

ЛЕКЦІЯ 12. Перекачування стічних вод

1. Класифікація насосних станцій.
2. Насосні станції для перекачування стічних вод.
3. технологічне обладнання насосних станцій.
4. розрахунок та проектування насосних станцій.

1 Класифікація насосних станцій

Насосні станції систем водовідведення – це комплекс споруд та обладнання, що забезпечує відведення стічних вод відповідно до потреб споживача.

Насосні станції забезпечують подачу стічних вод на очисні споруди, якщо рельєф місцевості не дозволяє відводити ці води самотіком. Будівництво насосних станцій дозволяє також уникнути великого заглиблення самотічних колекторів.

Тип насосної станції водовідведення визначається: глибиною закладення підвідного колектора; об'ємом стічних вод, що надходять на насосну станцію; видом стічної рідини, що перекачується; гідрогеологічними умовами будівництва; типом установлюваних насосних агрегатів і способом їх управління.

За видом рідини, що перекачується, насосні станції водовідведення діляться на *чотири* групи: для перекачування побутових стічних вод, виробничих стічних вод, атмосферних вод і осадів, що утворюються на очисних спорудах.

До насосних станцій, що перекачують виробничі стоки, пред'являється ряд вимог, які враховують агресивність стічної рідини по відношенню до бетону, чавуну, сталі. Також необхідно застосовувати спеціальні насоси та пристрої для періодичного промивання установок чистою водою.

Насосні станції для перекачування атмосферних вод споруджують на мережах в тих випадках, коли відсутня можливість їх транспортування самотіком до місця скидання.

Насосні станції для транспортування осадів знаходяться в єдиному комплексі споруд очистки стічної рідини і обробки осадів. Вони служать для перекачування скинутого осаду і активного мулу на споруди для подальшої їх обробки.

Залежно від місця розташування в загальній схемі водовідведення міста та виконуваних функцій, станції можуть бути:

- *локальні* – призначаються для транспортування стічних вод окремо розташованих будівель, адміністративно-господарських приміщень, будинків індивідуальної забудови і т.п. в самопливні колектори;
- *районні* – здійснюють транспортування стічних вод від житлових мікрорайонів з лежачих нижче колекторів в ті, що знаходяться вище;
- *головні* – перекачують стічну рідину, відведену з усієї території міста на очисні споруди.

В даний час при проектуванні насосних станцій водовідведення передбачається будівництво в єдиному комплексі з насосною станцією аварійно-регулюючих або аварійних резервуарів для згладжування нерівномірності припливу стічних вод або забезпечення надійної роботи системи водовідведення в аварійних ситуаціях (відключення енергопостачання насосних станцій або аварійна обстановка, що створилася на насосних станціях тощо).

Склад обладнання, його конструктивні особливості, тип, кількість основного і допоміжного обладнання визначається, виходячи з об'єму стічних вод, що надходять на насосні станції.

За конструкцією насосні станції можуть бути (рис. 1):

- з круглою або прямокутною в плані підземною частиною;
- із суміщеним та окремо розташованим приймальним резервуаром;
- з насосами, розміщеними вище рівня води та «під заливом»;
- з насосами зануреного типу або вертикальними насосами, розташованими безпосередньо в приймальному резервуарі;
- комплектні насосні станції заводського виготовлення.

Особливістю насосних станцій для перекачування атмосферної стічної води є те, що вони працюють періодично в теплий період року роботи і практично не експлуатуються взимку. Тому вони повинні мати спрощену конструкцію і мінімальні розміри.

Круглі насосні станції доцільно влаштовувати опускним способом. Прямокутна форма є доцільною при великій кількості насосів (більше 3–4 шт.) і невеликому заглибленні підвідного колектора.

Насосні станції з розташуванням насосів вище рівня води в приймальному резервуарі використовуються при великому заглибленні підвідного колектора. Такі конструкції можуть застосовуватися для малих та середніх насосних станцій, якщо в основі їх залягають тверді та скельні ґрунти.

Окреме розташування приймального резервуара та машинного відділення використовують при великому заглибленні підвідного колектора і необхідності будівництва приймального резервуара опускним способом. Машинний зал при такій схемі будується звичайним способом.

