Лекція 11. Експлуатація каналізаційних насосних станцій, повітродувних та компресорних установок

Класифікація та схеми каналізаційних насосних станцій

1. Класифікація та схеми каналізаційних насосних станцій.
2. Обладнання та принцип роботи станцій водовідведення.
3. Експлуатація обладнання станцій водовідведення.
4. Підвищення ефективності роботи каналізаційних станцій.
5. Автоматизація роботи каналізаційних станцій.
6. Експлуатація повітродувних та компресорних установок.

В залежності від призначення каналізаційні насосні станції (КНС) поділяються на:

- *Місцеві* – для перекачування стічних вод від однієї або декількох будівель (кварталів);
- *Районні* – для перекачування стічних вод від окремих районів або басейнів каналізування;
- *Головні* – для перекачування стічних вод населеного пункту на очисні споруди

Відповідно до класифікації [8] по виду рідини, що перекачується, КНС поділяються на чотири групи:

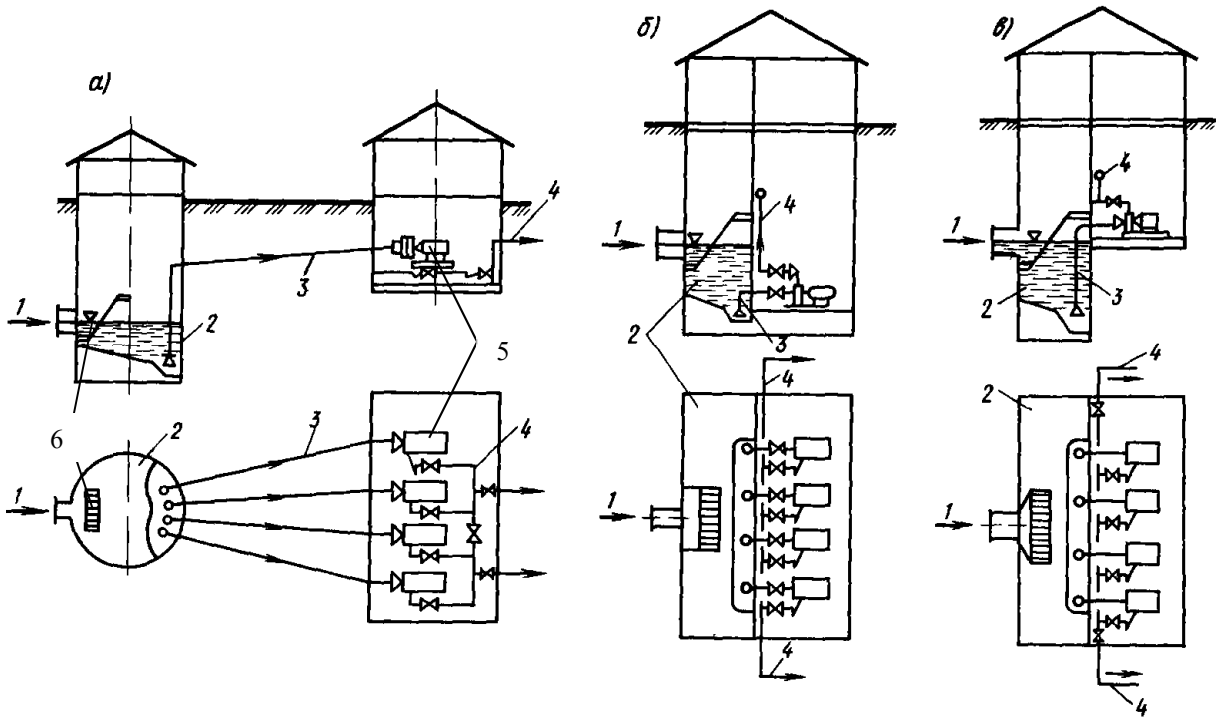
- Для перекачування побутових стічних вод;
- Для перекачування виробничих стічних вод;
- Для перекачування атмосферних вод;
- Для перекачування осадів на очисних спорудах

Технологічний процес перекачування стічної рідини складається з двох послідовних операцій: вилучення із стічної рідини крупних засмічень, що можуть викликати забруднення насосів та перекачування. Такий технологічний процес вимагає побудови в складі КНС двох приміщень: приміщення приймального резервуару з гратами та машинного (насосного) залу.

На рис. 3.1. наведено схеми КНС: а-роздільного типу, де приймальний резервуар з приміщенням грат відокремлені від машинного залу; суміщеного типу, де приймальний резервуар з приміщенням грат суміщений з будівлею машзалу. Згідно з розташуванням насосних агрегатів відносно поверхні землі КНС поділяють на незаглиблені – до 4 м; напівзаглиблені – до 7 м; шахтного типу – більше 8 м. КНС споруджують у найнижчих місцях території, що каналізується. Будівництво виконують опускним способом. Найбільш ефективною формою підземної частини є залізобетонний циліндр, діаметр якого складає 25-50 м.

Роздільна схема компоновки КНС є найбільш сприятливою в санітарному відношенні тому, що приймальний резервуар з приміщенням грат

повністю ізольований від машинного залу та виробничих і допоміжних приміщень де постійно знаходиться обслуговуючий персонал. До недоліків такої схеми слід віднести підвищення експлуатаційних витрат та будівельної вартості, велику довжину всмоктуючих трубопроводів і пов'язане з цим ускладнення експлуатації. Тому роздільна схема використовується на практиці досить рідко.



а - роздільного типу, б - суміщеного типу , в - суміщеного типу на скельних грунтах. 1 - колектор, що підводить стічну рідину, 2 - приймальний резервуар, 3 - всмоктуючий трубопровід, 4 - напірний трубопровід, 5 - насосний агрегат, 6 - грати.

Рисунок 11.1 – Схеми каналізаційних насосних станцій

Проектами насосних станцій суміщеного типу передбачається поділення підземної частини станції герметичною перегородкою на два відділення: приймальний резервуар та відділення машинного залу з "сухим" встановленням насосних агрегатів.

В останні роки досить часто почали використовувати КНС, що виготовляють із армованого склопластику і які працюють в автоматизованому (автоматичному) режимі, рис. 11.2.

