

Тема 5. Проектування водоводів насосних станцій першого підйому

1. Усмоктувальні трубопроводи.
2. Напірні трубопроводи насосних станцій.
3. Схеми перемикачів усмоктувальних і напірних трубопроводів насосних станцій першого підйому.
4. Споруди насосних станцій першого підйому.
5. Приклади насосних станцій першого підйому на поверхневих джерелах.

1.

Проектування усмоктувальних і напірних трубопроводів насосних станцій першого підйому. Усмоктувальні трубопроводи є найбільш відповідальними елементами насосних установок, тому що від правильності їхнього розрахунку, конструкції й експлуатації залежить економічність роботи насосів. Найчастіше усмоктувальні труби працюють в умовах вакуумметричного тиску.

Найкращою умовою для нормальної роботи насосів є забезпечення кожного насоса індивідуальною усмоктувальною трубою. Однак це можливо тільки при використанні осьових, вертикальних відцентрових й малого числа (до чотирьох) горизонтальних насосів. При числі горизонтальних відцентрових насосів більше чотирьох на станціях роздільного типу значно збільшуються габарити водозабірних споруд, ускладнюється пристрій усмоктувальних трубопровідних комунікацій, що призводить до подорожчання будівництва гідровузла в цілому. У цьому випадку можна приймати кількість усмоктувальних труб за межами споруди менше числа насосів за умови добудови загального колектора, до якого підключають насоси. Кількість зовнішніх усмоктувальних ліній на насосних станціях першої й другої категорії надійності не повинна бути менш двох. При цьому кожна з ліній повинна бути розрахована на повну розрахункову витрату для станцій першої й другої категорії і 70% розрахункової витрати - для станцій третьої категорії.

При конструюванні усмоктувальних трубопроводів необхідно враховувати наступні вимоги:

1) усмоктувальна лінія повинна бути герметична для уникнення проникнення повітря усередину труби, тому що нерозчинене у воді повітря

різко впливає на подачу насоса. Підсмоктування 1% повітря на 1 м³ води, що перекачується, знижує подачу на 5...10%, при цьому знижується напір;

2) конструкція усмоктувальної лінії повинна виключати можливість скупчення в ній повітря (утворення повітряних «мішків»). Верхня утворююча довгих трубопроводів повинна мати ухил убік від насоса не менше 0,005. Якщо усмоктувальні труби декількох насосів об'єднані загальним колектором (рис. 3, ж), то усмоктувальна лінія повинна складатися із труб різних діаметрів. Щоб уникнути скупчування повітря, труби різних діаметрів з'єднують за допомогою косих вставок;

3) для зменшення втрат напору усмоктувальні трубопроводи повинні бути можливо меншої довжини із найменшим числом арматур і фасонних частин.

Усмоктувальні трубопроводи як у межах насосної станції, так і за її межами виконуються зі сталевих труб на зварюванні із застосуванням фланцевих з'єднань для приєднання до арматур і насосів.

Діаметри трубопроводів визначаються за економічними швидкостями: при $v_e = (0,6...1)$ м/с - діаметр до 250 мм; при $v_e = (0,8...1,5)$ м/с $d = (300...800)$ мм і при $v_e = (1,2...2,0)$ м/с - $d > 800$ мм.

Запірну арматуру на усмоктувальних трубах установлюють у випадках, коли насоси розміщені нижче рівня води в джерелі або коли вони підключені до загального колектора.

Усмоктувальні трубопроводи й колектори на станціях першого підйому (заглиблених і шахтних) найчастіше укладають на підлозі машинної зали на бетонних підставках, із перехідними містками над трубами. В окремих випадках при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні допускається укладання в каналах. У кожному разі до усмоктувальних труб повинен забезпечуватися вільний доступ для їхнього огляду й періодичної підтяжки болтових з'єднань.

