

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Технологічне обладнання об'єктів паливозабезпечення»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів

за темою – Технологічне обладнання насосних станцій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.21р. № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.09.21р. № 2

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.21р. № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021 № 1

Розробник:

1. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст першої категорії Нальотова Н.І.

Рецензенти:

1. викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.;

2. завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д-р техн. наук, професор Тамаргазін О.А

План лекції

1. Загальна характеристика насосів
2. Підбирання насоса до магістралі
3. Конструкція відцентрового та вихрового насосу
4. Конструкція шестеренчастого насосу
5. Конструкція гвинтового насосу та струмінового насосу
6. Розрахунок фундаментів під насосні агрегати

Рекомендована література:

1. Лісафін В.П., Лісафін Д.В. Проектування та експлуатація складів нафти і нафтопродуктів: [підруч. для студ. вищ. навч. закл.]. Івано-Франківськ: Факел, 2006. 597 с.
2. Срібнюк С.М. Насоси і насосні установки. Розрахунок, застосування і випробування: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 312 с.
3. Ніконов К.В. Розрахунок та проектування складу пально-мастильних матеріалів: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2001. 240 с.
4. Ніконов К.В. Конструкція технологічного обладнання складів пально-мастильних матеріалів: навч. посіб. Київ: КМУГА, 1996. 392 с.
5. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу: навч. посіб. / Л. Н. Ширін та ін. Дніпро, 2019. 306 с.

Текст лекції

1. Загальна характеристика насосів

Насосом називається гідравлічна машина, яка призначена для переміщення рідини шляхом передачі їй механічної енергії. Насос, одержуючи механічну енергію від якогось джерела, передає її потокові рідини, що рухається. Основними параметрами насосів є напір (або тиск), подача, потужність і коефіцієнт корисної дії.

Напір являє собою збільшення питомої енергії рідини на ділянці від входу насосу до виходу з нього. Напір, утворюваний насосом, вимірюється в метрах стовпа перекачуваної рідини, що еквівалентно підйому рідини на визначену висоту h .

Подача – це об'єм рідини, який подається до трубопроводу за одиницю часу і зазвичай вимірюється в кубічних метрах за секунду ($\text{м}^3/\text{с}$), кубічних метрах за годину ($\text{м}^3/\text{год}$), літрів за хвилину (л/хвил).

Потужність характеризується витратою насосом енергії на переміщення рідини.

Коефіцієнт корисної дії враховує всі види втрат, пов'язані з перетворенням механічної енергії двигуна в енергію потоку рідини, що рухається. Як джерело механічної енергії для приводу насосів частіше за все використовують електродвигуни, рідше – двигуни внутрішнього згорання. Існує багато насосів, які різняться між собою за принципом дії, конструкцією та потужністю. За принципом дії насоси розподіляють на динамічні та об'ємні.

У насосах динамічного принципу дії передача енергії відбувається в камері постійного об'єму, що з'єднується з вхідним і вихідним патрубком насоса. В свою чергу вони розподіляються на лопатні насоси й насоси тертя. Об'ємні насоси забезпечують перекачування рідини робочою камерою, яка періодично змінює свій об'єм за рахунок обертового або зворотно-поступального руху робочого органу.

Найбільш поширені на складах ПММ насоси відцентрові, вихрові, поршневі, шестеренні та гвинтові.

2. Підбирання насоса до магістралі

Для підбирання насоса до магістралі необхідно знати гідравлічну характеристику магістралі і характеристику насоса. Таке підбирання насоса здійснюється графічним шляхом. Для цього спочатку будують характеристику гідравлічної магістралі, використовуючи залежність втрат тиску в магістралі від прокачування рідини, тобто $Q=f(H)$. На цю залежність накладають характеристику насоса.

На рис. 1 наведена характеристика відцентрового насоса (крива 1) і гідравлічна характеристика магістралі (крива 2). Точка перетину цих кривих В – граничні можливості насоса в цій магістралі. Експлуатаційний режим вибирають з умови роботи насоса при максимальному ККД.