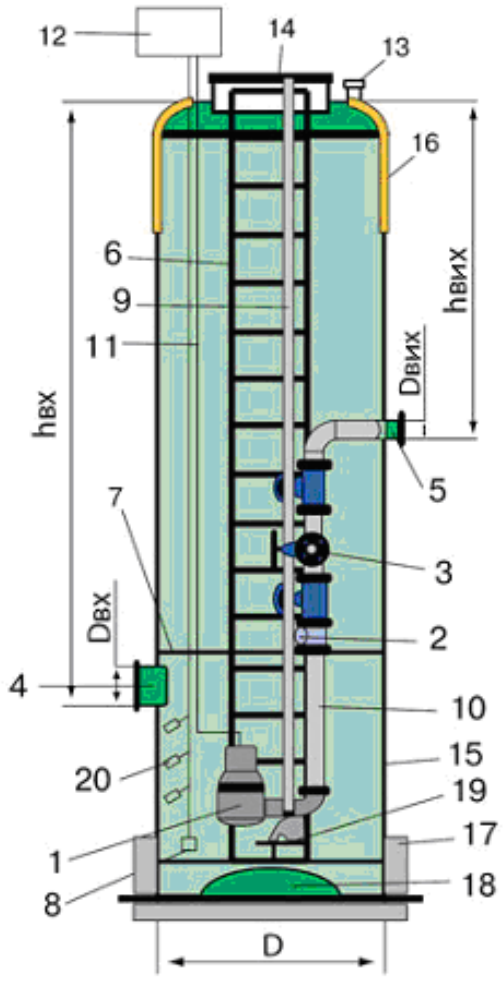
Використання армованого склопластику надає конструкції ряд переваг:

- Склопластик має підвищену стійкість до фізичних та хімічних чинників;
- Такі КНС мають малу вагу та прості методи монтажу;

- КНС мають широкий діапазон продуктивностей завдяки можливості підбору занурюваних насосів, їх застосування виявляється ефективним як до одного будинку (котеджу) так і для району;
- Висока надійність та міцність конструкції;
- КНС не потребує високих експлуатаційних витрат;
- КНС оснащена приладами автоматичного керування та має підвищений рівень екологічності.

На вході КНС передбачається решітчатий контейнер для затримання крупних забруднень (на схемі не вказаний). Контейнер із забрудненнями піднімається на поверхню по направляючим вручну або за допомогою талі.

Занурюваний насос опускається в резервуар КНС по направляючим. Робота насосу автоматизована по рівню води в приймальній ємності в якості якої використовують нижню частину корпусу. Сигнали на ввімкнення та вимикання насосу подають з поплавкового датчика рівня. Напірний патрубок насосу за допомогою спеціальної автоматичної муфти під дією маси насосу герметично під'єднується при опусканні насосу.



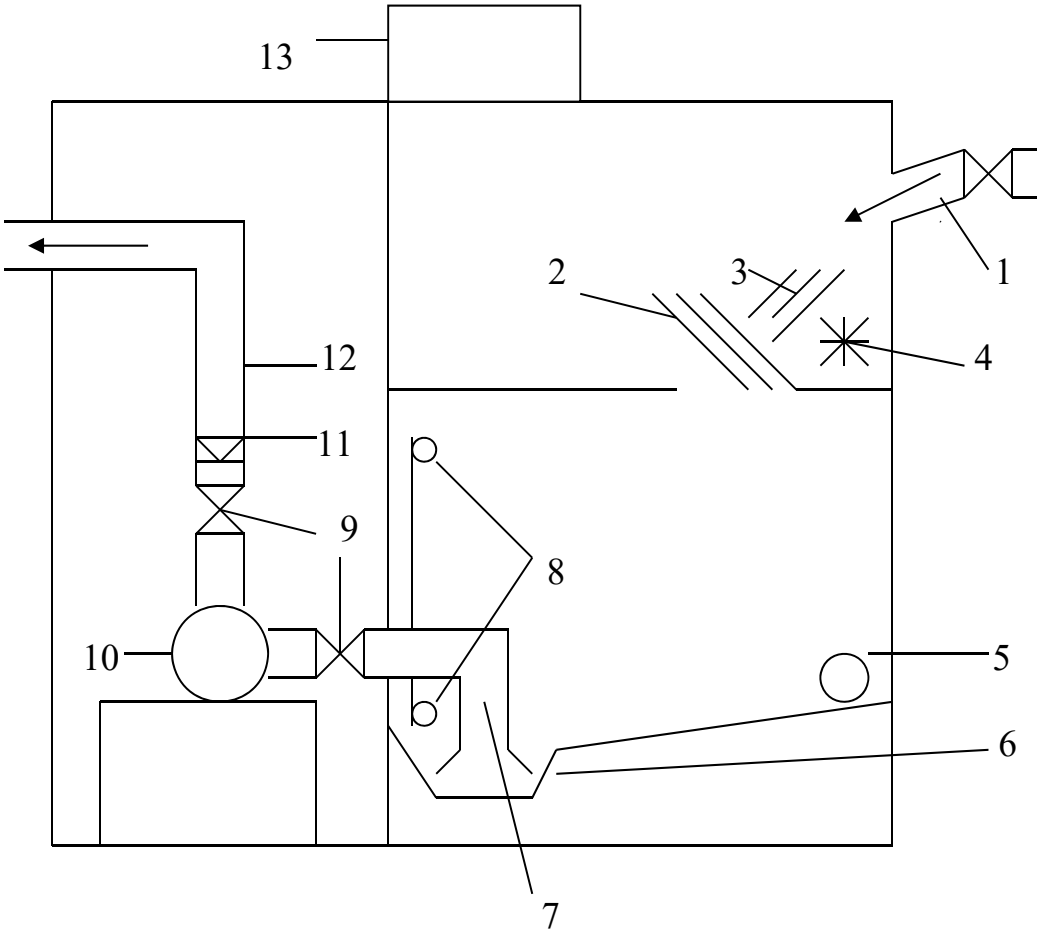
1-занурюваний насос, 2-зворотний клапан, 3-засувка, 4-вхідний трубопровід,

5-вихідний трубопровід, 6-драбина для обслуговування, 7-майданчик для обслуговування, 8-датчик тиску, 9-направляючі труби насосу, 10-напірний трубопровід із неіржавіючої сталі, 11-ізольований кабель, 12-пульт керування, 13-вентиляційна труба, 14-люк, 15-корпус з армованого склопластику, 16-теплоізоляція, 17-фундамент з бетону, 18-подвійне (підсилене) дно, 19-підставка для насосу, 20-поплавковий вимикач.

Рисунок 11.2 - Схема КНС з армованого склопластику.

11.2 Обладнання та принцип роботи КНС

Відповідно до сучасних уявлень [5], КНС, як один з найважливіших елементів системи водовідведення, слід розглядати як єдиний технологічний комплекс, що складається із приймального резервуару, насосних агрегатів та напірних трубопроводів з запірною арматурою. Схема КНС суміщеного типу наведена на рис. 3.3.