Окреме розташування приймального резервуара застосовується також при відведенні стічних вод, які виділяють шкідливі та вибухонебезпечні гази. Недоліком такої схеми є висока вартість будівництва та велика довжина всмоктувальних трубопроводів.

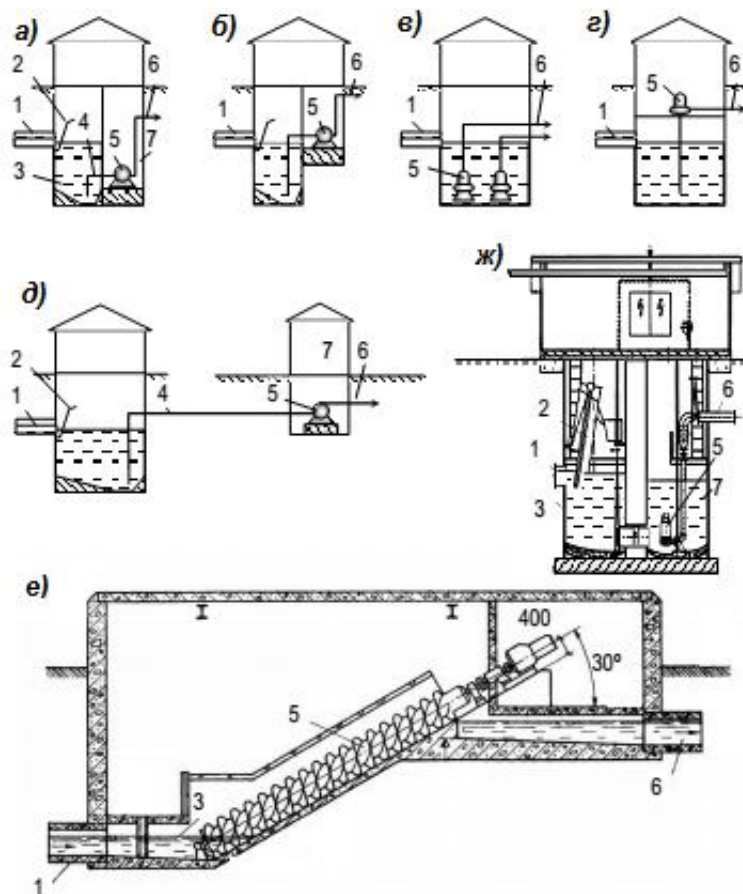


Рисунок 1 – Схеми насосних станцій:

а) із суміщеним приймальним резервуаром та насосами «під заливом»; б) те ж з насосами, розташованими вище рівня води; в) із зануреними насосами в приймальному резервуарі; г) з вертикальними насосами в приймальному резервуарі; д) з окремо розташованим приймальним резервуаром; е) шнекові; ж) комплектна насосна станція заводського виготовлення; 1 – підвідний колектор; 2 – ґрати; 3 – приймальний резервуар; 4 – всмоктуючий трубопровід; 5 – насос; 6 – напірний трубопровід; 7 – машинне відділення

Для підкачування стічних вод на невелику висоту доцільно, особливо на дощовій мережі, використовувати шнекові підйомники, які не потребують установки решіток перед ними і не засмічуються. При діаметрі шнека 0,56–2,0 м продуктивність становить 50–1000 л/с при максимальній висоті підйому – 6,8 м. Коефіцієнт корисної дії таких агрегатів складає 50–55 %.

За надійністю насосні станції поділяються на три категорії: I, II та III [1]. Насосні станції першої категорії не допускають перерв у роботі. В насосних станціях другої категорії допускається перерва в роботі до 6 годин, а третьої – до 24 годин.

Насосні станції рекомендується проектувати на роботу в автоматичному режимі без присутності обслуговуючого персоналу. Найбільш оптимальним є дистанційне автоматичне управління з єдиного диспетчерського пункту. Можлива також експлуатація насосної станції з періодичним наглядом експлуатууючого персоналу і передачею необхідних сигналів на диспетчерський пункт.

Управління роботою насосів насосної станції має бути автоматизованим залежно від рівня води в приймальному резервуарі.