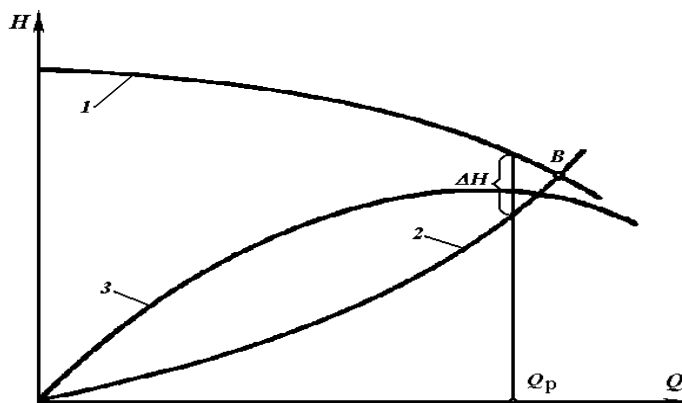


Рис. 1 Сполучені характеристики насоса (крива 1), трубопроводу (крива 2) і ККД (крива 3)

У зв'язку з цим, на цей самий графік накладають криву залежності ККД насоса від прокачування (крива 3). Діапазон прокачування від Q_1 до Q_2 називають робочою частиною характеристики насоса, тому що він відповідає максимальним значенням ККД.

Різниця між дійсним напором при розрахунковому прокачуванні Q_p і потрібним напором для подолання гідравлічного опору магістралі ΔH в реальній ситуації повинна бути якнайменшою. У граничному випадку криві 1 і 2 перетинаються в точці В.

При цьому насос розвиває такий тиск, який дорівнює гідравлічному опору магістралі при найвищому ККД насоса. Для того, щоб максимально наблизитися до такої ситуації, необхідно або змінити гідравлічну характеристику магістралі, або змінити характеристику насоса.

Паралельне та послідовне з'єднання насосів

У деяких випадках виникає необхідність спільної роботи двох або декількох насосів. Вони можуть бути сполучені паралельно або послідовно. При проектуванні сумісно працюючих насосів на магістраль необхідно мати їхню робочу характеристику. За звичаєм її виконують графо – аналітичним способом. На рис. 2 зображена характеристика трубопровідної магістралі (крива 4) і характеристика $H=f(Q)$ одного з трьох однакових насосів, залучених паралельно до магістралі (крива 1). Для одержання спільної характеристики роботи насосів складають абсциси точок кривої напору $H=f(Q)$, взятих при одній ординаті (напорі). Так, для перебування точки 3 сумарної характеристики двох сумісно працюючих насосів відрізок AB необхідно подвоїти, а для одержання точки D сумарної характеристики трьох паралельно працюючих насосів відрізок AB необхідно потроїти. Аналогічно знаходяться й інші точки для побудови кривої 3.

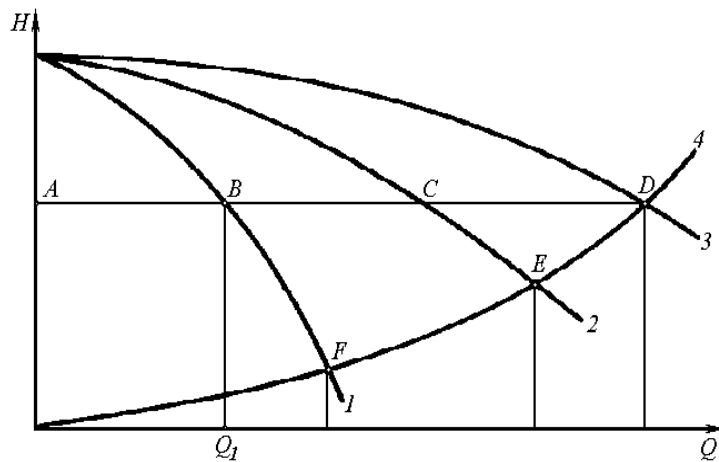


Рис. 2 Характеристика паралельно працюючих трьох однотипних насосів: 1– характеристика одного насоса; 2– сумарна характеристика двох одночасно працюючих насосів; 3– сумарна характеристика трьох одночасно працюючих насосів; 4– характеристика трубопровідної магістралі.

