

Тема 11. Вибір основного обладнання насосних станцій

1. Вибір типу та кількості насосів.
2. Резервування насосного обладнання.
3. Підбір електродвигунів.
4. Схеми розташування насосних агрегатів в машинних залах.
5. Принцип визначення габаритних розмірів машинних залів насосних станцій.

11.1 Основні робочі агрегати насосних станцій підбирають по розрахунковим значенням подачі та напору з урахуванням сумісної роботи насосів і водоводів, користуючись такими міркуваннями:

- 1) Кількість робочих насосних агрегатів повинна бути мінімальною (але не менше двох в одній групі), оскільки паралельна робота кількох насосів економічно не вигідна з таких причин: сумарна подача паралельно працюючих насосів завжди менше суми їх подач при роздільній роботі; коефіцієнт корисної дії більш потужного агрегату завжди вищий порівняно з менш потужним.
- 2) Насоси при тривалій подачі повинні працювати в області найвищих ККД. Коротчасні витрати можуть подаватись з нижчими ККД.
- 3) Бажано встановлювати на насосних станціях насоси одного типорозміру, що спрощує їх експлуатацію. Але якщо більш економічна робота станції забезпечується різними насосами, то слід приймати саме такий варіант.
- 4) Насоси повинні мати найбільший з можливих коефіцієнтів швидкохідності, оскільки при цьому їх габарити зменшуються, а відповідно зменшуються і розміри насосної станції.
- 5) Ступінчасту подачу насосних станцій другого підйому бажано забезпечувати за рахунок паралельного вмикання або вимикання однотипних насосів.

Тип рекомендованого насосного обладнання залежить від особливостей станції та її продуктивності. На заглиблених насосних станціях

першого підйому застосовують вертикальні відцентрові або осьові насоси, які потребують порівняно меншу площу будівлі. Крім того, їх двигуни можуть бути встановлені над корпусами насосів, що полегшує експлуатацію. Але такі насоси виготовляються на великі подачі, тому для станцій малої та середньої продуктивності рекомендується застосовувати горизонтальні відцентрові насоси типу Д або К.

11.2 Вимоги до резервного обладнання та безперебійності роботи станції в цілому залежать від її призначення. Найвищі вимоги пред'являються до насосних станцій першого підйому прямооточних систем водопроводів, що обслуговують виробництва, які не допускають перерви в подачі води, а також господарсько-питні водопроводи великих міст. Менш жорсткі вимоги пред'являються до безперебійності роботи насосних станцій першого підйому, які подають воду в циркуляційні (оборотні) системи, оскільки короткочасна перерва в подачі води не викликає істотних порушень в експлуатації цих систем.

Кількість резервних агрегатів насосних станцій приймається в залежності від категорії надійності станції та кількості робочих агрегатів згідно з наведеною нижче таблицею:

Кількість робочих агрегатів	Кількість резервних агрегатів на станціях категорії		
	I	II	III
1 – 6	2	1	1
7 – 9	2	1	–
10 і більше	2	2	–

До першої категорії надійності відносяться насосні станції протипожежних, а також об'єднаних господарсько-протипожежних або виробничо-протипожежних водопроводів.

До другої категорії надійності відносяться насосні станції систем водопостачання, які мають в своєму складі резервуари з протипожежним запасом води та забезпеченим розрахунковим напором, а також населених

пунктів з числом мешканців більше 3000 осіб при витраті води на зовнішнє пожежогасіння 20 л/с.

До третьої категорії надійності відносять насосні станції господарсько-протипожежних водопроводів населених пунктів з числом мешканців до 3000 осіб при витраті води на зовнішнє пожежогасіння до 20 л/с, а також насосні станції, які подають воду на зрошення, поливочні потреби та в допоміжні цехи промислових підприємств.

Слід зауважити, що насосні станції першого підйому можна віднести до II категорії, але кількість резервних агрегатів в них необхідно приймати не менше двох, інакше при капітальному ремонті одного з агрегатів станція залишиться без резерву.

