

Тема 4. Особливості проектування насосних станцій 1 підйому з поверхневих джерел

1. Режим роботи і подача насосних станцій першого підйому.
2. Напір насосних станцій першого підйому.
3. Протипожежні насоси на станціях першого підйому.
4. Розміщення насосних агрегатів на станціях першого підйому.

Схеми насосних станцій першого підйому. Принципове компонування і конструктивне виконання насосних станцій першого підйому різноманітні й залежать від виду джерела водопостачання, від топографічних, геологічних умов обраного місця водозабору. Конструктивне виконання станції визначається також типом насосного устаткування (відцентрові, осьові, горизонтальні, вертикальні насоси і т.д.).

На рис. 1, а показана схема насосної станції першого підйому берегового типу, сполученої з водозабірним спорудженням. Станція кругла в плані, глибока, обладнана чотирма вертикальними відцентровими насосами.

На рис. 1, б наведена схема берегової станції, обладнаної горизонтальними насосами, сполученою з водозабірною спорудою. У плані станція має прямокутну форму.

Схема станції, показаної на рис. 1, в, відрізняється від попередніх тим, що її споруда частково заглиблена і насоси при нижньому рівні води в джерелі працюють з позитивною висотою усмоктування.

Насосні станції за схемами на рис. 1, а-в споруджують у тому випадку, якщо при сприятливих геологічних і топографічних умовах неподалік від берега забезпечується достатня глибина, необхідна для водозабору. При несприятливих умовах станція споруджується на деякій відстані від берега, і воду до неї підводять по каналу (рис. 1, г).

На рис. 1, д показана схема насосної станції берегового типу окрема від водозабірної споруди.

При значному коливанні рівнів води в річці іноді виконуються насосні станції першого підйому, сполучені з русловими водозаборами типу «Краб» (рис. 1, е). Така споруда має вищу вартість у порівнянні з насосними станціями інших типів і зустрічається рідко. Остаточне рішення вибору схеми насосної станції першого підйому приймають на підставі техніко-економічних розрахунків при порівнянні різних варіантів.

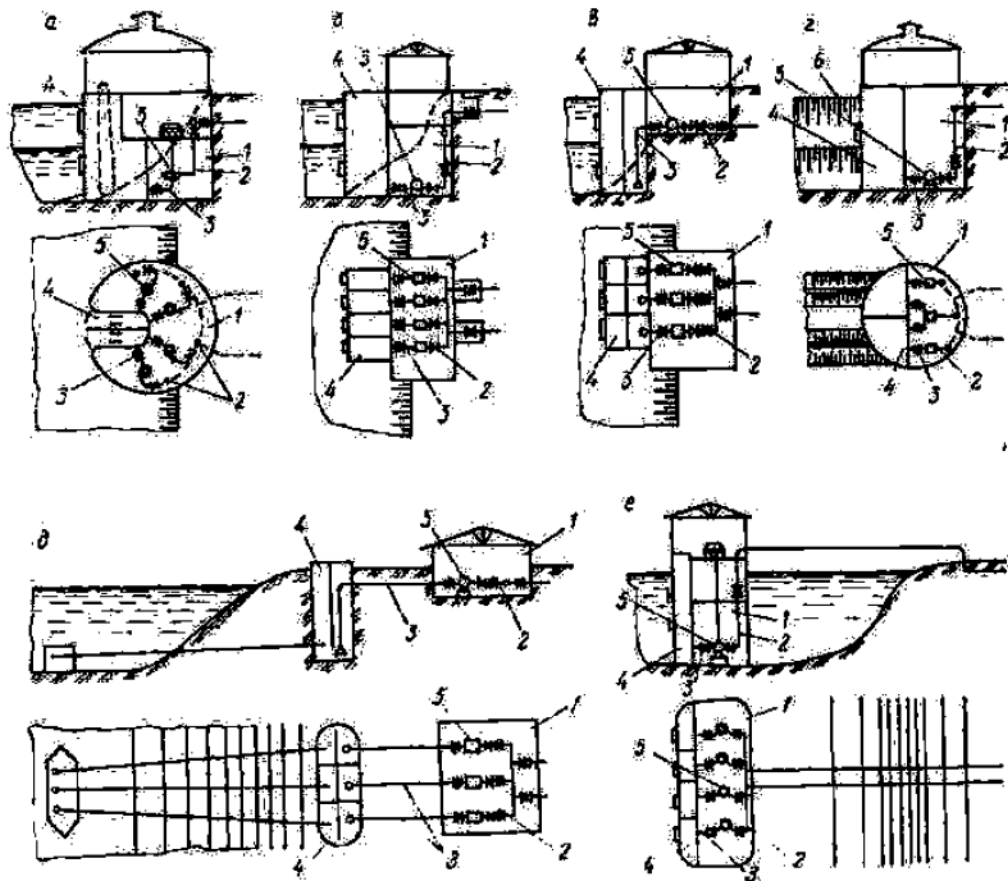


Рис. 4.1 Схеми насосних станцій першого підйому:
 1 - споруда насосної станції; 2 - нагнітальний трубопровід;
 3 - усмоктувальний трубопровід; 4 - водоприймач; 5 - насос;
 6 - канал, що підводить

