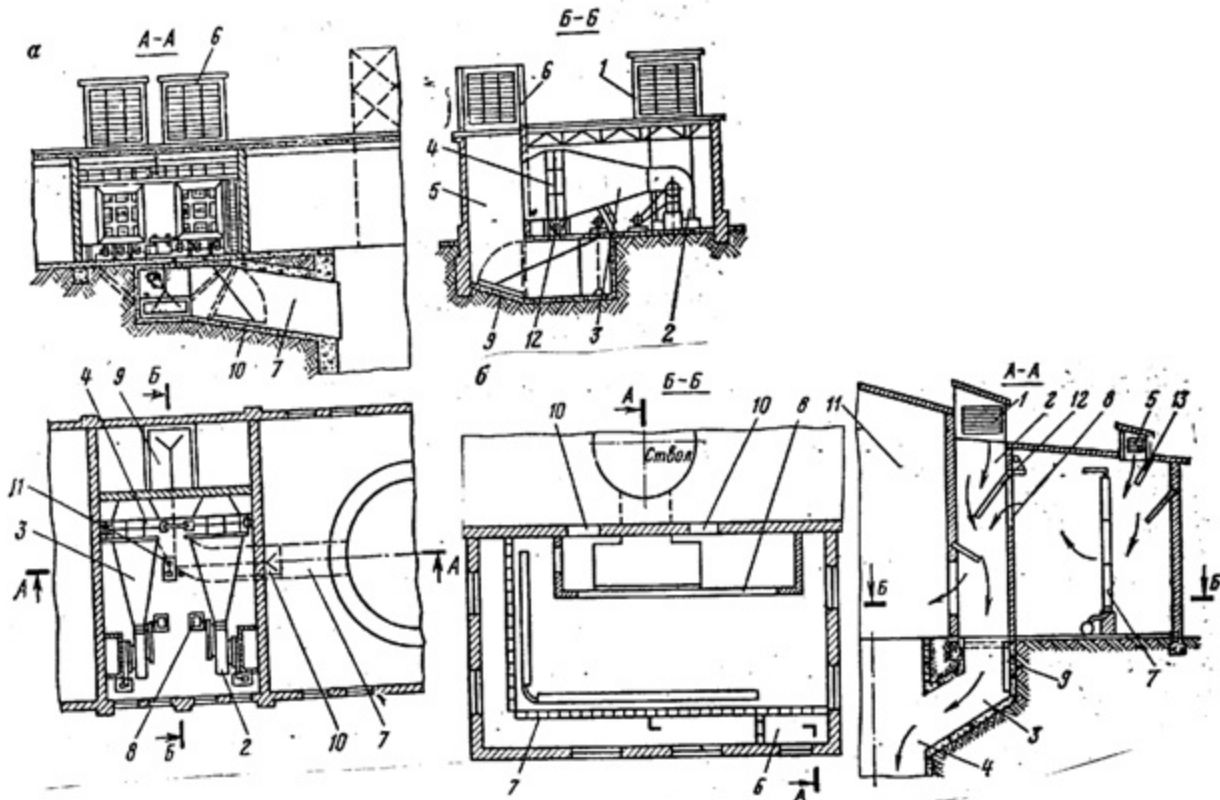


Рис. 38. Калориферні установки: а – вентиляторні, б – без вентиляторні.

Контрольні запитання до теми 2.6:

- 2.6.1. Визначити температуру гірничих порід на глибині 530 м.
 1. 23°C, 2. 20°C, 3. 15°C.
- 2.6.2.1. Парокомпресорна холодильна установка складається з:
 1. Компресора, абсорбера, парогенератора, випаровувача.
 2. Компресора, детандера, конденсатора, випаровувача.
 3. Насоса, компресора, конденсатора, абсорбера.
- 2.6.2.2. Абсорбційна холодильна установка складається з:
 1. Випаровувача, абсорбера, насоса, парогенератора, конденсатора.
 2. Випаровувача, абсорбера, компресора, парогенератора, конденсатора.
 3. Випаровувача, детандера, насоса, парогенератора, конденсатора
- 2.6.3. В шахту подається $Q = 200 \text{ м}^3/\text{с}$ повітря, $t_{\text{см}} = 2^\circ\text{C}$, $t_n = 60^\circ\text{C}$, $t_3 = -15^\circ\text{C}$. Визначити масу підігрітого повітря:
 1. 6 кг/с. 2. 150 кг/с. 3. 58,9 кг/с.