Через отримані точки проводять лінію, що є характеристикою двох паралельно з'єднаних насосів (крива 2) і трьох насосів – (крива 3). Точки перетинання характеристики трубопровідної магістралі з характеристикою спільно працюючих насосів (точка D) визначають граничні можливості такого з'єднання.

Сумарна подача насосів, що працюють паралельно в загальній системі, менше суми подач цих самих насосів при їхній окремій роботі через те, що при одночасній роботі трьох насосів зростає подача рідини, отже, зростають втрати напору.

Відцентрові насоси підключати паралельно в загальну магістраль можна лише тоді, коли їхні напори не занадто відрізняються один від одного, тому що може виникнути ситуація, коли рідина з насоса з великим напором буде надходити в усмоктувальну магістраль іншого насоса і замість очікуваного збільшення подачі отримаємо її поменшення.

Якщо напір, який розвиває один насос, є недостатнім для подолання заданого опору або не забезпечується розрахункова подача рідини при заданій характеристиці системи, використовують послідовне з'єднання насосів. При цьому нагнетальна магістраль одного насоса з'єднується з усмоктувальною магістраллю іншого. Як звичай таке з'єднання використовують у випадках перекачування рідин на великі відстані.

Робоча характеристика двох послідовно сполучених відцентрових насосів показана на рис. 3. Їхня сумарна характеристика 3 утворюється шляхом додавання ординат робочих характеристик окремих з насосів при одній і тій самій подачі. Перетинання отриманої кривої із гідравлічною характеристикою магістралі визначає робочу точку *A*, тобто граничні можливості спільно працюючих насосів на задану трубопровідну магістраль. При побудові спільних характеристик послідовно працюючих насосів і трубопроводів однієї магістралі необхідно враховувати витрати напору на ділянці між насосами.

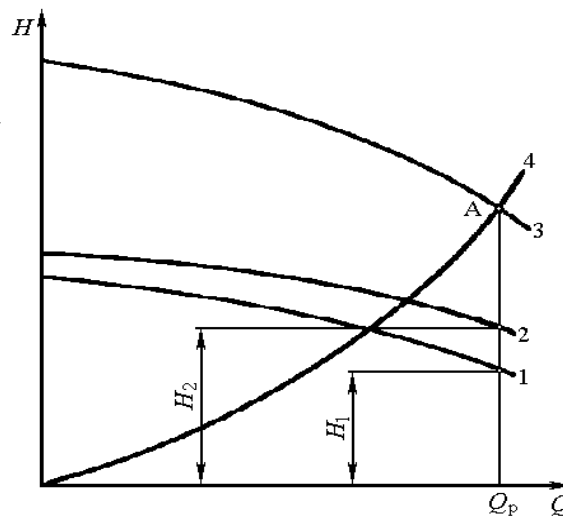


Рис. 3. Характеристика двох, послідовно працюючих насосів: 1—характеристика першого насоса; 2— характеристика другого насоса; 3—сумарна характеристика одночасно працюючих насосів; 4— характеристика трубопровідної магістралі

3. Конструкція відцентрового та вихрового насосу.

Конструкція відцентрових насосів

Промисловість випускає відцентрові насоси різних модифікацій із різноманітними характеристиками і для різноманітних цілей.

Залежно від кількості робочих коліс розрізняють одно—, дво— та багатоступеневі насоси. Найбільше поширення набули одноступеневі насоси з осьовим, одно— або двостороннім підведенням рідини. На рис. 4. зображений горизонтальний відцентровий насос, що має одне робоче колесо.