1 - колектор, що підводить стічну рідину, 2 - грати, 3 - механізовані граблі, 4 - дробарка, 5 - трубопровід для змучування осаду, 6 - всмоктувальний приямок, 7 - всмоктувальний трубопровід, 8 - датчики рівня води, 9-всмоктуюча та напірна засувки, 10 - насосний агрегат, 11 - зворотний клапан, 12 - напірний трубопровід,
13 - пульт керування.

Рисунок 11.3 – Схема каналізаційної насосної станції

Принцип роботи КНС.

Стічна вода, яка має в своєму складі забруднення та засмічення постійно надходить по трубопроводу 1, та проходить через грати 2. Тип грат РММВ або МГ. При накопиченні сміття на гратах бруд за допомогою граблів подається на дробарку 4. В залежності від продуктивності КНС можуть бути застосовані комбіновані грати-дробарки типу КРД. Подрібнені забруднення знову подаються в потік стічної води перед гратами.

При досягненні максимального рівня води в приймальному резервуарі від датчика рівня 8 надходить сигнал на включення насосного агрегату 10. Відповідно до вимог [9] насосні агрегати повинні знаходиться під заливом і при роботі станції в автоматичному режимі засувки 9 постійно відкриті. Стовп води, що знаходиться в напірному трубопроводі 12 утримується зворотним клапаном 11. При включенні насосного агрегату зворотний клапан відкривається і починається процес відкачування води з приймального резервуару.

Згідно з рекомендаціями [9] робочий об'єм приймального резервуару приймають з розрахунку 5-ти хвилинної роботи максимального за продуктивністю насосного агрегату. У випадку коли приток стічної води перевищує продуктивність агрегату підключається другий насос. Процес відкачування триває до моменту, коли датчик рівня води в приймальному резервуарі не дасть сигнал на відключення агрегату при досягненні необхідного мінімального значення рівня.

В процесі відкачування частина стічної рідини подається від напірного трубопровода в резервуар, в трубопровід для змучування осаду. Таке рішення призначене для уникнення накопичення , ущільнення та загнивання осаду в приймальному резервуарі КНС.

11.3 Експлуатація обладнання станцій вводовідведення

До складу обладнання КНС входить:

- Основне енергетичне обладнання – насоси та приводні двигуни;
- Механічне обладнання – грати, дробарки, вантажопідйомні механізми;
- Трубопровідне обладнання – трубопроводи, засувки, зворотні клапани, затвори;
- Електротехнічне обладнання – трансформатори, розподільчі пристрої, струмопроводи, заземлення та ін.;
- Контрольно – вимірювальні прилади та автоматика, пульти керування;
- Допоміжне обладнання – система вентиляції, внутрішній водопровід, каналізація, опалювання, протипожежні системи.

Для забезпечення правильної експлуатації обладнання на КНС повинен бути комплект технічної документації, що включає:

- Правила експлуатації обладнання при нормальній роботі та при аварійних ситуаціях;
- Технологічну схему КНС, технічний опис та інструкції з експлуатації окремих агрегатів, механізмів, пристроїв;
- Схему електроживлення станції;
- Генеральний план майданчика станції з нанесеними підземними комунікаціями, пристроями та облаштуванням;
- Періодичність та основні види ремонтних робіт;
- Правила експлуатації контрольно-вимірювальних приладів, підйомно-транспортного обладнання, інструкції з експлуатації грабельного відділення;
- Інструкції з охорони праці.

Режим роботи КНС повинен бути пов'язаний з режимом роботи системи водовідведення в цілому, з урахуванням роботи мережі, приймальних резервуарів, очисних споруд.

Персонал зобов'язаний:

- Підтримувати заданий режим роботи насосних агрегатів;
- Контролювати стан та робочі параметри основних агрегатів, запірної арматури, електрообладнання, КВП та автоматики, конструкції будівлі шляхом періодичного огляду;
- Виконувати заходи щодо усунення аварійних ситуацій. Помічені черговим персоналом несправності аварійного характеру ліквідуються негайно;
- Підтримувати необхідний санітарний стан, особливо в приміщенні грат;
- Своєчасно проводити планові ревізії, поточні та капітальні ремонти.

На кожний агрегат заводять технічний паспорт в який заносять дані про технічні параметри агрегату, ремонти, результати експлуатаційних випробувань, зміни, що внесені в його конструктивні параметри (обточене колесо, розміри зазорів та ін.). На кожному агрегаті, механізмі повинна зберігатися заводська паспортна табличка з технічними характеристиками. На всіх насосних агрегатах, засувках, граблях повинні бути нанесені фарбою номери, що відповідають оперативній документації. На трубопроводах та інших комунікаціях повинне бути нанесене умовне маркування, що вказує їх призначення.

Допустима кількість вмикань – вимикань насосного агрегату регламентується заводами – виробниками насосів.

Пуск насосних агрегатів КНС може проводитись у два способи – на відкриту або закриту засувку на напірному трубопроводі. При довгих напірних трубопроводах та при значній статичній складовій напору пуск може бути

здійснений на відкриту засувку, при цьому насос повинен бути обладнаний зворотним клапаном.

Знос насосного обладнання, характерний для перекачування стічних вод, контролюється при виконанні профілактичних оглядів та ремонту обладнання а також при вимірюванні фактичних характеристик (Q-H, Q-N, Q-j) та порівнянні їх із вихідними.

Експлуатація грат проводиться по інструкціям заводів-виготовників. Щоденно (при прийманні зміни) перевіряються викривлення стрижнів грат а також ширина прозорів між стрижнями. Зубці грабель повинні без зусиль входити в прозори стрижнів грат, граблі без перекосів повинні бути закріплені на тягових ланцюгах а скидач засмічень повинен співпадати з площиною граблів та вільно повертатися у вихідне положення.

При експлуатації пласких грат найбільш часті наступні несправності: перекос граблів внаслідок витягання тягнучого ланцюга, заклинювання зубців граблів, обрив тягового ланцюга, деформація скидача, викривлення стрижнів грат. Всі несправності ліквідуються тільки при вимкнених механізмах.

Аналіз складу затриманих забруднень показує постійне зростання кількості засмічень з полімерних матеріалів: поліетиленової плівки, пляшок та ін. Такий чинник суттєво впливає на ефективність роботи дробарок: пластикові корки забивають отвори дробарок, закупорюють пазухи та робочі зазори механізмів. З огляду на це розглядається доцільність використання грат-дробарок. Запропоновано збирати забруднення, що затримались на гратах в контейнери та утилізувати їх на полігонах твердих побутових відходів.