Тема 2.7. Електрообладнання вентиляторних установок.

План:

2.7.1. Умови роботи і типи електродвигунів для вентиляторних установок.

2.7.2. Вибір електродвигуна і визначення витрати електроенергії.

2.7.3. Апаратура управління і автоматизації.

2.7.1. Умовами роботи електродвигунів головного провітрювання шахти являються:

1. Нечасті пуски.
2. Тривалий режим роботи.
3. Постійне навантаження.
4. Відсутність вологи, плюсова температура в місці встановлення.

Вентиляторні установки головного провітрювання в більшості випадків обладнуються нерегульованим електроприводом з асинхронним або синхронними електродвигунами. В залежності від потужності використовуються різні типи двигунів:

1. до 150 кВт – низьковольтні електродвигуни з короткозамкненим ротором.
2. від 150 кВт до 350 кВт – низьковольтні синхронні двигуни напругою 380 В.
3. більше 350 кВт – високовольтні синхронні (СД, СДО, СДВ) і асинхронні з фазним ротором (АКН, АКС) електродвигуни.

Вентиляторні установки з регульованим приводом обладнуються для:

1. Ступеневого регулювання:

- багатоступеневими асинхронними електродвигунами,
- агрегатами з двох асинхронних двигунів,
- синхронним і асинхронним двигуном з різною частотою обертання.

2. Безступеневого регулювання:

- двигунами постійного струму, які управляються по системі Г-Д (генератор-двигун), або УПВ-Д (управляючий випрямляч-двигун), каскадними агрегатами (вентильно-машинний каскад).

Переваги синхронних двигунів над асинхронними:

1. Більш високий К.К.Д.;
2. Постійна частота обертання незалежно від навантаження;
3. Можливість компенсації реактивної потужності підприємства у роботі з випереджаючим $\cos\phi$.

Асинхронні вентильно-машинні каскади забезпечують економічну роботу вентиляторів, але мають ряд недоліків:

1. Низький коефіцієнт потужності.
2. Наявність електричних машин постійного струму.

Ці недоліки відсутні в регульованому приводі подвійного живлення.

Технічні характеристики електродвигунів приведені в таблиці 1.

Технічні характеристики електродвигунів

Таблиця

1.

| № | Тип вентилятора | Тип електродвигуна | Кількість | Потужність кВт | Число обертів об/хв. | Напруга В |
|---|-----------------|--------------------|-----------|----------------|----------------------|-----------|
|---|-----------------|--------------------|-----------|----------------|----------------------|-----------|