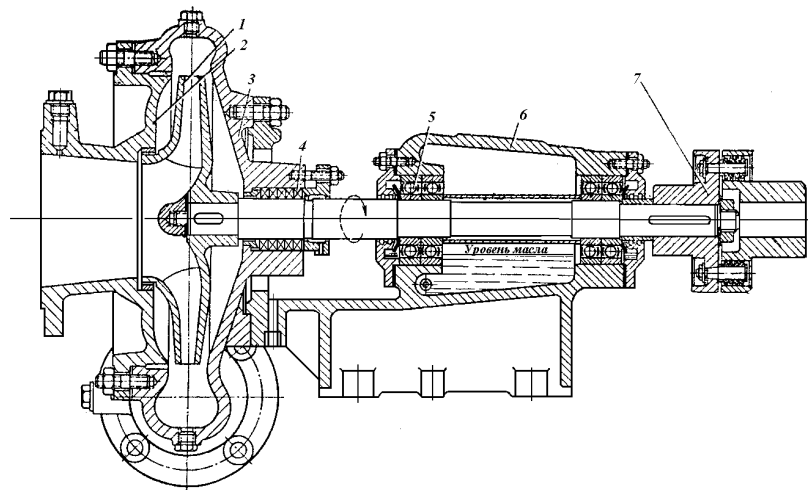


Рис. 4. Конструкція відцентрового насоса типу НК:

1— робоче колесо; 2— всмокуючий патрубок; 3— корпус насосу; 4— сальникова набивка; 5— шарикопідшипник; 6— опорна стійка; 7— муфта

Через те, що робоче колесо 1 відцентрового насоса закріплено на кінці вала, насос називають консольним. До конструкції насоса так саме входять корпус 3, сальник 4 із кришкою, підшипники 5, муфта 7. Робоче колесо оснащено кільцевим ущільненням, що сприяє зменшенню внутрішніх перетікань рідини і підвищенню об'ємного ККД. Для запобігання витокам рідини крізь зазор між корпусом і валом існує сальникове ущільнення 4. Радіальне й осьове зусилля, що діють на робоче колесо насоса, сприймають шарикопідшипники 5. Змащування підшипників здійснюється маслом, залитим у корпус опорної стійки.

Насоси з двостороннім підведенням рідини до робочого колеса, завдяки симетрії потоку дозволяють зрівноважити осьові зусилля, які виникають на робочому колесі, і мають більш високі подачі.

Двоступеневі насоси спроможні працювати як у паралельному, так і в послідовному режимах. Зміна режиму роботи, як правило, здійснюється поворотом спеціальної рукоятки. При паралельному режимі роботи обох ступенів сумарна подача насоса дорівнює сумі подач кожної секції, а при послідовному ввімкненні сумуються їхні напори.

Маркування насосів складається з літер і цифр. Літери означають тип насоса К— консольний із горизонтальним валом і окремою стійкою; КМ— консольний моноблоковий, тобто насос, в якого корпус закріплений на електродвигуні; Д, НД із двостороннім підведенням рідини; МС— многоступеневий секційний; В— з вертикальним валом; О — осьовий.

Перша група цифр перед літерами в позначенні визначає діаметр вхідного патрубку в міліметрах, зменшений у двадцять п'ять разів. Наступна за літерами цифра позначає коефіцієнт швидкохідності, зменшений у десять разів і округлений до цілого числа, а остання цифра характеризує число ступенів насоса. Наприклад, 8НД–6х1 — насос із двостороннім підведенням рідини, в якого діаметр вхідного патрубку дорівнює $8 \times 25 = 200$ мм, коефіцієнт швидкохідності — 60, число ступенів 1.

Основним елементом відцентрового насоса є робоче колесо, що служить для передачі енергії від робочого вала до рідини.