Режим роботи і подача насосних станцій першого підйому. Вода в поверхневих джерелах завжди вимагає відповідного очищення. Тому режим роботи насосної станції системи господарсько-питного водопостачання пов'язаний з режимом роботи очисних споруд. З метою скорочення розмірів споруд і стабілізації процесу очищення води режим роботи насосної станції призначають рівномірним протягом доби. Подача її визначається середньою годинною витратою за добу максимального споживання з урахуванням власних потреб (промивання водоприймальних споруд, технічне водопостачання насосної станції і т.д.). При відносно невеликому обсязі водоспоживання й при наявності відповідних очисних установок, що допускають перерви в роботі, режим роботи станції першого підйому може відрізнятися від рівномірного. Від

режиму роботи насосної станції першого підйому залежить обсяг резервуарів чистої води.

Подачу насосної станції першого підйому визначають за формулою:

$$Q = \frac{\alpha Q_{\max \text{ доб}}}{T},$$

де α — коефіцієнт власних потреб: $\alpha = 1,04 \dots 1,1$;

$Q_{\max \text{ доб}}$ — максимальний добовий обсяг водоспоживання, м^3 ;

T — тривалість роботи насосної станції за добу, год. (при рівномірному режимі $T = 24$ год.).

Для остаточного рішення питання про вибір режиму роботи, а отже, і подачі насосної станції першого підйому необхідно техніко-економічне обґрунтування прийнятого варіанта з урахуванням технологічного процесу очищення води.

Режим роботи і подача насосних станцій першого підйому в системах технічного водопостачання, що перекачують воду без її очищення, залежать від типу системи. У прямоточних системах обсяг води, що перекачується, повинен відповідати її споживанню на технологічні потреби виробничих цехів. При рівномірному графіку водоспоживання подача насосної станції розраховується за середнім водоспоживанням за годину. Якщо ж водоспоживання протягом доби нерівномірне, подачу насосної станції потрібно визначати за максимальним годинним водоспоживанням (при відсутності регулюючої ємності) або за середнім водоспоживанням за годину (при наявності регулюючої ємності).

Напір насосних станцій першого підйому. Розрахунковий напір насосів станції першого підйому в кожному окремому випадку визначається за схемою вертикального планування з урахуванням втрат напору в усмоктувальних і напірній лініях. Наприклад, напір станції, що перекачує воду до очисних споруд (рис. 2),

$$H = H_{\Gamma} + \Sigma h_{yc} + \Sigma h_n + H_p,$$

де H_{Γ} — геометрична висота підйому, що дорівнює різниці позначок максимального рівня води в змішувачі й мінімальному розрахунковому рівню у водозабірній споруді, м;

Σh_{yc} — втрати напору в усмоктувальній лінії, м;

Σh — втрати напору в напірній лінії, включаючи втрати у водомірі ($h_{вм}$), м;

H_p — робочий напір вилива; $H_p = 1 \dots 1,5$ м.

3.

Протипожежні насоси на станціях першого підйому. На насосні станції першого підйому об'єднаних систем господарсько-питних і протипожежних водопроводів покладається функція поповнення витраченого резервного запасу, що зберігається в резервуарах чистої води насосних станцій другого підйому.

Можливість відновлення протипожежного запасу води за розрахунковий період враховується при визначенні повної подачі насосної станції. Витрачений протипожежний запас може бути відновлений форсуванням роботи основних насосів; включенням господарських насосів, якщо вони працюють не цілодобово; включенням резервних насосів; основними насосами за рахунок скорочення водоспоживання. На період відновлення протипожежного запасу води БНіП 2.02.04-84 допускається зниження господарсько-питного водоспоживання до 70% і виробничого - за графіком. У випадку, якщо перерахованими способами не можна відновити протипожежний запас, необхідно встановлювати спеціальний протипожежний насос. При відновленні протипожежного запасу основними господарськими насосами повна подача насосної станції визначається за формулою:

$$Q = Q_{\Gamma} + \frac{3Q_n + \Sigma Q_{\max} - 3Q_{\Gamma}}{T},$$

де Q_{Γ} - середньочасова подача насосної станції першого підйому, м³/год;

$3Q_n$ - повний обсяг води за 3 год. гасіння пожежі, м³ (3 год. - розрахункова тривалість гасіння пожежі);

ΣQ_{max} - сумарний обсяг води, що витрачається на господарсько-питні потреби за 3 год. найбільшого водоспоживання, м³ (за графіком водоспоживання);

$3Q_I$ - обсяг води, що надходить за 3 год. від насосної станції першого підйому, м³ (включають в розрахунок, якщо гарантовано безперебійну подачу води насосною станцією першого підйому);

T - максимальна тривалість відновлення протипожежного запасу, год.