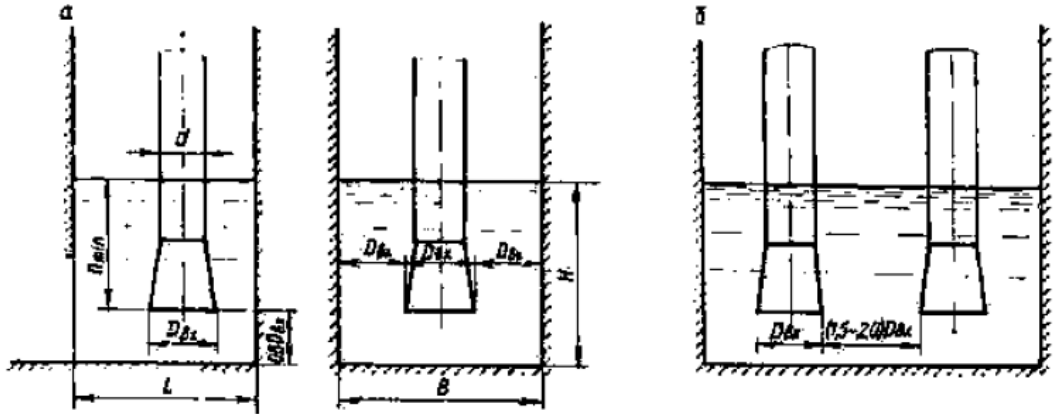


Рис. 5.1 - Схеми розміщення усмоктувальних труб у камері:
 а - при одній усмоктувальній трубі; б - при двох трубах

2.

Напірні трубопроводи насосних станцій призначаються для подачі рідкого середовища від насосів до водоводів. Найчастіше кількість водоводів, що відходять від станції, буває меншою числа насосів, тому напірні трубопроводи поєднують у загальний колектор. Всі напірні трубопроводи і колектори усередині насосної станції виконуються зі сталевих труб при зварюванні з використанням фланцевих з'єднань для кріплення їх до насосів і арматур. Труби різних діаметрів з'єднують прямими переходами. Діаметри напірних трубопроводів визначають за розрахунковою витратою води та економічних швидкостях, які розраховують так:

$$v_e = (0,8...2,0) \text{ м/с для труб діаметром до 250 мм;}$$

$$v_e = (1,0...3,0) \text{ м/с при } d=(300... 800) \text{ мм;}$$

$$v_e = (1,5...4,0) \text{ м/с при } d > 800 \text{ мм.}$$

На напірній стороні кожного насоса встановлюється зворотний клапан, що перешкоджає зворотному струму води, що перекачується, у випадку припинення подачі енергії до електродвигуна насоса (аварійний випадок), а

також при вимиканні насоса, якщо система розрахована на запуск і зупинку насоса при відкритій засувці. На напірних трубопроводах є необхідне число засувок, водоміри (індивідуальний на кожен насос або сумарний на початку водоводу), гасителі енергії гідравлічного удару (при необхідності) і контрольно-вимірювальна апаратура.

Укладання напірних трубопроводів на станціях першого підйому робиться на підлозі машинної зали на опорах з бетону з перехідними містками. У шахтних станціях напірний колектор можна підвищувати до перекриттів або закріплювати на консолях до стін. Це дозволяє зменшити габарити машинної зали. Відстань від підлоги до колектора підвісної конструкції повинна бути не менше 2 м. Засувки й іншу арматуру встановлюють на бетонні «подушки» таким чином, щоб їхня вага не передавалася на патрубкі насосів.