Один резервний насос може бути прийнятий для насосної станції першого підйому, яка подає воду в резервуари охолоджувальних пристроїв при оборотній системі водопостачання. В той же час на насосних станціях, що обслуговують металургійні, хімічні, нафтопереробні та деякі інші підприємства, де перерва в подачі води неприпустима, число резервних агрегатів може бути збільшено порівняно з таблицею.

Необхідно зауважити, що в число робочих входять і пожежні насоси. Якщо на станції встановлено кілька груп насосів, кожна з них резервується окремо. Якщо в одній групі встановлені різні насоси, то резервні насоси приймаються з характеристикою, що відповідає найбільшому насосу, а резервний насос меншої подачі повинен зберігатися на складі.

11.3 Вихідними даними для визначення потрібної потужності електродвигуна є секундна подача насоса Q (м³/с) та створюваний ним напір H (м), які приймають по режимній точці роботи системи „насоси – водоводи”. Але розрахункові параметри робочої точки часто не співпадають з параметрами характеристики Q - H насоса. В цих випадках потрібно визначати потужність насосу та приводного двигуна розрахунком. Потужність на валу насосу визначається за формулою:

$$N_a = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta_i},$$

де η_n – повний ККД насосу;

Q, H – відповідно подача ($\text{м}^3/\text{с}$) та напір (м) насосу в розрахункові точки.

Потужність приводного двигуна приймають більшою споживаної потужності на випадок неврахованих перевантажень. Формула для визначення потрібної потужності двигуна має вигляд:

$$N_{\text{дв}} = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta_i \eta_{\text{пер}}} \cdot \hat{E},$$

де K – коефіцієнт запасу потужності;

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі. Якщо вал двигуна з валом насосу з'єднані безпосередньо (через муфту), то $\eta_{\text{пер}}=1$.

Коефіцієнт запасу потужності приймається в залежності від потужності насосу за таблицею:

Потужність насосу, кВт	<20	20÷50	50÷300	>300
Коефіцієнт запасу	1,25	1,2	1,15	1,1

При виборі електродвигуна необхідно знати потужність, частоту обертання, напругу в живильній мережі, тип та виконання двигуна. Кожен двигун незалежно від його типу характеризується номінальними параметрами. Номінальний режим роботи електродвигуна відповідає максимальному ККД і задовольняє встановленим нормам відносно нагрівання, коефіцієнта потужності, електричної міцності і таке інше, тому необхідно підбирати двигун з потужністю, максимально наближеною до номінальної.

4.

Круглі в плані машинні будівлі типові для заглиблених насосних станцій. На таких станціях, сполучених з водоприймачем, найбільш доцільним виявляється кільцеве розташування агрегатів. Особливості компоновання внутрішньостанційних комунікацій визначаються схемою підведення води до насосів (рис. 29): зсередини (схема *а*) або ззовні (схема *б*) споруди. При окремому розташуванні водозабору й будівлі станції насосні агрегати можуть бути розташовані в один або кілька рядів (схема *в*), уступом (схема *г*) або радіально (схема *д*).

При будь-якій схемі розташування насосних агрегатів у будівлі насосної станції потрібно забезпечувати повну їхню безпеку й зручність обслуговування, а також можливість монтажу і розбирання насосів та електродвигунів.

Прохід між агрегатами роблять не менше 1 м при встановленні електродвигунів з напругою до 1000 В і не менше 1,2 м при встановленні електродвигунів з вищою напругою. У всіх випадках відстань між нерухомими виступаючими частинами устаткування має бути не менш 0,7 м. Відстань від довгих сторін фундаментних плит насосних агрегатів до стін - не менше 1 м. Насоси з нероз'ємним корпусом по горизонтальній площині, у яких вал з робочим колесом при демонтажі висувається назовні у напрямку осі насоса, варто встановлювати на відстані від стін або інших агрегатів не менш ніж довжина вала насоса плюс 0,25 м (але не менш 0,8 м). Таку ж відстань потрібно залишити й для зручності демонтажу електродвигунів з горизонтальним валом. Прохід між агрегатами і електророзподільним щитом не менше 2 м.