В останні роки набули поширення комплектні насосні станції повного заводського виготовлення. Продуктивність насосних станцій становить від 70 до 1200 м³/годину. Вони виготовляються на основі резервуарів з полімерних матеріалів. При малій продуктивності використовується один резервуар, що виконує роль приймального і в якому розміщуються насоси зануреного типу. Комплектні насосні станції великої продуктивності складаються з двох, один з яких є приймальним – в ньому розміщується решітка. В другому резервуарі розміщуються занурені насоси, трубопроводи і арматура. В комплект насосної станції входить надземний павільйон, в якому встановлюються щит управління і автоматики, підйомні механізми та інше обладнання. Комплектні насосні станції виготовляють відомі у світі фірми, що виготовляють власну насосну продукцію: Flygt, Grundfos, Zenit та інші.

Місце розташування насосних станцій визначається при вирішенні схеми каналізації на основі техніко-економічних розрахунків та погоджується з органами Державного санітарного нагляду.

Як правило, насосні станції для перекачування стічних вод влаштовують в самій зниженій частині каналізуємої території з урахуванням санітарних, планувальних і гідрогеологічних умов місцевості, наявності джерел живлення станції електроенергією та можливості влаштування аварійного випуску. Перед насосною станцією всі каналізаційні лінії, що тяжіють до неї, мають бути об'єднані одним загальним колектором, по якому стічні води підводяться до відділення ґрат приймального резервуара. Перед насосною станцією передбачаються *аварійні випуски*. Якщо влаштування аварійного випуску неможливо, то вживаються додаткові заходи щодо забезпечення безперебійної роботи станції, наприклад, встановлюють внутрішні резервні електрогенератори.

За санітарними правилами насосні станції подачею до 50 тис. м³/добу слід розташовувати в окремих будівлях на відстані не менше 20 м від житлових будівель або від харчових підприємств; для станцій більшої подачі ця відстань повинна бути не менше 30 м.

По периметру території насосної станції слід передбачати створення захисної зеленої зони шириною не менше 10 м. Насосні станції не слід розташовувати на червоній лінії кварталу; найчастіше насосну станцію розташовують на території зелених насаджень.

За гідрогеологічним умовам місце розташування насосної станції належить найбільш сприятливим для виробництва будівельних робіт (низький рівень ґрунтових вод, щільні ґрунти тощо).

Очисні споруди часто знаходяться на значній відстані від міста чи селища. У цих випадках необхідно розробляти варіанти розташування головної насосної станції поблизу населеного пункту або в комплексі з очисними спорудами. При виборі варіанту істотне значення мають не тільки рельєф місцевості та гідрогеологічні умови, але й черговість капітальних вкладень та експлуатаційні умови. Доцільно насосні станції розташовувати поблизу очисних споруд для зручності спільного їх обслуговування.

2 Насосні агрегати для перекачування стічних вод

Конструктивні особливості насосних агрегатів обумовлюються складом стічної рідини, що перекачується, який характеризується великою кількістю крупних і дрібних включень. Крім цього в стоках міститься і пісок, що є абразивним матеріалом.

Враховуючи це, лопатям робочого колеса надається більш обтічна форма; на корпусі насоса для провадження робіт по очищенню робочого колеса передбачені люки-ревізії; робочі колеса виготовляють з твердосплавних матеріалів, наприклад, титану, або обробляють спеціальним покриттям, яке в значній мірі оберігає робоче колесо від абразивного зносу; внутрішня порожнина корпусу захищена змінними дисками; ратлики насосних агрегатів повинні бути покриті спеціальним твердосплавним складом для запобігання від абразивного зносу.

Згідно ГОСТ 113–79–80 динамічні насоси для стічної рідини випускають таких типів: СД – відцентрові, СДС – вільно-вихрові. По розташуванню валу: горизонтальні, вертикальні (В), напівзаглибні (П). По ущільненню валу: сальникове; торцеве; без ущільнення. За ступенем перекачування: одноступінчасті; двоступінчасті.

Динамічні насоси типу СД і СДВ призначені для перекачування міських і виробничих стічних вод з наступною характеристикою стічної рідини: $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$; $pH = 6 \div 8,5$; $t = 80^\circ\text{C}$; крупність абразивних включень до 5 мм і не більше 1 % за масою. На рисунку 9.2 показана принципова схема відцентрового насоса.