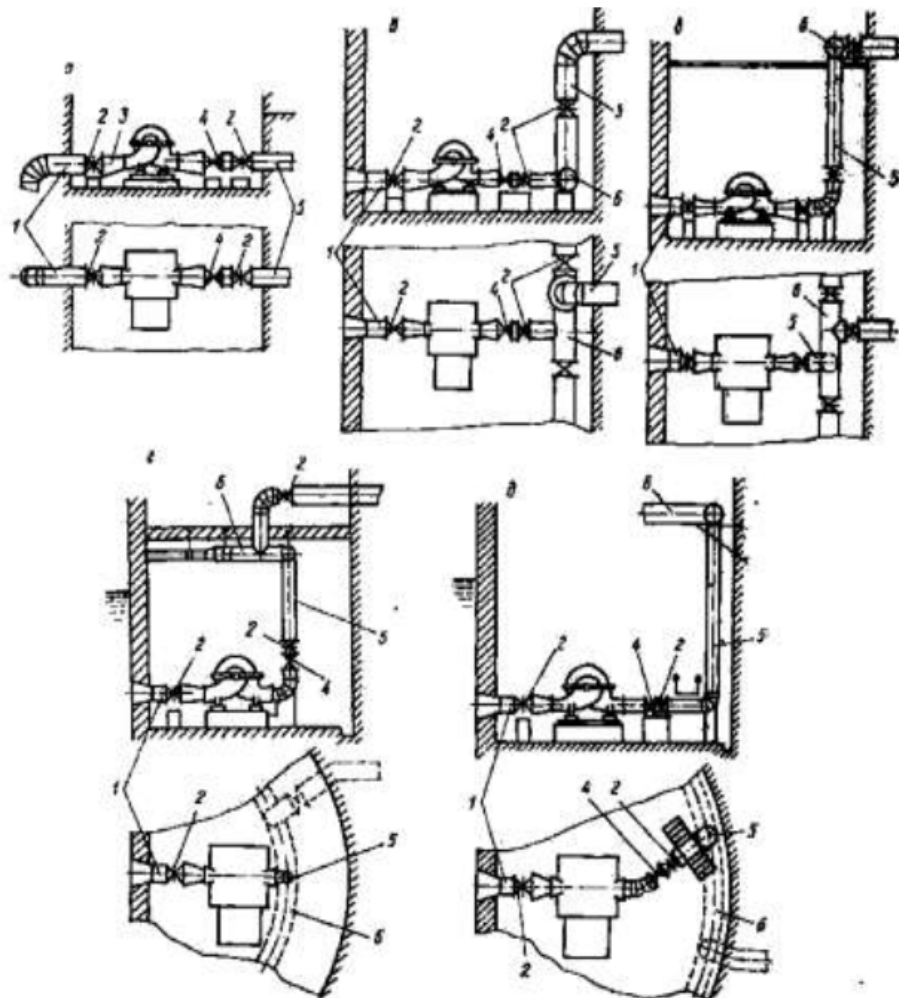


Рис. 5.2 - Схеми компонувань усмоктувальних і напірних трубопроводів насосних станцій першого підйому з насосами типу Д:

- 1 - усмоктувальний трубопровід; 2 - засувка; 3 - косий перехід; 4 - зворотний клапан; 5 - напірний трубопровід; 6 - напірний колектор

3.

Залежно від конкретних умов схеми перемикання трубопроводів можуть бути різноманітними. На рис. 7 показані схеми перемикань на насосних станціях сполученого типу, обладнаних горизонтальними (схеми а і б) і вертикальними (схеми в і г) насосами.

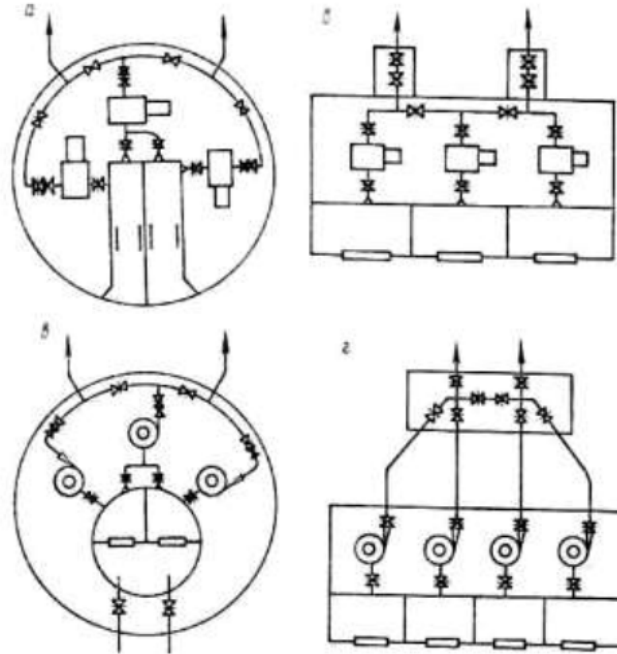


Рисунок 5.3 - Схеми перемикань усмоктувальних і напірних трубопроводів станцій першого підйому

Улаштування спареної усмоктувальної труби (схеми а і в) для одного (середнього) з насосів дозволяє забезпечувати постійну роботу двох насосів при відключенні на ремонт кожної з водоприймальних камер.