| | | | | | | |
|----|----------|-----------------|---|---------------|---------|---------|
| 1 | ВЦПД-8УМ | ВАО-101-2 | 1 | 132 | 2980 | 380 |
| 2 | ВЦП-16 | АО-114-12-8-6-4 | 1 | 200,120,90,60 | 1500 | 380 |
| | | АК-101-6М | 2 | 100 | 975 | 380 |
| | | АК-111-4М | 1 | 250 | 1470 | 380 |
| 3 | ВЦ-11 | А2-82-4 | 1 | 55 | 1460 | 380 |
| 4 | ВЦШ-16 | А-102=6М | 1 | 125 | 980,730 | 380 |
| 5 | ВЦ-25 | СД-13-52-8 | 1 | 630 | 750 | 6000 |
| | | СД-13-52-10 | 1 | 500 | 600 | 6000 |
| 6 | ВЦ-31,5 | СДВ-15-3-9-10 | 1 | 800 | 600 | 6000 |
| | | СД-15-3-4-12 | 1 | 500 | 500 | 6000 |
| 7 | ВЦД-31,5 | АКН-15-56-10 | 1 | 1250 | 590 | 6000 |
| | | СДВ-15-64-10 | 1 | 1250 | 600 | 6000 |
| | | СДВ-15-41-12 | 1 | 1250 | 500 | 6000 |
| 8 | ВЦД-40 | АКС-16-44-10 | 2 | 1600 | 585 | 6000 |
| 9 | ВЦД-47 | АКС-17-76-12 | 1 | 3200 | 500 | 6000 |
| | | МП-1600-400 | 1 | 1600 | 500 | 750 |
| 10 | ВОД-11 | А-101-3 | 1 | 125 | 1460 | 220/380 |
| 11 | ВОД-16 | А-103-6М | 2 | 160 | 985 | 380 |
| 12 | ВОД-21 | СД-13-42-8 | 1 | 500 | 750 | 6000 |
| 13 | ВОД-30 | СДС-15-49-12Р | 1 | 1000 | 500 | 6000 |
| | | СДС-15-49-10Р | 1 | 1250 | 600 | 6000 |
| | | СДС-15-64-10Р | 1 | 1600 | 600 | 6000 |
| 14 | ВОД-40 | СДС-17-41-16Р | 1 | 1600 | 375 | 6000 |
| 15 | ВОД-50 | СДС-18-39-20Р | 1 | 2000 | 2000 | 6000 |

2.7.2. Потужність двигуна визначається за формулою

$$P = Q \cdot H / 1000 \cdot \eta \quad (34)$$

для максимальних значень Q і H . Після чого по каталогу вибирають найближчий більший по потужності двигун. Відношення номінальної потужності двигуна до розрахункової називається коефіцієнтом запасу потужності і повинен бути в межах 1,1 – 1,15.

Крім цього електродвигун потрібно перевірити: по падінню напруги під час пуску, по умовах пуску-нагріву, прискоренню і пусковому моменту.

Синхронний двигун повинен бути також перевірений по умові входження в синхронізм.

Середньорічна витрата електроенергії

$$W = Q_{cp} \cdot H_{cp} / (1000 \cdot \eta_{cp} \cdot \eta_d \cdot \eta_m \cdot \eta_p \cdot \eta_n) \cdot n_d \cdot n_z, \quad (35)$$

де Q_{cp} і H_{cp} – середні значення продуктивності і тиску, η_{cp} – середнє значення К. К. Д. вентиляторної установки, $\eta_d = 0,85 \dots 0,95$ - К. К. Д. двигуна, $\eta_n = 0,9 \dots 0,95$ - К. К. Д. передачі від двигуна до вентилятора, якщо така застосовується, $\eta_m = 0,95$ - К.К.Д. електромережі, $\eta_p = 0,8 \dots 0,95$ - К. К. Д. регулювання n_d і n_z - число днів і годин роботи

вентилятора в рік і на добу.

1.7.3. Управління вентиляторними установками може бути місцевим при подачі імпульсу на пуск і зупинку з машинного залу і дистанційним – з диспетчерського пункту. При дистанційному управлінні менші затрати на обслуговуючий персонал, централізований контроль.

Апаратура управління повинна забезпечувати: пуск і зупинку вентилятора, реверсування повітряного струменю, контроль і реєстрацію тиску і продуктивності, температури підшипників і системи змащування, сигналізацію у випадку відхиленні цих величин від заданих параметрів, відключення вентилятора при виникненні аварійних умов і включення резервного.

Контрольні запитання до теми 2.7:

2.7.1. Потужність двигуна 500 кВт, який електродвигун необхідно вибрати:

1. Низьковольтний з короткозамкненим ротором.

2. Низьковольтний з синхронним двигуном.

3. Високовольтний з синхронним двигуном, або асинхронним з фазним ротором.

2.7.2. Максимальна продуктивність вентилятора $Q = 100 \text{ м}^3/\text{с}$, тиск $H = 300 \text{ даПа}$, К. К. Д. $\eta = 0,8$, чому дорівнює потужність двигуна?

1. 37,5 кВт, 2. 3000 кВт, 3. 375 кВт.