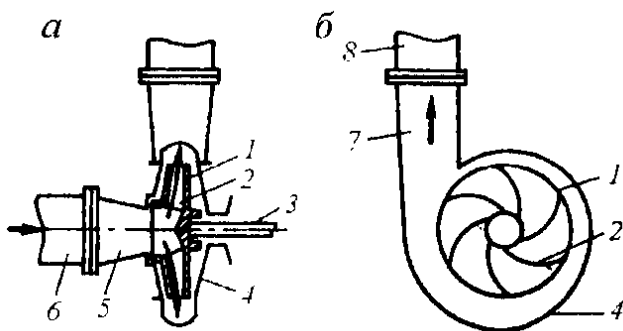


Рисунок 2 – Відцентровий насос:
а – поздовжній розріз; б – поперечний;
1 – робоче колесо; 2 – лопаті робочого колеса; 3 – вал; 4 – корпус;
5 – всмоктувальний патрубок;
6 – всмоктувальний трубопровід; 7 – напірний патрубок; 8 – напірний трубопровід

Широке робоче колесо і варіація кількістю лопаток від 2 до 5 дозволяють перекачувати стічну рідину з великими механічними домішками. Всмоктувальний патрубок насоса кріпиться до кришки корпусу на болтах, що дозволяє проводити заміну робочого колеса, не знімаючи насос з фундаменту. На всмоктувальному патрубку насосів СД і СДВ в нижній кришці корпусу передбачені люки-ревізії, через які проводиться очищення робочого колеса від відбросів. Для оберігання від зносу у верхній і нижній кришках корпусів насосів типу СДВ встановлюють змінні захисні диски, виготовлені з твердих сталей або вибіленого чавуну. У великогабаритних насосах СД і СДВ (від $2400 \text{ м}^3/\text{год}$) покривають антикорозійними і антиабразивним матеріалами ратлики та робочі колеса, що в значній мірі подовжує термін служби і захищає поверхню зазначених вузлів від зносу.

Для перекачування стічних вод, крім насосів СД і СДВ, застосовують

занурювальні насоси вітчизняного виробництва: ГНОМ, ЕЦК і ЦМФ. Вищеперелічені насоси використовують як для проведення аварійної відкачки стічної рідини, так і для стаціонарної установки на насосних станціях.

Останнім часом для підвищення надійності роботи насосних станцій стали широко застосовуватися занурювальні насоси відомих зарубіжних фірм, таких як: ITT FLYGT (Швеція), KSB (Німеччина), Grundfos (Данія). Фірма FLYGT є лідером в області застосування занурювальних насосів. Перший насос фірми був розроблений і випущений в 1948 р. Щороку заводи фірми ITT FLYGT випускають понад 80000 занурювальних насосів. Занурювальні насоси ITT FLYGT мають позначення, що складається з двох літер з чотирма цифрами, наприклад: CP 3152. Перша буква описує гідравлічну частину насоса, тобто робоче колесо і корпус. Оскільки робоче колесо визначає сферу застосування насоса, ця буква позначає тип насоса, в який встановлюється дане робоче колесо: насос типу В; насос типу С і таке інше (С – для даної марки – закрите канальне робоче колесо в корпусі для середовищ з довговолоконистими матеріалами або твердими частинками в завислому стані). Друга літера вказує спосіб установки насоса: вільностоячий насос, стаціонарна установка, стаціонарна мокра установка, пересувний (Р – напівпостійна мокра установка з насосом на подвійних напрямних стрижнях з автоматичним підключенням до напірного трубопроводу). Цифри вказують модель, а також визначають розмір порівняно з іншими насосами того ж типу.

Застосування занурювальних насосів забезпечує ряд переваг в конструкції водоприймального колодязя і загальної конструкції насосної станції: колодязь менше для заданої подачі насосу завдяки оптимальній гідравліці та меншого об'єму наповнення внаслідок укорочених насосних циклів; колодязь менше також і тому, що резервні насоси не встановлюють в ньому, їх зберігають на складі; відпадає необхідність у будівництві будівлі насосної станції, або будівлю насосної станції можна зробити менше, оскільки єдиними вузлами над водою є блок управління насосами і розподільчий пристрій; установка насоса характеризується простотою і швидкістю.

Насосні станції з занурювальними насосами значно дешевше, як у будівництві, так і в експлуатації, знижуються витрати до 40–50 %.

Найбільш широке поширення одержали насосні станції шахтного типу з наземним павільйоном (рис. 9.3).