У будівлях насосних станцій, обладнаних невеликими насосами з електродвигунами напругою до 1000 В і діаметром напірного патрубку до 100 мм включно, допускається встановлення агрегатів безпосередньо біля стін, а також встановлення двох агрегатів на одному фундаменті без проходу між ними, але із проходом навколо них шириною не менш 0,7 м.

11.5.

Розміри машинної будівлі станції в плані визначаються після вибору схеми розташування насосних агрегатів і компоновання внутрішньостанційних трубопроводів з урахуванням відстаней, що рекомендуються, між стінами будівель і елементами устаткування. Так, ширина машинної будівлі являє собою суму довжин ділянок трубопроводів, фасонних частин і арматури на усмоктувальній та напірній лініях насоса, а також поперечного розміру самого насоса.

Довжина прямокутної машинної будівлі визначається проходами між торцевими стінами й агрегатами, поздовжнім розміром самих агрегатів і відстанями між ними.

При визначенні розмірів машинної будівлі насосної станції, обладнаної вертикальними насосами, не слід забувати, що над насосним приміщенням розташовано зал електродвигунів, розміри якого визначаються габаритами двигунів і відстанню між ними, розташуванням люків у підлозі зали, розміщенням електроустаткування й габаритами крана. Тому лінійні розміри підземної частини необхідно узгоджувати з лінійними розмірами верхнього приміщення.

У будівлях насосних станцій, обладнаних великими насосними агрегатами, потрібно передбачати місце для так званої монтажного майданчика, на якійому ремонтують насоси й електродвигуни. Монтажник майданчик зазвичай влаштовують у торці будинку на рівні поверхні землі. Розміри майданчика в плані визначаються габаритними розмірами насосів, електромоторів і транспортних засобів, а також відстанню максимального наближення гака вантажопідйомного механізму до бічних і торцевих стін будинку. Навколо устаткування й транспортних засобів, що розташовані на монтажному майданчику, потрібно залишити прохід не менш 0,7 м шириною.

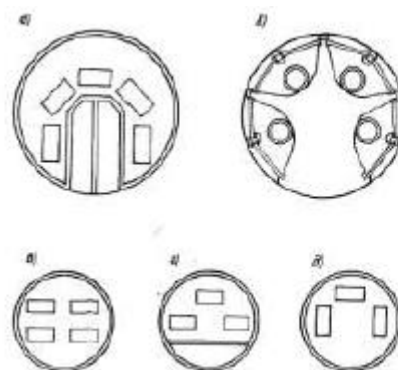


Рис. 11.1. Розташування насосних агрегатів у круглих машинних будівлях

Контрольні питання

1. Яке обладнання застосовується для вимірювання розрідження у всмоктувальних трубопроводах?
2. На які типи поділяють водолічильники в залежності від конструкції?
3. Від чого залежить висота підземної частини насосної станції заглибленого типу?
4. Якою повинна бути висота верхньої будівлі, не обладнаної вантажопідйомними механізмами?
5. Яким чином попереджається можливість накопичення в повітря у всмоктувальній лінії?

Література

1. Новохатній В.Г. Надійність водопостачання малих населених пунктів. П. ПНТУ, 2019. 102 с. URL : <https://www.twirpx.com/file/3063065/>.
2. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, компресори): підручник. Львів: Вища школа, 2005. 338 с.
4. Холоменюк М. В., А.В. Ткачук А. В., Онопрієнко Д.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини: навч. посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 356 с.
5. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, компресори): підручник. Львів: Вища школа, 2005. 338 с.
6. Шевченко Т.О., Ярошенко Ю.В. Насосні та повітродувні станції : навч. посібник. Харків : нац. ун-т міськ. госва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ, 2015. 195 с URL : <https://core.ac.uk/reader/33755331>.