За конструкцією робочі колеса можуть бути з одно-бічним і дво-бічним підведенням рідини, закритого й відкритого типу

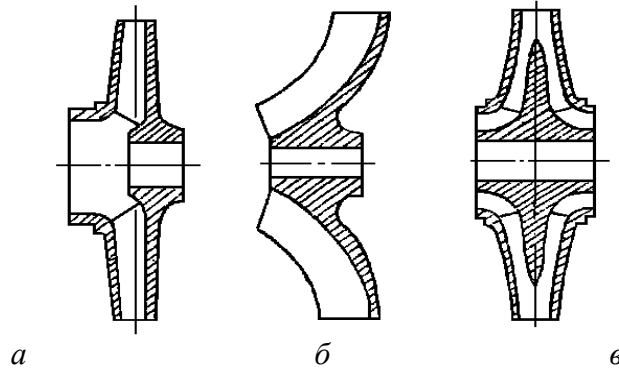


Рис 5. Типи робочих коліс відцентрових насосів:

a– закритого типу; *б*– відкритого типу з одностороннім підведенням рідини; *в*– закритого типу з двостороннім підведенням рідини

Робоче колесо з двостороннім підведенням рідини складається з двох зовнішніх дисків і одного внутрішнього.

Колеса відцентрових насосів мають зазвичай шість–дванадцять лопатей. Корпус насоса може бути з торцевим розніманням, коли площина рознімання перпендикулярна осі привідного вала, або з осьовим, коли площина рознімання корпуса проходить через вісь вала.

Крутний момент кручіння, від двигуна до робочого колеса передається валом насоса, який виготовляється з високоміцних легированих сталей (40Х, 2Х13 та ін.).

Вихрові насоси

Конструктивна схема вихрового насоса складається з робочого колеса 3 (рис.6), з плоскими радіальними лопатками 5, що створюють криволінійний канал 2. Внутрішній виступ 4 у каналі служить для відокремлення потоків всмоктування й подачі.

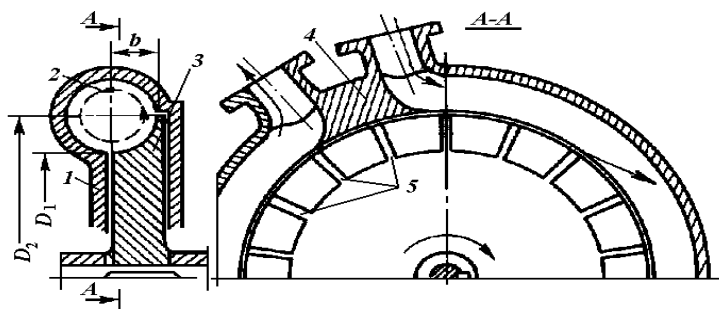


Рис 6. Конструктивна схема вихрового насоса:

1–корпус; 2– канал; 3– робоче колесо; 4– роздільник потоків; 5 – лопатки

На рідину, що заповнює міжлопатні канали, при обертанні робочого колеса діють відцентрові сили, які спричиняють обертальний рух у міжлопатному каналі. Внаслідок у відводі утворюється вихрова течія, напрямок якої показаний на рис. 6 пунктирною лінією зі стрілкою, і кругова течія, обумовлена тим, що маси рідини захоплюються лопатками в бік обертів робочого колеса.

Отже, робота вихрового насоса полягає в тому, що енергія рідини, яка протікає через міжлопатні канали робочого колеса, підвищується за рахунок дії відцентрових сил у ній. Рідина з підвищеною енергією виноситься вихровим потоком у відвід і виштовхується в напірний патрубок. На її місце відбувається безперервний притік рідини через вхідний патрубок.

Гідравлічні втрати енергії в насосі пов'язані з тертям рідини при поступальному і циркуляційному рухах у криволінійному каналі насоса. Оскільки ці швидкості значні, гідравлічні втрати енергії становлять до 30 % енергії, споживаної насосом.