3 Технологічне обладнання насосних станцій

Приймальні резервуари призначені для короткотермінового регулювання припливу стічних вод, що надходять до насосів. При суміщенні приймальних резервуарів з насосним відділенням в одній будівлі, вони мають бути відокремлені водогазонепроникною стінкою й мати окремий вхід.

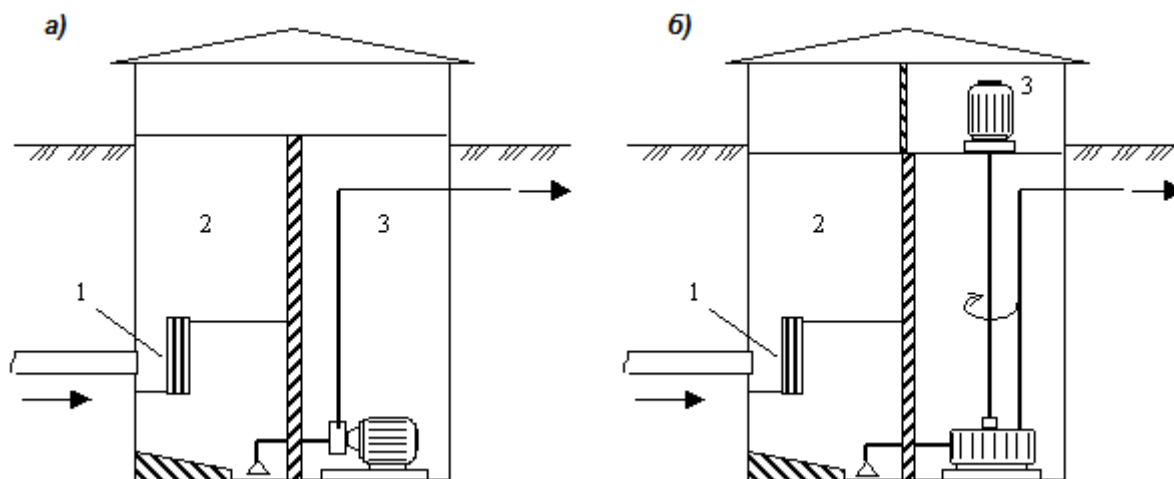


Рисунок 3 – Насосні станції шахтного типу:
 а) з горизонтальними насосами; б) з вертикальними насосами;
 1 – ґрати; 2 – приймальний резервуар; 3 – машинне відділення

Глибина робочої частини приймального резервуара приймається 1,5–2,0 м. В резервуарі влаштовується приямок глибиною 0,5–0,7 м. Дно резервуара влаштовується з похилом 0,1 до приямка. В резервуарі влаштовується трубопровід для скаламучування осаду, який підключається до напірного трубопроводу насосів. До приймального резервуара має бути підведений технічний водопровід для миття обладнання та приміщення.

Для захисту насосів від засмічення в приймальних резервуарах, згідно вимог будівельних норм [1], необхідно передбачати установку: *механізованих ґрат та дробарок* або герметичних контейнерів; комбінованих ґрат-дробарок. При кількості відходів, що затримуються менше 0,1 т/добу допускається встановлювати ґрати з ручною очисткою.

При застосуванні насосів, в конструкції яких передбачаються пристрої для затримання і подрібнення крупних домішок, ґрати можуть не встановлюватися.

Приміщення приймального резервуара обладнується припливною та витяжною системами вентиляції, які мають забезпечити п'ятикратний обмін повітря. Видалення повітря передбачається як з верхньої, так і з нижньої зон.

Ширина прозорів ґрат залежить від продуктивності насосного агрегату, тобто насоси малої продуктивності мають меншу ширину прозорів ґрат. Зміна ширини прозорів позначається на кількості затриманих відходів. Так, при зменшенні прозора з 40 до 20 мм кількість відходів збільшується в 2,5 рази.

Знімання відходів, затриманих на ґратах, роблять за допомогою механічних граблів або вручну. Оператор на ґратах робить сортування сміття. Сміття, що підлягає дробленню, подрібнюють у дробарках і скидають в підвідний канал до місця установки механічних граблів. Сміття, що не підлягає дробленню, збирається в контейнери, що стоять на позначці підлоги приміщення механічних ґрат, а потім транспортуються на полігони зберігання твердих побутових відходів.