Резервуар, суміщений з насосною станцією, повинен бути відокремлений від машинного залу глухою повітря- та водонепроникною стіною з ретельно виконаною гідроізоляцією торкретбетоном. У місцях проходу трубопроводів через стінки резервуару встановлюють сальникові пристрої.

Глибину робочої частини приймального резервуару приймають не менше 1,5—2 м для малих і середніх станцій і 2,5 м і більш для великих. Дну приймального резервуару додають ухил від зовнішніх стін до приямку не менше 0,05—0,1. Досвід експлуатації насосних станцій показує, що для кращого підведення осаду до всмоктуючих труб ухил дна слід приймати більшим, ніж рекомендує СНіП, на 0,05—0,1.

Змучування осаду, що випав в резервуарі, проводять за допомогою різних систем. Перфоровані труби укладають по периметру резервуару, а відкриті випуски труб — біля вхідних воронок всмоктуючих трубопроводів. У системи зкаламучування подають воду з напірного трубопроводу стічної рідини. Мінімальний діаметр трубопроводів зкаламучування приймають не менше

50 мм залежно від ширини прозорів стрижнів грат, оскільки при великих прозорах грати пропускатимуть крупні зважені речовини, які можуть викликати засмічення труб. Система перфорованих труб швидко виходить з ладу зважаючи на часті засмічення, тому вона застосовується вельми рідко. Ефективніше працює система відкритих випусків труб.

Осад з “мертвих” зон резервуару періодично змивають за допомогою шланга з брандспойтом. Цю операцію проводять під час профілактичного ремонту резервуару або в години мінімального притоку, що дозволяє повністю відкачати рідину з резервуару.

На середніх і крупних насосних станціях резервуари рекомендується розділяти на дві частини для поліпшення умов очищення, огляду і ремонту. На станціях з подачею 150 тис.м^3/доб і більш розділення резервуару обов'язково.

Найвищий рівень води в приймальному резервуарі приймається рівним відмітці лотка колектора, що підводить стічну рідину, щоб уникнути підпору води і відкладення осаду в колекторі. Практика показала, що осад, що випав в колекторі в період його підтоплення, не відмивається повністю, якщо навіть надалі відкачування перевищуватиме притоку. Змив осаду можливий лише за умови, якщо швидкість руху води в колекторі значно перевищуватиме самоочищуючу швидкість.

Перекриття резервуару встановлюють на 0,5 м вище за найвищий розрахунковий рівень стічної рідини в резервуарі. У перекритті резервуару влаштовують два люки (діаметром 0,7 м). Для спуску в резервуар в стіну закладають ходові скоби.

11.4 Підвищення ефективності роботи КНС

Одним із головних завдань експлуатації КНС є оптимізація роботи обладнання та мінімізація експлуатаційних витрат, особливо зменшення споживання електроенергії. При перекачуванні стічних вод на КНС мають місце марні витрати електроенергії. Основними причинами виникнення марних витрат електроенергії є:

1. Робота на обладнанні що морально та фізично застаріло. Від 40 до 60% обладнання працює в 2-3 рази довше за термін, вказаний в технічному паспорті. Характеристики насосів не відповідають необхідним параметрам. ККД насосних агрегатів складає (за різними джерелами) 30 – 50%.
2. Більшість насосних станцій було спроектовано та побудовано в період низьких цін на енергоносії. Підбір насосного обладнання здійснювався по максимальному навантаженню, вірогідність виникнення якого незначна. Це привело до довготривалої роботи обладнання в області низьких значень ККД та в режимі недовантаження, що пов’язано з підтриманням в системі значних надмірних напорів.

3. В період проектування та побудови значної частини КНС номенклатура насосного обладнання була досить обмеженою. Тому підбір насосів здійснювався із значним запасом по подачі та напору.
4. Невідповідність фактичних та розрахункових режимів роботи системи насос-трубопровід. В значному ступені це обумовлено змінами характеристик самої системи: збільшення опору та шорохуватості трубопроводів в результаті довготривалої експлуатації, зниження водоспоживання та об'ємів водовідведення.

Таким чином, зменшення експлуатаційних витрат можливе наступними методами:

- Підбір насосного обладнання з метою мінімізації надлишкових напорів;
- Впровадження регульованого електроприводу;
- Автоматизація роботи насосних станцій.

Оптимізація параметрів пов'язана з заміною застарілого обладнання на нове, більш енергоефективне. В першу чергу це нові покоління занурюваних насосів GRUNDFOS, FLYGT, WILLO. Впровадження такого обладнання гальмується досить високими цінами в порівнянні з обладнанням, що випускається на теренах СНД. При цьому вважається, що висока вартість обладнання не принесе "швидких" результатів по підвищенню енергоефективності.