Механічні втрати у вихрових насосах, як і у відцентрових насосах, обумовлені механічним тертям у підшипниках і ущільненнях, а також тертям неробочих поверхонь колеса насоса о рідину в осьових зазорах. Ці втрати становлять до 10 % підводжуваної до насоса енергії.

Таки значні втрати енергії призводять до того, що для вихрових насосів на режимах високої подачі ККД у кращих конструкціях не перевищує 0,5.

Колесо працюючого вихрового насоса випробує подовжня і поперечну сили, що передаються на вал.

Подовжня сила виникає як наслідок різниці тисків, що діють на торцеві поверхні колеса. Ця сила сприймається радіальним кульковим підшипником. У разі застосування колеса симетричної форми подовжня сила відсутня.

4. Конструкція шестеренчастого насосу

Найбільше поширені шестеренні насоси із шестірнями зовнішнього зачеплення, оскільки вони найпростіші і застосовуються в системах, де не потрібне регулювання витрат рідини. Максимальний тиск, який розвивають ці насоси, зазвичай не перевищує 200 кг/см^2 , при цьому продуктивність може становити 400 – 500 л/хв.

Зазвичай частота обертання таких насосів становить:

для насосів із подачею від 70 до 200 л/хв – 300 об/хв;

від 200 до 800 л/хв – 2500 об/хв;

від 800 до 1200 л/хв – 1500 об/хв.

Шестеренні насоси найчастіше застосовують для перекачування в'язких рідин і при низькому тиску.

Зазвичай шестеренні насоси не мають пристроїв регулювання подачі, хоча це можливо. Відомі шестеренні насоси з регульованою подачею, яке здійснюється шляхом осьового зсуву однієї шестеренні щодо іншої, тобто зміною робочої ширини шестерень (довжини зуба). Такі насоси широкого поширення не набули внаслідок технічної складності їхньої конструкції.

Шестеренні насоси відрізняються простотою виготовлення й експлуатації, малими габаритами і масою, довговічністю і компактністю, а також

іншими позитивними властивостями. Вони допускають високу частоту обертання, яка доходить до 10000 об/хв, а також короточасні перевантаження по тиску, значення, а і тривалість яких визначаються лише конструкцією підшипників.

Спрощена конструкція шестеренного насоса складається з пари шестерень 2 і 3, які знаходяться між собою в постійному зачепленні і вміщені в щільно охоплюваний їх корпус 1, що охоплює щільно, 1, що має канали в місцях початку зачеплення і виходу з нього (рис. 4.16).

При обертанні шестерень рідина, яка знаходиться в западинах зубів, переноситься з камери всмоктування в камеру нагнітання. У області нагнітання зуб шестеренні, входячи в западину між зубами іншої шестеренні витісняє рідину, яка там знаходиться.

Для визначення подачі шестеренного насоса існує ряд емпіричних і теоретичних формул. Проте похибки розрахунку за теоретичними формулами часто перевищує похибки розрахунку, виконаного за емпіричними формулами.

Для наближених розрахунків подачі насоса із шестернями однакових розмірів можна застосовувати емпіричну формулу, отриману за припущення, що насос за кожне обертання подає кількість рідини, яка дорівнює сумі об'ємів западин обох шестерень і за умови, що об'єм западин дорівнює об'єму зуба. З цим припущенням подача насоса може бути визначена за формулою:

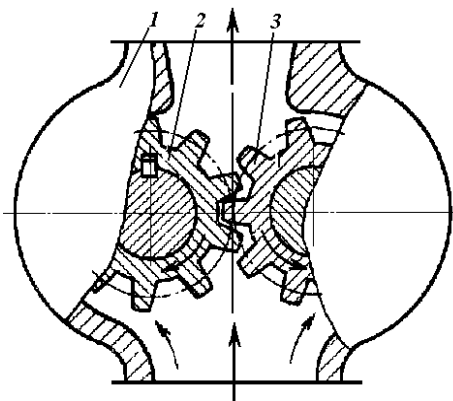


Рис. 7. Схема шестеренного насоса: 1 – корпус; 2 – провідна шестірня; 3 – ведена шестірня