В насосній станції до кожного насосу необхідно передбачати самостійний всмоктуючий трубопровід.

У *машинному відділенні* насосних станцій встановлюються:

- насоси для перекачування стічних вод;
- дренажні насоси;
- вакуум-насоси з необхідним обладнанням, при розташуванні насосів вище рівня води в приймальному резервуарі;
- підйомно-транспортне обладнання;
- запірна арматура, контрольно-вимірювальні пристрої та пристрої автоматики.

У насосних станціях вентиляція передбачається також і в машинному відділенні, де влаштовують припливну та витяжну природну або штучну вентиляцію, яка згідно санітарних вимог має забезпечити кратність обміну повітря не меншу ніж 1.

Одним з найважливіших елементів надійності роботи насосних станцій є *запірно-регулююча арматура*: затвори, засувки, зворотні клапани. Затвори, монтовані на насосних станціях, поділяються на основні та ремонтні. Основні затвори монтують на підвідних каналах до насосних станцій. Вони забезпечують регулювання припливу стічних вод, що надходять на насосні станції. Регулювання затвором проводиться дистанційно з диспетчерського пункту або безпосередньо кнопкою (переклад на ручне управління) черговим змінним інженером. На підвідних каналах насосних станцій > 250 тис. м³/добу встановлюється два щитових затвора.

Ремонтні затвори служать для проведення робіт з ремонту засувки, розташованих на всмоктуючій лінії на насосних станціях великої продуктивності. Ці затвори встановлюють у приміщенні механічних ґрат, і вони повинні забезпечувати необхідну герметичність. Залежно від типу насосної станції, показників напору, глибини підвідного каналу на насосних станціях застосовують металеві затвори різних конструкцій. Затвори виконуються з ручним або електричним приводом. Установка електричного приводу забезпечує оперативність роботи по закриттю і відкриттю щитового затвора, який включений в оперативну систему автоматики з виведенням на диспетчерський пункт насосної станції. Електродвигуни, встановлені на щитових затворах, запитані від мережі постійного струму акумуляторної, змонтованої на насосних станціях, і не залежать від енергопостачання насосної станції. Існуючі конструкції щитових затворів, як показує практика експлуатації, не забезпечують високої герметичності.

Зворотні клапани призначені для запобігання утворення зворотного потоку рідини. Запірний орган у зворотних клапанах відкривається прямим потоком рідини, а закривається зворотним потоком. В даний час при будівництві насосних станцій використовують однодискові зворотні клапани з верхньою підвіскою, що випускається промисловістю діаметром до 1000 мм. При проектуванні насосних станцій вибір типу зворотного клапана визначається техніко-економічними розрахунками. Наявність зворотного

клапана забезпечує миттєве відключення напірного трубопроводу.

Також до складу насосних станцій входять:

- грузопідйомні механізми: кішки і талі, підвісні кран-балки, мостові крани;
- енергетичне обладнання;
- виробничо-допоміжні та побутові приміщення.

У деяких випадках в районах з плюсовою середньою зимовою температурою за умови застосування двигунів низької напруги можна встановлювати електронасосні агрегати на відкритому майданчику. Для захисту від пилу їх поміщають в кожухах або над ними влаштовують навіс. Електродвигуни повинні бути у вибухобезпечному виконанні, а щит управління агрегатами повинен поміщатися в трансформаторному пункті.

4 Розрахунок та проектування насосних станцій

Для розрахунку насосної станції потрібно знати витрати в окремі години доби та особливо максимальну, середню й мінімальну витрати, а також геометричну висоту підйому води. Витрати встановлюють по сумарній таблиці припливу всіх видів стічних вод.

Геометрична висота підйому води дорівнює (рис. 9.4):

$$H_{\Gamma} = Z_0 - Z_{HC}, \quad (9.1)$$

де Z_0 – відмітка рівня подачі стічних вод;

Z_{HC} – відмітка рівня відкачування стічних вод.

За розрахункову позначку відкачування рівня стічних вод приймають: позначку середнього рівня води в приймальному резервуарі; позначку рівня води в підвідному колекторі при мінімальному припливі, якщо насосна станція не має регулюючого резервуара, що характерно для великих насосних станцій.