БНІП 2.02.04-84 встановлюються наступні максимальні норми часу відновлення протипожежного запасу води:

24 год. - у населених пунктах і на промислових підприємствах з виробництвами, що належить за пожежною небезпекою до категорій А, Б, В; 36

год. - на промислових підприємствах з виробництвами, що належить за пожежною небезпекою до категорій Г і Д;

72 год - у сільських населених пунктах і на сільськогосподарських підприємствах.

4.

Розміщення насосних агрегатів на станціях першого підйому.

Розміщення насосних агрегатів визначається формою машинної зали в плані, типом насосів і способом підведення до них води.

Насосні станції першого підйому на поверхневих джерелах найчастіше бувають заглибленими, і їхнє будівництво здійснюється в складних геологічних і гідрогеологічних умовах. Тому компоновка устаткування повинне сприяти зменшенню розмірів споруди станції з урахуванням можливості збільшення її потужності на майбутнє. Розміщення насосного устаткування і трубопроводів також має забезпечувати зручність, безпеку, оперативність їхнього обслуговування й ремонту.

Розміщення насосів у вертикальній площині на станціях першого підйому насамперед залежить від типу насосів. Вертикальні відцентрові й осьові насоси монтують так, щоб їхні корпуси перебували нижче мінімального рівня води в джерелі. Горизонтальні відцентрові насоси типу Д і К також переважно встановлювати на таких позначках, щоб корпуси насосів заливалися водою самопливом при мінімальних розрахункових рівнях води в джерелі. Їх можна монтувати вище мінімального рівня води в джерелі на позначках, що не перевищують припустиму висоту усмоктування, що розраховується. У цьому випадку необхідно передбачати пристрій для заливання насосів перед запуском.

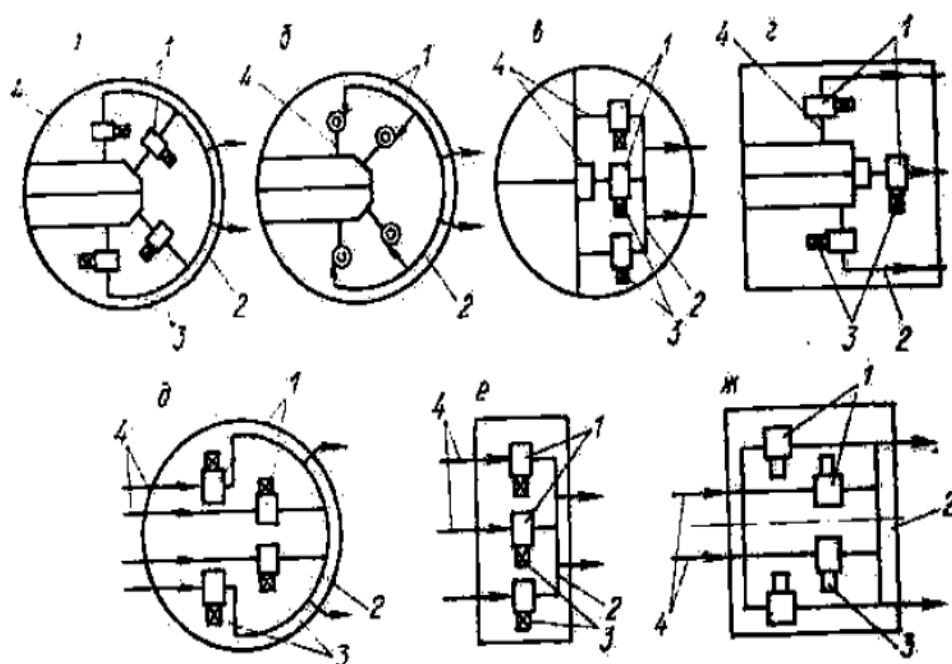


Рисунок 4.2 - Схеми розміщення насосних агрегатів на станціях першого підйому: а - кільцеве розташування горизонтальних насосів типу Д на станції, сполученої з водозабором; б - кільцеве розташування вертикальних насосів на станції, сполученої з водозабором; в - однорядне розташування горизонтальних насосів на станції, сполученої з водозабором; г - однорядне розташування горизонтальних насосів у прямокутній споруді, сполученій з водозабором; д, ж - дворядне розміщення горизонтальних насосів у будинку станції роздільного типу; е - однорядне розміщення горизонтальних насосів у прямокутній споруді станції роздільного типу; 1 - насос; 2 - нагнітальні трубопроводи; 3 - електродвигун; 4 - усмоктувальні труби.

Контрольні питання

1. Як розраховується подача насосної станції першого підйому?
2. За якою схемою визначається розрахунковий напір насосів станції першого підйому?
3. Як монтують вертикальні відцентрові й осьові насоси?
4. З якою метою встановлюють насоси, що допускають встановлення електродвигуна з обох кінців валу?

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. госв ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ, 2015. 195 с URL : <https://core.ac.uk/reader/33755331>.