Споруди насосних станцій першого підйому. У будівлі насосної станції, крім службових і побутових приміщень, розміщують все гідромеханічне, електричне й допоміжне устаткування. Споруди насосних станцій першого підйому (рис. 8, в — сполучені, г — роздільні) найчастіше бувають заглибленого типу. Вони складаються з підземної частини (I) і верхньої будови (II). Споруди станцій поділяються на камерні (рис. 8, а, б, г) і блокові (рис. 8, в).

Причому залежно від використовуваного насосного устаткування камерні будинки можуть бути із сухою (рис. 8, а, з) і мокрою (рис. 8, б) камерами.

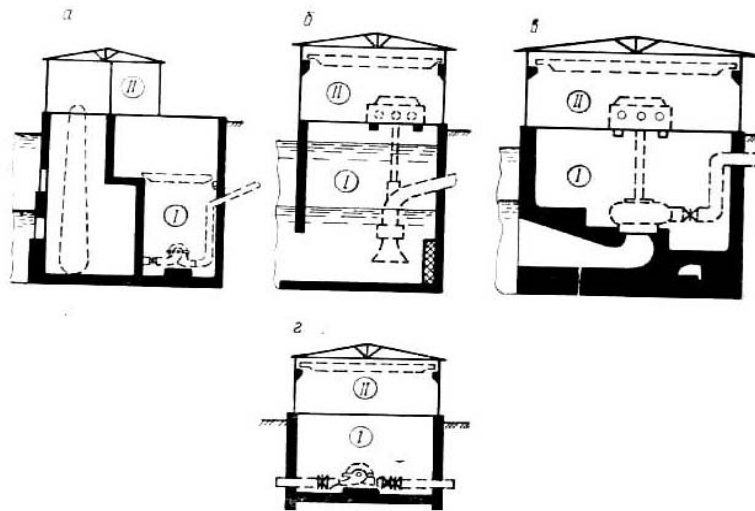


Рис. 5.3 - Типи споруд насосних станцій

У будівлях, виконаних за схемою, наведеною на рис. 8, а, можуть бути використані як горизонтальні, так і вертикальні відцентрові насоси; у будівлях, виконаних за схемою б - тільки вертикальні осьові насоси, а за схемою з - тільки горизонтальні відцентрові.

Вода із джерела через водоприймальні вікна надходить у водоприймальну камеру, де проходить первинне очищення від великих механічних включень і водоростей, а далі через усмоктувальні труби перекачується насосами за призначенням. У всіх приміщеннях насосних станцій, у яких установлене устаткування, є вантажопідйомні механізми.

Приклади насосних станцій першого підйому на поверхневих джерелах.

Будівля насосної станції першого підйому берегового типу, показана на рис. 9, заглиблена, кругла в плані, камерного типу із сухою камерою. Проектом передбачена можливість установлення чотирьох насосів двох марок Д5000-50 або Д4000-22, при яких повна подача станції становить 4,5...6 м³/с. Вода із джерела через водоприймальні вікна, розміщені у два яруси, потрапляє в прийомну камеру й, пройшовши через обертові сітки, надходить у камери усмоктувальних труб. При необхідності воду до водоприймача можна підводити по самопливних лініях. Спорудою допускається амплітуда коливання рівня води до 8 м. Обертові сітки промиваються водою з напірних трубопроводів станції. Напірний колектор прокладений на підлозі машинної зали.