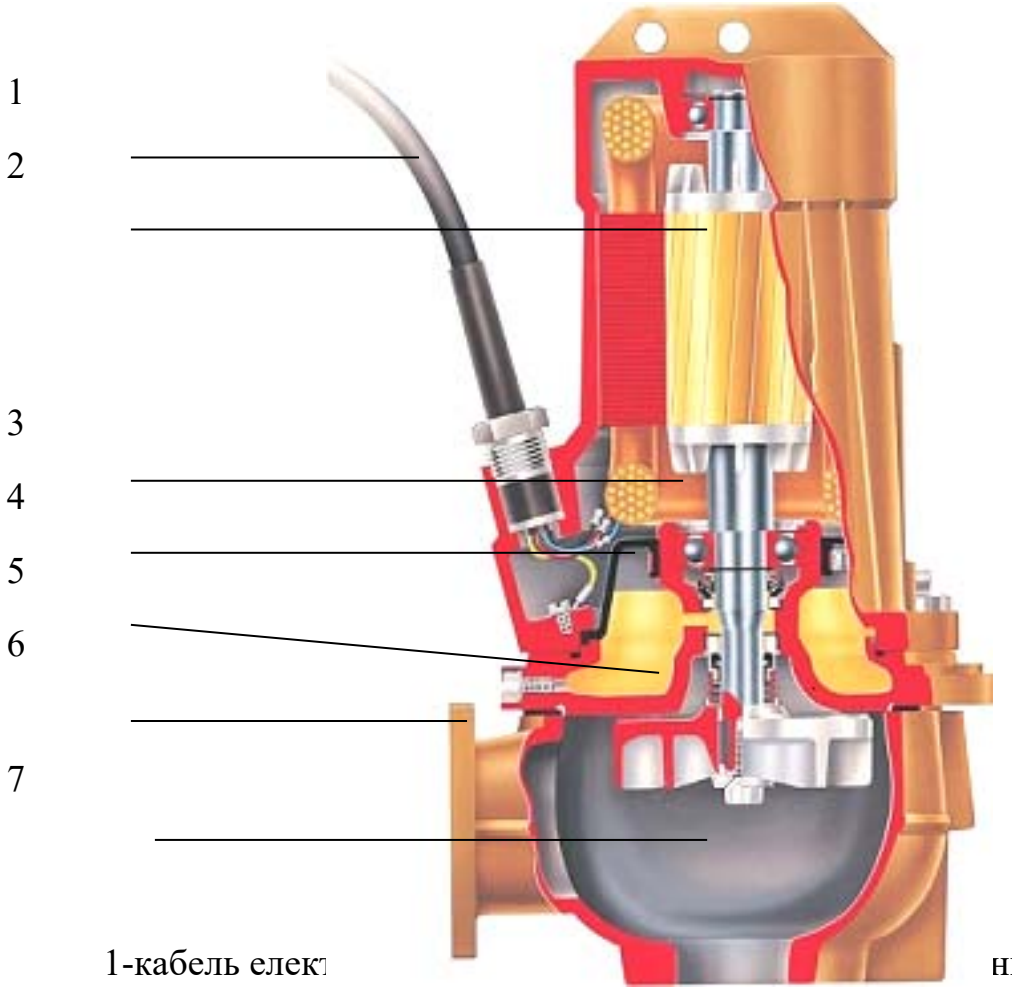
Спеціалістами Інституту гідравліки США (Hidraulic Institute, USA), Інституту Europamp та Управління промислових технологій при Міністерстві енергетики США розроблено методику, згідно з якою аналізуються витрати всього "життєвого циклу" що включає *придбання, монтаж, пусконалагодження, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію після закінчення терміну служби.* В результаті аналізу встановлено: головний критерій порівняння насосів – це сума витрат за весь період їх використання, де вартість насосу є лише четвертим компонентом після витрат на електроенергію (1), втрат електроенергії (2), витрат на ремонт та обслуговування (3). Результати аналізу показують, що доля витрат на придбання насосу в витратах життєвого циклу для систем водопостачання та водовідведення складає від 3 до 8%, тоді як витрати на електроенергію складають 53 – 80%.

Отже, на першому етапі мінімізації експлуатаційних витрат необхідний перехід на нове енергоефективне насосне обладнання.

В останні роки розроблено та впроваджено широкий спектр занурюваних насосів фірм GRUNDFOS, FLYGT, WILLO. На рис. 3.4 наведено схему занурюваного насосу.

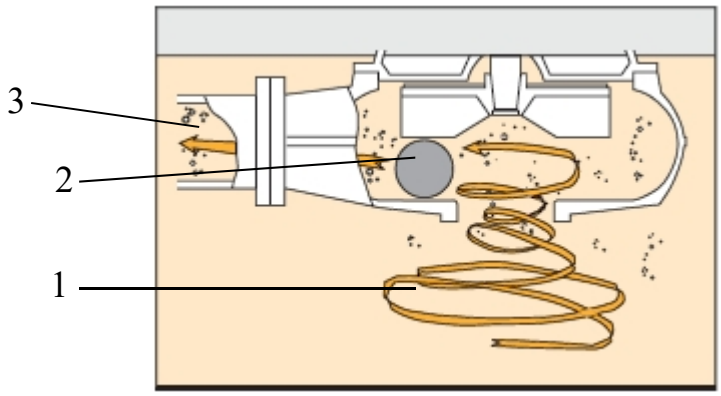
Занурюваний насос опускається в приймальний резервуар КНС та під'єднується до напірного трубопроводу за допомогою фланцевих з'єднань або спеціальних муфт.

В залежності від складу стічної води можуть використовуватися насоси з робочим колесом, що створює вихровий потік, рис. 11.4, 11.5, робочим колесом
N – типу, рис. 11.6.



1-кабель елект ник, 4-масляна камера, 5-робоче колесо, 6-напірний патрубок, 7-всмоктуючий отвір

Рисунок 11.4 – Занурюваний насос (з вихровим всмоктуванням) в розрізі



1-напрям руху води при всмоктуванні, 2-засмічення, 3-напрям руху води в напірному водоводі.

Рисунок 11.5 – Принцип дії занурюваного насосу з вихровим всмоктуванням засмічень

Вихрове колесо залишає вільний прохід для рідини, що створюється вихором. Засмічення робочого колеса практично неможливе навіть при перекачуванні волокнистих матеріалів, тому що волокна скидаються з радіальних кромок лопатин. Вихор, що створюється робочим колесом розповсюджується на рідину навкруги насосу. Важкі та крупні включення не осідають внизу, а відкачуються завдяки створеному вихровому потоку. Тверді включення не контактують з поверхнею робочого колеса, тому абразивний знос зводиться до мінімуму.

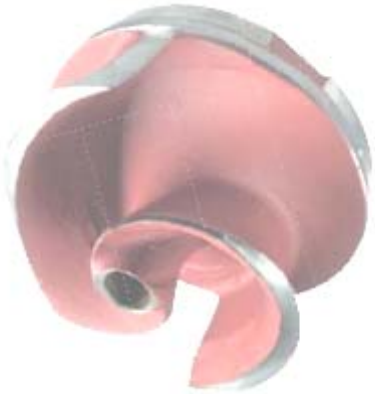


Рисунок 11.6 – Робоче колесо N - типу

Робоче колесо N – типу – напіввідкрите та в поєднанні зі спеціальною конструкцією проточної частини зводить можливість засмічення до мінімуму. ККД насосу підтримується за весь термін експлуатації на незмінному рівні. Застосовуються робочі колеса з подрібненням засмічень. Їх виготовляють з високохромистого чавуну та неіржавіючої сталі. Засмічення подрібнюються до розмірів 5 х 15 мм та проходять в трубопроводи діаметром до 50 мм.

Переваги занурюваних насосів

- Можливе збільшення об’єму приймального резервуару КНС за рахунок виключення необхідності облаштування машинної зали;
- Насоси не потребують обслуговування, що приводить до зменшення експлуатаційних витрат;
- У разі використання насосів з подрібнюючим робочим колесом виключається необхідність встановлення дробарок;
- Виключається дія на обслуговуючий персонал таких шкідливих чинників як шум, вібрація, виділення тепла.

Оптимізація роботи насосного обладнання з мінімізацією енерговитрат найбільш ефективно виконується за допомогою регульованого електроприводу [10] – зміною числа обертів насосу за рахунок зміни частоти живлення – частотно-регульований привод (ЧРП).

Зниження енерговитрат відбувається за рахунок:

- Можливості регулювання вихідних параметрів агрегату (напір, подача);
- Підтримки максимально допустимого рівня стічної води в приймальному резервуарі КНС;
- Зменшення числа вмикань-вимикань агрегату.