Тема 2.8. Ремонт і експлуатація вентиляторних установок

План:

2.8.1. Монтаж вентиляторних установок головного провітрювання.

2.8.2. Експлуатація і ремонт вентиляторних установок головного провітрювання.

2.8.3. Експлуатація і ремонт вентиляторів місцевого провітрювання.

2.8.1. Надійність і економічність роботи вентиляторних установок головного провітрювання залежить від якості монтажу вентиляторної установки, так як вентилятори не проходять заводського збирання і обкатки, а також правильної експлуатації.

Тому в першу чергу необхідно виявити і усунути всі дефекти. Для визначення якості монтажу необхідно перевірити у відцентровому вентиляторі:

1. Стан підшипників і їх змазку;

2. Всі нормовані величини зазорів (між робочим колесом і корпусом в першу чергу);

3. Стан лопаток робочого колеса, напрямного апарату і закрилків, правильність їх встановлення і вільне повертання;

4. Якість балансування вала – вал не повинен обертатися при роз'єднанні ротора вентилятора з електродвигуном;

5. Якість стінок проточної частини вентилятора;

6. Вібрацію підшипників стан муфт і приводу напрямних апаратів;

7. Роботу системи змащування і контролю температури підшипників.

Різниця кутів встановлення лопаток напрямного апарату не повинна перевищувати

2°. При більшій різниці посилюється шум і вібрація, зменшується Q і К. К. Д., а у відцентрових вентиляторів з робочими колесами двохстороннього всмоктування виникає осьове зусилля, яке приводить до виходу з ладу підшипників головного валу.

Відхилення кутів встановлення лопаток робочого колеса у осьових вентиляторів не повинно перевищувати 1° .

Якщо у вентиляторі застосовується примусове змащування, то перед заливкою необхідно промити систему змащування. Для цього її на 20 хв. заповнюють розчином соляної кислоти, потім промивають 1% розчином каустичної соди, водою і маслом. Після чого в систему заливають змащувальне масло, марка, якість і стан якого повинні відповідати ГОСТам, технічним умовам і заводським вимогам.

2.8.2. В процесі експлуатації вентиляторних установок необхідно проводити нагляд, ревізію, ремонт налагодження у відповідності до технічних норм і вимог ПБ. При перевірці якості монтажу осьового вентилятора виявляють:

1. Стан підшипників головного валу і їх вібрацію;
2. Зазор між лопатками робочого колеса і кожухом;
3. Стан лопаток робочого колеса і напрямного апарату, надійність кріплення лопаток до втулки і кути їх встановлення;
4. Можливість повороту і кут встановлення лопаток напрямного апарату;
5. Роботу системи змащування і контролю температури підшипників;
6. Стан муфт і приводів напрямних апаратів, якість балансування валів;
7. Якість зварних швів робочого колеса.

Змінний, добовий, щомісячний і щоквартальний нагляд проводить обслуговуючий персонал, механік і головний механік.

Поточний ремонт виконується силами шахти.

Ревізія, налагодження і технічне випробування – спеціальна бригада налагоджувального управління.

Середній і капітальний ремонт – центральна механічна майстерня.

На продуктивність і К. К. Д. відцентрових вентиляторів дуже впливає величина радіального зазору між робочим колесом і вхідним патрубком, які повинні відповідати наступним величинам:

Таблиця 2

| Тип вентилятор а | ВЦПД -8УМ | ВЦП -16 | ВЦ -11 | ВЩЦ -16 | ВЦД -16 | ВЦ -25 | ВЦ -32 | ВЦЗ -32 | ВЦД -32М | ВЦД -40 | ВЦД -47 |
|----------------------------------|-----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|----------|---------|---------|
| Граничні зазори по периметру, мм | 1-3 | 2-6 | 2-3 | 2-6 | 2-6 | 3-9 | 3-7 | 3-7 | 4,5-10,5 | 5-15 | 6-18 |
| Середній зазор, мм. | 2 | 4 | 2,5 | 4 | 4 | 6 | 5 | 5 | 7,5 | 10 | 12 |

Величина радіального зазору між лопатками робочого колеса і кожухом по осі лопаток повинна складати

Таблиця 3

| Тип вентилятора | ВОД-11 | ВОД-16 | ВОД-21 | ВОД-30 | ВОД-40 | ВОД-50 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Величина зазору, мм | 1-3 | 1-4,5 | 1-6 | 2-9 | 1-12 | 3-15 |

Робота вентиляторів головного провітрювання супроводжується вібрацією підшипників, які не повинні перевищувати наступні величини

Величина подвійної амплітуди.