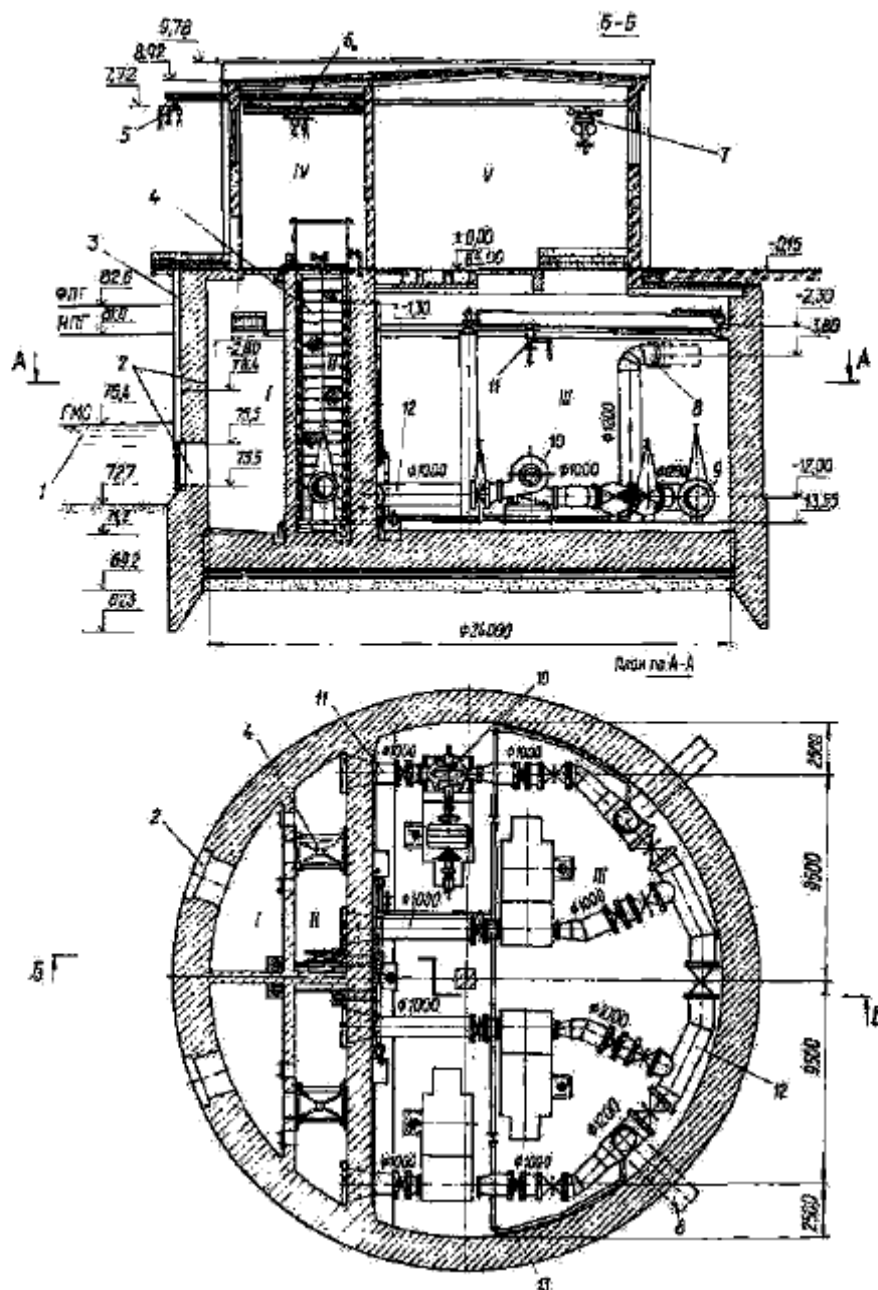


Рис. 5.4 - Берегова станція першого підйому, сполучена із сегментним водоприймачем: I - водоприймач; II - камера усмоктувальних труб; III - машинна зала; IV - приміщення для ґрат; V - службове приміщення; 1 - джерело; 2 - водоприймальні вікна; 3 - паз ремонтної засувки; 4 - сітка; 5-7,11- вантажопідйомні механізми; 8 - нагнітальний трубопровід; 9 - нагнітальний колектор; 10 - насос; 12 - усмоктувальна труба; 13 - труби технічного водопостачання станції

Контрольні питання

1. При яких умовах можливе забезпечення кожного насоса індивідуальною усмоктувальною трубою?
2. Як розраховується подача насосної станції першого підйому при нерівномірному графіку водоспоживання?
3. Як розраховується подача насосної станції першого підйому?
4. За якою схемою визначається розрахунковий напір насосів станції першого підйому?
5. Як монтують вертикальні відцентрові й осьові насоси?

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.
3. Епоян С.М. Применение центробежных устройств при подготовке питьевой воды из поверхностных источников / С.М. Епоян, А.С. Карагяур, С.П. Бабенко. – Х. ХНУСА, 2016. – 168 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>.
7. Балыгин В. В. Насосы: каталог-справочник. Новосибирск : НГАСУ, 1999. 97 с.
8. ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01] Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 172 с. URL: www.minregion.gov.ua/.../DBN_V.2.5-74_2013 (дата звернення: 15.09. 2019).