11.5 Автоматизація роботи КНС

В даний час впровадження систем автоматичного управління технологічним процесом водовідведення і, зокрема, управління насосними станціями є одним з найважливіших напрямів технічного прогресу у області створення енергозберігаючих і екологічно безпечних технологій.

На насосних станціях автоматизуються: пуск і зупинка насосних агрегатів і допоміжних насосних установок; контроль і підтримка заданих параметрів (наприклад, рівня стічної води в приймальному резервуарі); прийом імпульсів параметрів і передача сигналів на диспетчерський пункт. Для спостереження за параметрами роботи насосної станції служать датчики, які перетворюють контрольовану величину в електричний сигнал, що поступає у виконавчий механізм.

На рис. 11.7. приведена типова схема КНС з переліком об'єктів і параметрами вимірювання і регулювання.

На КНС основним параметром автоматизованого управління роботою станції є допустимий рівень в приймальному резервуарі, який контролюється датчиками.

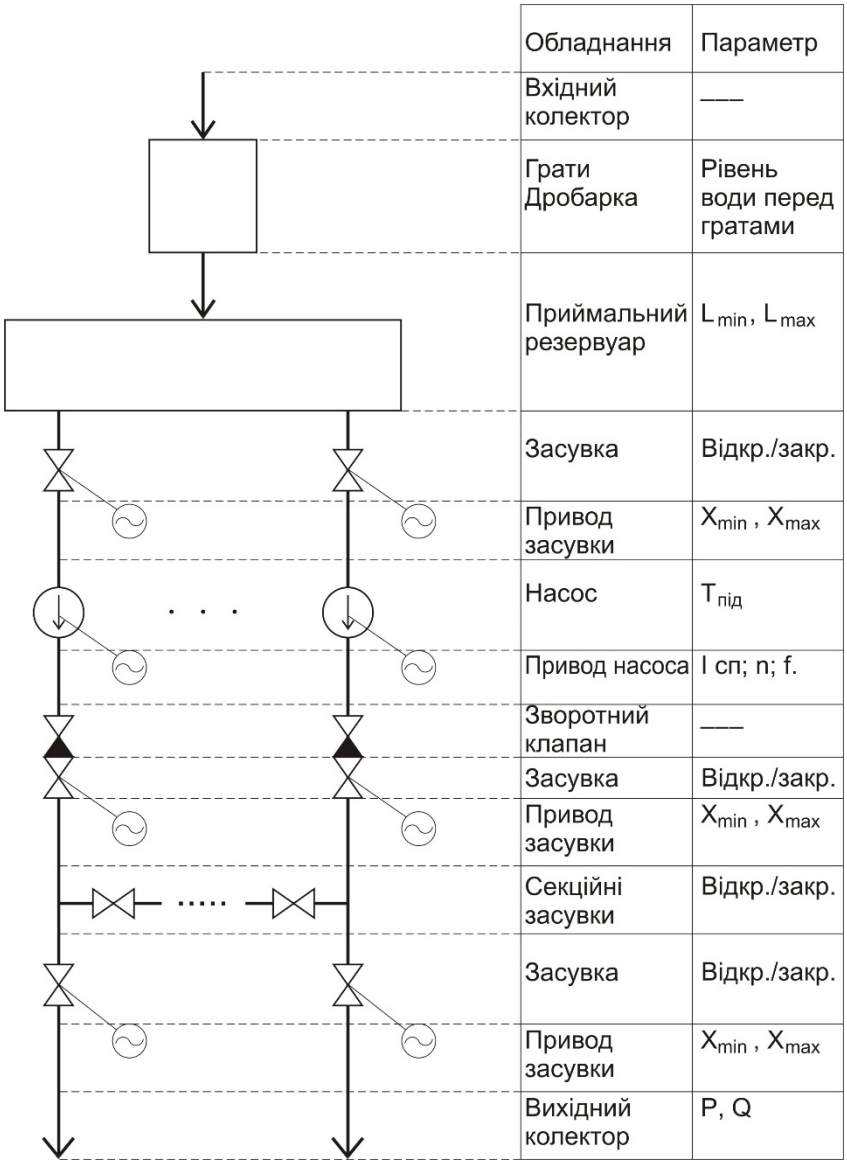
Автоматизоване управління КНС дає наступні переваги:

- безперебійність, чіткість і надійність роботи;
- можливість зменшення об'ємів приймальних резервуарів за рахунок реалізації оптимального режиму відкачування стічних вод;
- значну економію електроенергії;
- збільшення терміну служби устаткування і приладів;
- можливість зосередити управління декількома КНС в одному пункті.

Основними функціями, які виконуються на насосних станціях приладами автоматики, є:

- прийом і передача сигналів, що управляють, на пуск і зупинку насосних агрегатів (НА);
- включення одного або декількох НА у встановленій послідовності;
- створення і підтримка необхідного вакууму на всмоктуючому трубопроводі і корпусі насоса перед його пуском;
- контроль за встановленим режимом при пуску, роботі і зупинці НА;
- відключення НА при порушенні встановленого режиму і включення резервного агрегату;
- захист агрегату від теплових, електричних і механічних пошкоджень;

- передача параметрів роботи НА на диспетчерський пункт;
- контроль і підтримка заданих параметрів роботи (наприклад, рівня стоків, подачі, натиску і т.д.), що виконуються різними способами на кожній конкретній КНС;
- включення і відключення дренажних насосів і насосів, що подають воду на охолоджування і ущільнення сальників;
- включення і виключення механічних грабель;
- контроль за опалюванням і вентиляцією в приміщенні насосної станції;
- сигналізація затоплення насосної станції;
- сигналізація про несанкціонований доступ ін.



Параметри: L_{min}, L_{max} – мінімальний та максимальний рівень води в приймальному резервуарі; Відкр./закр. – стан засувки; X_{min}, X_{max} – ступінь відкриття засувки; $T_{під}$ – температура підшипника; $I_{сп}$ – струм споживання електродвигуна; n – кількість обертів робочого колеса (при застосуванні РЕП); f – частота живлення; P, Q – тиск і подача на вихідному колекторі.