Таблиця 4

| <i>n, об/хв</i> | Відмінна | Добра | Задовільна | Незадовільна |
|-----------------|----------|-----------|------------|--------------|
| 300 | 0,06 | 0,06-0,11 | 0,11-0,16 | Більше 0,16 |
| 375 | 0,06 | 0,06-0,11 | 0,11-0,16 | 0,16 |
| 500 | 0,06 | 0,06-0,1 | 0,10-0,15 | 0,15 |
| 600 | 0,05 | 0,05-0,1 | 0,10-0,14 | 0,14 |
| 750 | 0,05 | 0,05-0,09 | 0,09-0,12 | 0,12 |
| 1000 | 0,04 | 0,04-0,09 | 0,09-0,1 | 0,1 |
| 1500 | 0,02 | 0,02-0,05 | 0,05-0,07 | 0,07 |
| 3000 | 0,02 | 0,02-0,04 | 0,04-0,06 | 0,06 |

До умов зберігання вентиляторів місцевого провітрювання ставляться наступні вимоги: температура від -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$, вологість повітря не більше 80%, відсутність агресивної пари. Відвантаження-розвантаження повинно проводитися за допомогою підймальних засобів, не допускати ударів, пошкоджень і поломок корпусу, кабельного вводу, заклинення коліс.

Перед спуском в шахту необхідно перевірити в електродвигуні:

а) справність кабельного вводу, наявність всіх болтів; відсутність тріщин, вм'ятин і відповідність зазорів вимогам ПБ;

б) відповідність з'єднання обмоток електродвигуна напрузі (380/660 В);

в) опір ізоляції обмоток статора по відношенню до корпусу повинен бути не меншим 50 мОм в холодному стані. Якщо менше то опір перевіряють в нагрітому стані, для чого вентилятор вмикають на 1 год. із закритим вхідним патрубком. Опір у цьому випадку повинен становити 2 мОм. Якщо менше, то електродвигун необхідно просушити або замінити; вентилятор – легкість обертання ротора (відсутність вм'ятин на корпусі).

Таблиця 5

| Вид обслуговування | Періодичність | Тривалість, год. | Період виконання | Виконавець |
|--------------------|---------------|------------------|------------------|------------|
| Щозмінний | Кожної зміни | 0,5 | Під час | Машиніст, |

| | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------------------|---|---|
| | | | передачі зміни | електрослюсар |
| Щомісячний огляд | 1 раз на місяць | До 24 | В період зупинки вентилятора | Електрослюсар, або бригада під керівництвом механіка |
| Щоквартальний огляд | 1 раз в квартал | До 32 | В період зупинки вентилятора | Електрослюсар, або бригада під керівництвом механіка |
| Поточний ремонт | В залежності від стану деталей та вузлів | До 32 | Суміщається з оглядом | Електрослюсар, або бригада під керівництвом механіка |
| Ревізія та налагодження | 1 раз на рік | До 56 | Суміщається з квартальним оглядом | Налагоджувальна бригада ЦММ і електрослюсарів шахти |
| Технічне випробування і налагодження | Через кожні 24 місяці | До 80 | Суміщається з квартальним оглядом | Налагоджувальна бригада спец. організації і електрослюсарів шахти |
| Середній, капітальний ремонт | В залежності від технічного стану обладнання | В залежності від об'єму робіт | Згідно річного плану і оперативного графіка | ЦМММ рудоремонтний завод |

Контрольні запитання до теми 2.8:

- 2.8.1. Монтаж вентиляторних установок головного провітрювання.
 2.8.2. Експлуатація вентиляторних установок головного провітрювання.
 2.8.3. Експлуатація вентиляторів місцевого провітрювання.