За позначку подачі стічних вод приймають: позначку верху (шелиги) напірного трубопроводу в точці приєднання, якщо напірний трубопровід приєднується до приймального колодязя або відвідного самотпливного трубопроводу вище горизонту води в них; позначку максимального розрахункового горизонту при подачі під рівень води (при розташуванні верху напірного трубопроводу нижче рівня води); позначку верху трубопроводу при проходженні ним підвищеного ділянки місцевості, що має позначку землі вище рівня води в точці подачі.

Насосні станції можуть подавати воду на очисні споруди або переписувати її з басейну в басейн. Якщо насосна станція подає воду на очисну станцію, то в цьому випадку потрібно визначати позначку подачі води. Очисні станції розташовують у безпосередній близькості до водойми. У процесі проектування спеціально визначають взаємне висотне розташування окремих споруд, щоб протягом води від споруди до споруди відбувалося самотпливом. Лише в дуже рідкісних випадках в межах очисних споруд вдаються до перекачування стічних вод. Для забезпечення самотпливного руху стічної води по очисним спорудам і випуску її у водойму передбачається певний розрахунковий перепад води h_{oc} між першою (головною) очисною спорудою і високим рівнем води у водоймі, рівним величині загальних втрат напору в

межах очисних споруд і випуску води у водойму.

Очевидно, що величина цього перепаду залежить від кількості, складу і конструкції очисних споруд і випуску. Таким чином (рис. 9.4):

$$Z_0 = Z_p + h_{oc}, \quad (2)$$

де Z_p – верхній рівень води.