Примітка: у разі роботи КНС в автоматичному режимі встановлюються датчики пожежної сигналізації та несанкціонованого доступу

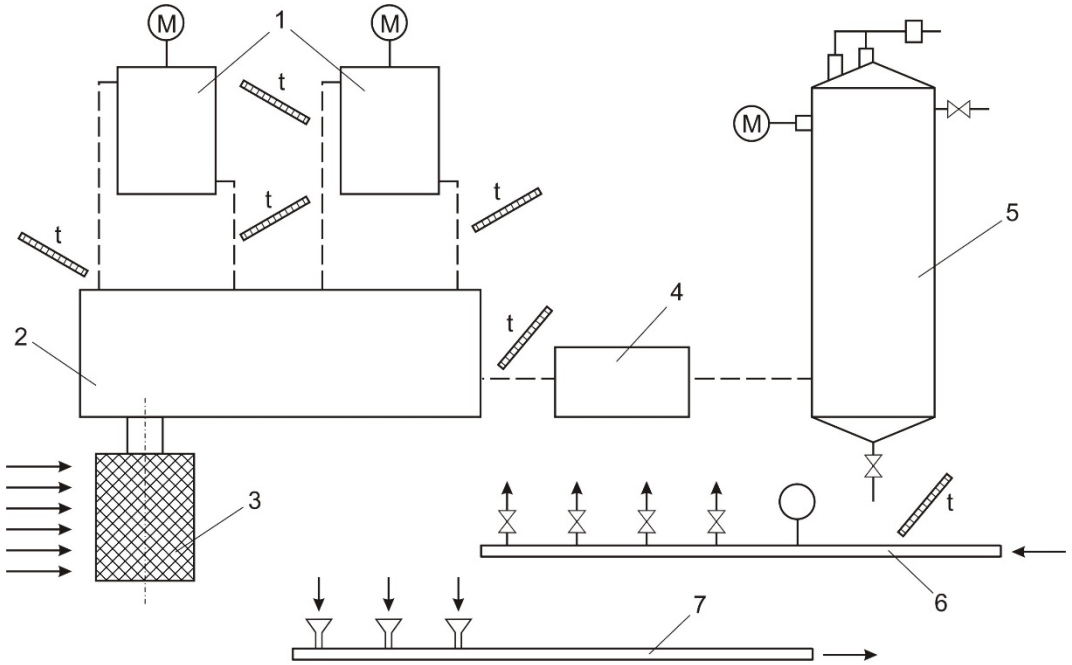
Рисунок 11.7 – Технологічна схема каналізаційної насосної станції

11.6 Експлуатація повітродувних та компресорних установок

11.6.1 Облаштування повітродувних та компресорних установок

Відцентрові компресори в більшості випадків мають кілька ступенів. Компресори середньої й високої подач, як правило, виготовляють із рознімання корпуса в горизонтальній площині. Охолодження корпуса компресора, бажане з енергетичної точки зору, ускладнює конструкцію корпуса. Тому компресори будують із підрозділом ступенів на групи в окремих корпусах і розташуванням проміжних охолоджувачів між корпусами. Таким чином, можуть бути компресори одно-, двох - і трьохкорпусні.

Компресори встановлюються одиночно або групами й забезпечуються допоміжним устаткуванням і приладами, необхідними для їхньої нормальної експлуатації. Схема блоку компресорної установки повинна включати: компресор, охолоджувач, фільтр, маслоуловлювач, ресивер, систему комунікацій.



1 - охолоджувач, 2 - компресор, 3 - фільтр, 4 - маслоуловлювач, 5 - ресивер, 6 і 7 - колектори холодної й скидної води.

Рисунок 11.8 – Схема блоку компресорної установки

Допоміжне устаткування включає фільтр на усмоктувальній трубі компресора, запобіжні клапани й контрольно-вимірювальна апаратури. Кожний компресор забезпечується ресивером (повітряним або газовим балоном), основне призначення якого у вирівнюванні коливань тиску в повітропроводах. Крім того, ресивер служить для відділення вологи й пари масла з газу, для чого в ньому встановлюються пристрої - сепаратори. Ресивери поміщають зовні приміщення, тому що вони вибухонебезпечні.

Охолоджувачі газу, розташовувані між ступенями компресорів, зазвичай являють собою трубчасті вертикальні або горизонтальні теплообмінники. У

компресорних установках невеликої подачі вони розташовуються безпосередньо на циліндровому блоці компресора. В установках великої подачі охолоджувачі розташовують поблизу компресорів як окремі апарати.

Для очищення газу, що подається компресором, і для підтримки в чистоті проточної порожнини на усмоктувальній трубі компресора ставлять газовий фільтр. В якості таких фільтрів використовують тканинні або масляні фільтри. Масляний фільтр - це замкнута ємність, заповнена пухким матеріалом (металева стружка, кільця Рашига), змоченим у грузлому маслі. Потік газу, що проходить через такий матеріал, добре очищається від пилу.

Масловіддільники розташовують між ступенями компресора за охолоджувачами. Їхнє призначення - видаляти з газу, що подається компресорів, завислі крапельки масла, використаного в попередньому ступені. Дія масловіддільників заснована на викиданні часточок масла з потоку під дією сили інерції, що виникає при змінах напряму руху газу. Масловіддільники бувають із пухким засипанням подібно повітряним фільтрам або у вигляді циліндричних відцентрових апаратів - циклонів.

Запобіжні клапани встановлюються між ступенями компресора на проміжних охолоджувачах і ресивері. Вони призначені для захисту установки від надмірного підвищення тиску. Запобіжні клапани бувають вантажними й пружинними.

Комунікації компресорної установки складаються із системи газопроводів і трубопроводів охолоджувальної води.

Для контролю за тисками манометри встановлюють на проміжних охолоджувачах, на ресивері, на напірному патрубку масляного насоса, на колекторі, від якого влаштовують водопроводи до окремих компресорів.

Наявність охолодної води в системі охолодження контролюється по зливу води у лійці на скидному колекторі.

Контроль температури здійснюється до й після кожного охолоджувача, газу - на виході з компресора; охолодної води - в колекторі й на виході із сорочок циліндрів і всіх охолоджувачів.

11.6.2 Експлуатація компресорних установок.

Повітродувні і компресорні установки. Устаткування.

Машинні приміщення повітродувних і компресорних станцій слід розміщувати на мінімальній відстані від місця споживання стислого повітря і електророзподільних пристроїв. Повітродувні і компресорні агрегати повинні бути змонтовані відповідно до заводської інструкції. Після цього їх випробовують, а потім здають в експлуатацію.

Трубопроводи повітродувних станцій при діаметрі до 1000 мм слід виконувати з листової сталі завтовшки 3 мм, при діаметрах більше 1000 мм — завтовшки 4 мм; трубопроводи компресорних станцій для стислого повітря — із сталевих безшовних труб; водяні — з газових або безшовних труб, масляні — з мідних або безшовних сталевих труб. Маслопроводи або що охолоджують трубопроводи станцій треба споруджувати так, щоб вони не вібрували і не заважали обслуговуванню устаткування.