Тема 2.9. Проектування вентиляторних установок

План:

- 2.9.1. Вихідні дані для проектування.
 2.9.2. Розрахунок вентиляторної установки.
 2.9.1. Для проектування вентиляторної установки вихідними величинами являються: необхідна продуктивність Q , мінімальний $H_{y,cm, min}$ і максимальний $H_{y,cm, max}$ тиск, категорія шахти по газу, час експлуатації установки T .
 2.9.2. Для розрахунку вентиляторної установки спочатку по зведених графіках областей

промислового використання вибирають вентилятор для заданої продуктивності і тиску. Цим умовам можуть відповідати два і більше вентиляторів.

Проводять техніко-економічне порівняння вибраних вентиляторів. Для цього по аеродинамічних характеристиках для кожного вентилятору знаходять K , K_d і потужність двигуна. По каталогах приймають двигуни і вибирають апаратуру управління.

Визначають середньорічну вартість електроенергії

$$C_e = W_p k_a, \quad (36)$$

де W_p – середньорічна витрата електроенергії (кВт·год), k_a – вартість 1 кВт·год.

Річну суму амортизаційних відрахувань знаходять по вартості основних видів обладнання – вентиляторів, електроприводу, засобів автоматизації, вартості монтажу, приміщень і споруд.

Вартість монтажу приймають 14% від вартості обладнання. Норми амортизаційних відрахувань складають: 12% для механічного обладнання і апаратури управління; 7,4% для електродвигунів; 3,2% для приміщень і споруд.

Вартість ремонтів і матеріалів, а також заробітну плату при порівнянні варіантів можна не враховувати, так як вона приблизно однакова.

Таким чином, середньорічні затрати при порівнянні варіантів складають

$$C = C_e + C_a + E \cdot C_y, \quad (37)$$

де C_e – середньорічна вартість електроенергії, C_a – річна сума амортизаційних відрахувань, E – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, C_y – вартість вентиляторної установки.

Для вибирання вентиляторів враховують і інші фактори. Наприклад, при розміщенні в межах населеного пункту слід застосовувати практично безшумні відцентрові вентиляторів.

Спосіб регулювання передбачений конструкцією вентиляторів. Розрахунки по регулюванню заключаються в визначенні числа ступенів регулювання, робочих режимів на цих ступенях і часу роботи на кожній ступені. Для цього будують характеристики вентиляційної мережі при $H_{y,cm,max}$ і $H_{y,cm,min}$ і накладають їх на аеродинамічні характеристики вентиляторів. Характеристики вентиляційної мережі будують згідно рівняння (15), задаючи значення Q від 0 до $1,25 \cdot Q$. З'єднавши точки заданих режимів прямою лінією, знаходять число ступенів регулювання по точках перетину цієї лінії з характеристиками вентиляторів.

Резерв продуктивності вентиляторів встановлюють як відношення продуктивності вентиляторів, яка визначається точками перетину характеристик вентиляційної мережі з правою граничною характеристикою вентиляторів, до заданої продуктивності. Вентилятор повинен мати не менше ніж 20% резерву продуктивності. Продуктивність вентиляторів при реверсуванні повинна складати не менше 60% від продуктивності при нормальній роботі.

Розрахункову потужність двигуна знаходять за формулю (34).

Запас потужності прийнятого двигуна повинен складати 10...15%.

Середньорічну витрату електроенергії визначають по формулі (35).

Вибір апаратури пуску, регулювання і управління, засобів контролю проводиться на

основі їх технічних характеристик по довідниках і каталогах.

Контрольні запитання до теми 2.9:

2.9.1. Вибрати вентилятор для наступних умов: $Q = 300 \text{ м}^3/\text{с}$, $N_{y.ct.m.in} = 130 \text{ даПа}$,

$N_{y.ct.m.out} = 250 \text{ даПа}$.

2.9.2. Для вибраного вентилятора визначити розрахункову потужність.