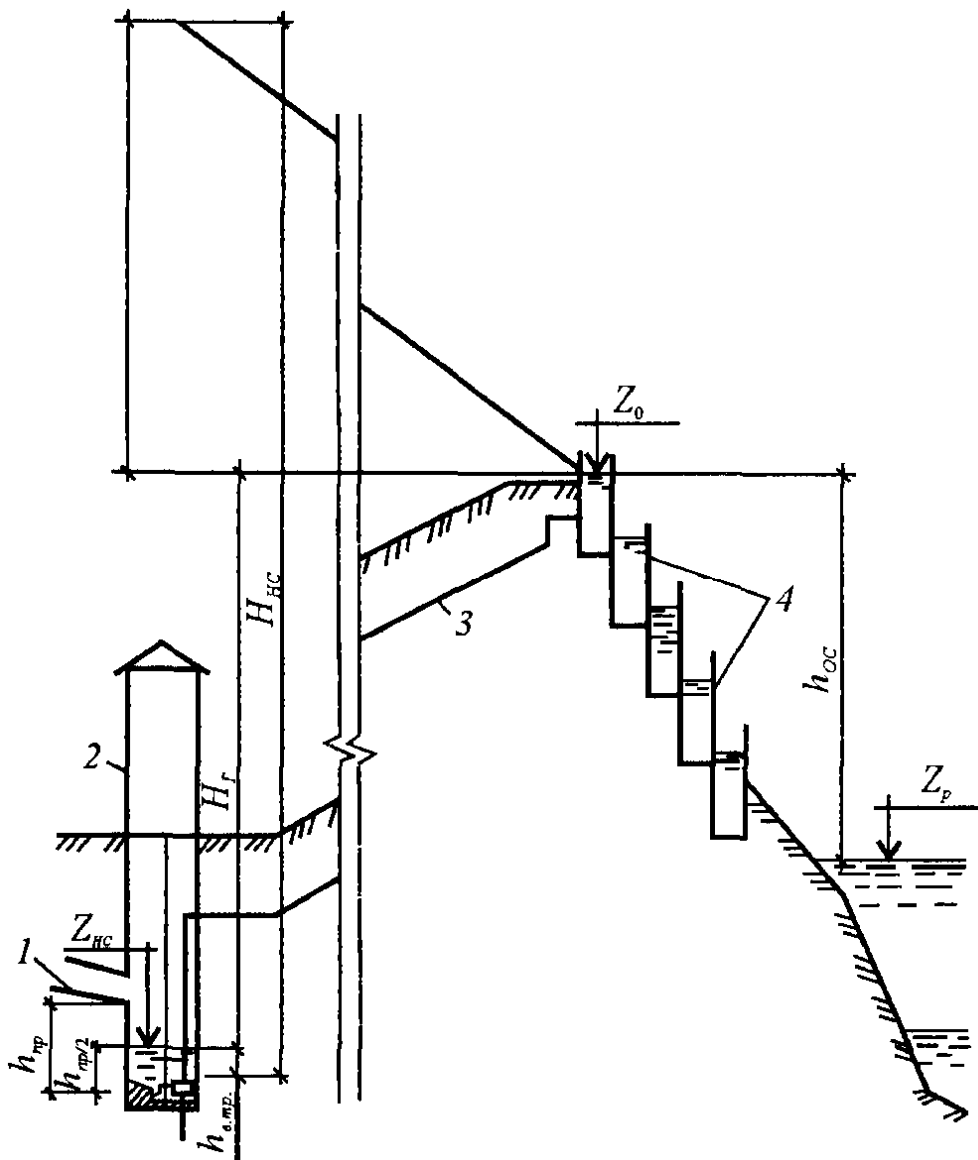


Рисунок 4 – Висотна схема розташування насосної станції та напірного трубопроводу:
1 – самопливний підвідний трубопровід; 2 – насосна станція; 3 – напірний трубопровід;
4 – очисні споруди

Досвід проектування дозволяє рекомендувати наступні орієнтовні значення величини h_{oc} : 7÷8 м, якщо біологічна очистка води проводиться на біологічних фільтрах, які застосовуються при витратах води до 20–30 тис. м³/добу; 4÷5 м, якщо біологічна очистка стічних вод проводиться на аеротенках, які застосовуються при витратах більше 20 тис. м³/добу. За розрахунками може виходити, що відмітка Z_0 буде значно перевищувати позначку поверхні землі в даному місці. Це буде вказувати на те, що очисні споруди повинні бути розташовані на насипних ґрунтах. Якщо насосна станція забезпечує перекачку стічних вод з одного самопливного колектора в інший, то

рівень води в самопливному трубопроводі в точці подачі води та відмітки подачі води визначають за подовжнім профілем самопливного трубопроводу.

Розрахунку насосної станції має передувати визначення діаметра напірних трубопроводів. Число напірних трубопроводів необхідно приймати не менше двох з пристроєм у разі потреби між ними перемикань. Швидкість руху стічних вод слід приймати в напірних трубопроводах в межах насосних станцій від 1 до 2,5 м/с, а за межами їх – 1÷1,5 м/с; у всмоктуючих трубопроводах – 0,7÷1,5 м/с.

Розрахунок насосних станцій роблять у наступному порядку: визначення розрахункової витрати; визначення напору, який повинна створювати насосна станція; підбір насосів по витраті та натиску; побудова характеристик (графіків) спільної роботи насосів і напірних трубопроводів і визначення робочих точок. Напір, який повинна створювати насосна станція, знаходиться за формулою (рис. 9.4):

$$H_{НС} = H_{Г} + h_{н.тр.} + h_{в.тр.}, \quad (3)$$

де $h_{н.тр.}$ і $h_{в.тр.}$ – втрати напору відповідно в напірному і всмоктуючому трубопроводах.

По каталогах насосів для обчислених витрати та напору виконується підбір насосів з урахуванням таких міркувань: загальну подачу робочих насосів вибирають з умови перекачування максимального розрахункового припливу стічних вод; для станцій середньої та великої пропускної здатності число і подачу насосів слід вибирати з урахуванням нерівномірності припливу стічних вод на станції (режим роботи станції повинен забезпечуватися з високим ККД при максимальному, середньому і мінімальному притоках).

Найважливіший етап розрахунку – побудова характеристик (графіків) спільної роботи насосів і напірних трубопроводів. Він докладно розглядається в спеціальному курсі «Насосні і повітродувні станції».

Контрольні питання



1. Дайте класифікацію насосних станцій.
2. Від чого залежить вибір схеми та конструкції насосних станцій?
3. Від чого залежить вибір місця розташування насосної станції?
4. Охарактеризуйте конструктивні особливості насосних агрегатів для перекачування стічних вод.
5. Назвіть типи насосів, що застосовуються в каналізаційних насосних станціях.
6. Охарактеризуйте технологічне обладнання насосних станцій.
7. У чому полягає розрахунок насосних станцій?