Повітродувні і компресорні установки повинні бути оснащені наступними контрольно-вимірювальними приладами:

- повітромірами для визначення кількості повітря, що подається агрегатами; при поршневих компресорних машинах повітроміри необхідно встановлювати після повітрозбірника, що вирівнює нерівномірну подачу машини;
- манометрами для вимірювання тиску стислого повітря; при багатоступеневих машинах манометри встановлюються на кожному ступені машини; манометрами також обладналися повітрозбірник і система маслопроводу;
- термометрами для вимірювання температури повітря і води, використовуваної для охолоджування машини;
- водоміром для визначення витрати охолоджуваної води;
- вольтметром, амперметром і ватметром для контролю за роботою електродвигуна агрегату.

Трубопроводи і арматура установок, що працюють в умовах, коли температура навколишнього середовища хоч би періодично може бути нижче за нуль, щоб уникнути замерзання в них конденсату щорічно до настання холодів повинні утеплювати і підготовлені до роботи в зимових умовах.

Для вирівнювання подачі установки з компресорними машинами останні забезпечуються повітрозбірниками (ресиверами).

Все основне устаткування повітродувних і компресорних станцій, а також вентилі і засувки, що є на трубопроводах, повинні мати свій номер,

відповідний номеру на загальній схемі комунікацій устаткування станції, яка повинна бути вивішена в машинному залі на видному місці. На вентилях і засувках повинні бути також зображені фарбою покажчики руху середовища і напряму обертання маховиків.

Кожна повітродувка, компресор і їх двигуни повинні мати: паспорт і заводську інструкцію з експлуатації; комплект робочих характеристик і креслень їх деталей, включаючи складальне креслення. Перерахована документація за своїм змістом аналогічна документації, якою забезпечується кожен агрегат насосної станції.

Експлуатація пристроїв для забору очищення і подачі повітря

Повітря, що забирається повітродувками і компресорами, повинне бути чистим. З цією метою шахти для забору повітря рекомендується виводити вище коника даху будівлі. Доочищення повітря, що забирається вказаними машинами, повинна здійснюватися на масляних фільтрах.

Промивку фільтрів слід проводити по потребі залежно від ступеня їх запиленості: влітку — через 15 днів; взимку — через 30 днів. Сітчасті металеві фільтри промивають гарячим 5—10 % розчином соди. При обслуговуванні повітродувними машинами каналізаційних очисних споруд очищення повітря слід проводити лише при розподілі його дрібнопористими аераторами.

При експлуатації повітрозбірників, використовуваних для вирівнювання подачі компресорних машин і для затримання вологи і масел, що містяться в повітрі необхідно своєчасно і регулярно, не рідше 2 разів в зміну, випускати з них воду і масло.

Спуск конденсату з повітрозбірника повинен проводитися також перед кожним пуском машини. 1 раз на 2—3 роки повітрозбірники слід фарбувати світлою масляною фарбою.

Повітрозбірники повинні періодично очищатися. Внутрішнє очищення їх від згустків масла і інших осадів слід проводити не рідше ніж 1 раз в півроку перед продуванням повітропроводів. Капітальний ремонт повітрозбірників повинен здійснюватися у випадках виявлення при оглядах на їх внутрішніх і зовнішніх поверхнях, патрубках, фланцях і арматурі значних корозійних утворень, а також по вказівці державної інспекції.

Регулювання подачі повітря від установки окремим споживачам повинне забезпечуватися за допомогою колектора-розподільника, що має відповідну кількість відгалужень в запірній арматурі. Запірна арматура розподільника в процесі експлуатації установки повинна постійно

утримуватися в справному стані і ремонтуватися в терміни, встановлені для кранів і засувок.

Експлуатація повітродувних і компресорних машин

В процесі обслуговування станцій з повітродувними і компресорними машинами повинна бути забезпечена нормальна і безперебійна робота як станції в цілому, так і окремих її агрегатів. Робота по забезпеченню нормального і безперебійного функціонування вказаних вище компресорних станцій полягає:

- у постійному догляді і нагляді за станом споруд і устаткування;
- у систематичному огляді діючого і резервного устаткування і споруд;
- у поточному ремонті устаткування і споруд, що запобігає їх подальшому зносу і аваріям;
- у капітальному ремонті з метою оновлення окремих частин устаткування, механізмів і споруд;
- у виконанні випробувань і досліджень, в постійному проведенні обліку, звітності і аналізі роботи всього устаткування станції і окремих її агрегатів з метою виявлення найбільш економічних режимів експлуатації устаткування станції;
- у веденні постійного контролю за дотриманням норм витрати електроенергії, пального, змащувальних і обтиральних матеріалів;
- у щорічній перевірці знання персоналом правил експлуатації устаткування станції.

З метою забезпечення найбільш економічних умов експлуатації устаткування станції на основі інструкції заводу-виготівника і проведених на місці досліджень розробляється спеціальна інструкція з експлуатації повітродувних і компресорних агрегатів.

Трубопроводи в межах станції і поза нею повинні знаходитися під постійним спостереженням обслуговуючого персоналу. Перевірку стану трубопроводів і арматури оглядають в наступні терміни:

- зовнішній огляд трубопроводів і перевірку з'єднань і сальників арматури— щодня;
- промивку і продування трубопроводів в межах станції — не рідше за 2 рази на рік (весною і пізніше восени) при температурі вище за нуль;
- ремонт запірної арматури — не рідше за 1 раз на рік в період ремонту основного устаткування станції.

Не рідше за 1 раз на 1—2 роки в процесі експлуатації повітродувних і компресорних установок необхідно здійснювати зняття характеристик або індикаторних діаграм кожного агрегату станції.

ППО і ППР повітродувних і компресорних машин

Організацію системи планово-запобіжних оглядів (ППО) і ремонтів (ППР) слід вести згідно інструкції Система обов'язкових періодичних оглядів складається з:

- щоденних оглядів керівним персоналом всього машинного залу і його устаткування; щоденних оглядів устаткування черговим персоналом в процесі передачі чергування;
- щотижневих оглядів окремих вузлів повітродувок і компресорів;
- періодичних оглядів вузлів, частин і всього агрегату в цілому із заміною деталей, що зносилися, які включаються в план ППР (поточного і капітального).

Контрольні запитання до лекції 11:

1. Як поділяються КНС за призначенням?
2. Що означає визначення “КНС суміщеного/роздільного типу?
3. Чим визначається об’єм приймального резервуара?
4. Яке обладнання входить до складу КНС?
5. В яких випадках забороняється експлуатація насосних агрегатів?
6. Як можна зменшити експлуатаційні витрати на КНС?