Із зменшенням числа зубів застосовуваних шестерень, знижується ймовірність запірання рідини в западинах, проте при цьому знижується міцність зубів внаслідок підрізання їхніх ніжок і погіршується зачеплення. Збільшується амплітуда пульсацій витрати. Втрати потужності в шестеренному насосі складаються з витрат на тертя й об'ємних витрат (витоків) рідини. Від обсягу цих витрат залежать об'ємне і механічне ККД.

Витоки рідини в шестереному насосі відбуваються: через радіальний зазор між внутрішньою поверхнею корпусу і зовнішньою циліндричною поверхнею шестірні; через торцевий зазор між бічними стінками корпусу і торцями шестерень; по лінії контакту зубів, що знаходяться в зачепленні.

Основним каналом внутрішніх витоків рідини все ж є торцевий зазор, витoki через який становлять 75 – 80 % сумарних витоків у насосі.

Ущільнення по торцях забезпечується вузьким кільцевим пояском, який дорівнює різниці між діаметром западин зубів шестерень і діаметром її цапфи. Спрацювання цієї перемички відбувається значною мірою від вимивання металу цієї ділянки робочою рідиною, яка перетікає і несе тверді забруднення.

При раціональній конструкції насоса та якісному його виготовленні торцевий зазор може бути витриманий у межах 0,01 – 0,03 мм. Значення мінімального радіального зазору визначається технологією виготовлення.

Із збільшенням в'язкості рідини витоки в насосі зменшуються, отже, об'ємний ККД насоса підвищується.

На об'ємний ККД шестеренного насоса також впливає різниця коефіцієнтів теплового розширення деталей, виготовлених із різних металів, а також зміна зазорів через деформацію деталей насоса під тиском рідини.

5. Конструкція гвинтового насоса та струмінового насоса.

Гвинтові насоси

Гвинтові насоси надійні, компактні та безшумні в роботі. Вони відрізняються рівномірною (без пульсацій) подачею рідини, допускають частоту обертання до 18000 об/хв і випускаються на подачу від 3 до 12000 л/хв із привідною потужністю більше 1000 кВт.

Насоси спроможні працювати при тиску до 200 кг/см². Вони можуть також використовуватись в режимі роботи гідромотора.

Перевагою насосів цього типу є компактність і мінімальний дисбаланс ротора. Ці насоси бувають двогвинтові і тригвинтові. Причому останній тип більше поширений.

Тригвинтовий насос складається з трьох гвинтових роторів, з яких середній є ведучим, а два бічних – веденими. Передаточне відношення між ведучим і веденими роторами дорівнює одиниці. Нарізка гвинтів прийнята зазвичай двозахідною, профіль – циклоїдальний.

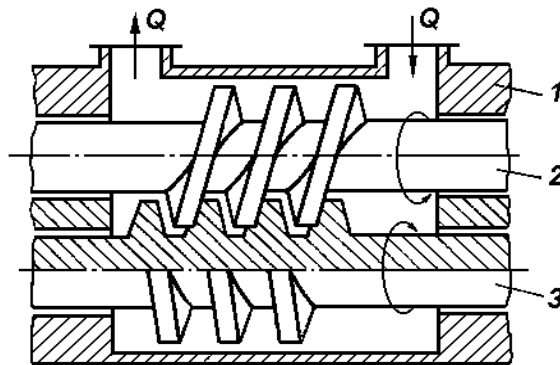


Рис. 8. Схема гвинтового насоса:

1 – корпус; 2 – ведучий гвинт; 3 – ведений гвинт

Як вихідну величину d_3 при розрахунках цих насосів приймають діаметр основної окружності гвинтів, через який виражені всі інші розміри. Найбільш раціональними співвідношеннями між окремими розмірами гвинтів можна прийняти такі:

$$D_B = d_3; \quad d_B = 1/3 d_3; \quad t = 10/3 d_3; \quad d_B = 1/3 d_3; \quad D_H = 5/3 d_3$$

де D_B – внутрішній діаметр нарізки ведучого гвинта; D_3 – основний діаметр гвинтів або зовнішній діаметр веденого гвинта; d_B – внутрішній діаметр нарізки веденого гвинта; t – крок нарізки гвинтів; d_3 – зовнішній діаметр ведучого гвинта.

Довжина гвинтів визначається, виходячи з умов забезпечення необхідної герметичності. Для забезпечення постійного перекриття між усмоктувальною і нагнітальною камерами мінімальну довжину вибирають такою, що дорівнює $1,25t$. Для тригвинтового насоса довжина зазвичай вибирається залежно від тиску в межах:

- для тиску $15 - 20 \text{ кг/см}^2 - l = (1,5 - 2,0) t$;
- для тиску $50 - 75 \text{ кг/см}^2 - l = (3 - 4) t$;
- для тиску $150 - 200 \text{ кг/см}^2 - l = (6 - 8) t$.

Струминні насоси

Принцип дії струминних насосів полягає у передачі кінетичної енергії від робочого потоку до перекачуваної рідини, яка має меншу кінетичну енергію. Відбувається це шляхом безпосереднього змішання обох потоків, без будь-яких проміжних механізмів. Залежно від призначення насоса робоча і перекачувана рідини можуть бути однаковими або різними.

Рідина в струминному насосі під великим тиском подається в змішувальну камеру по трубі, що закінчується соплом. Витікаючи із сопла з великою швидкістю, вона захоплює за собою рідину, що заповнює камеру змішання. Звідти загальний потік направляється в дифузор, і за рахунок зменшення швидкості течії в ньому підвищується тиск. Постійне заповнення камери змішання перекачуваної рідини відбувається по всмоктувальному трубопроводу, за рахунок того, що тиск у цій камері стає нижчим, ніж тиск в усмоктувальному трубопроводі. Напір, який створює струминний насос, являє собою різницю питомих енергій у вихідному перетині III–III і у вхідному I–I. Без урахування втрат його можна прирівняти до збільшення енергії на ділянці між перерізами II–II і I–I камери змішання.

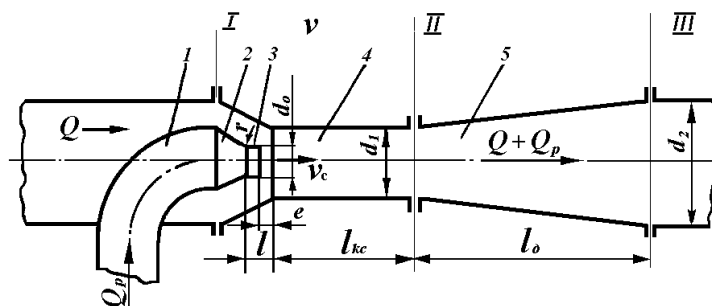


Рис. 9. Схема струминного насоса:

1 – підведення робочої рідини; 2 – насадка; 3 – циліндрична частина насадки; 4 – камера змішання; 5 – дифузор

ККД струминного насоса визначається відношенням корисної енергії рідини до підведеної енергії.

У цьому випадку ККД вище і може досягати значення 0,6–0,7.

Струминний насос дуже простий за конструкцією і доступний для виготовлення в місцевих умовах. Проте варто пом'ятати, що для забезпечення його гарної роботи і високого ККД потрібні правильне підбирання розмірів і ретельне виготовлення насоса. Мають значення має форма сопла, відстань від сопла до камери змішання, форма камери змішання і дифузора.

Розміри камери змішання мають вплив на ККД струминного насоса. Камера змішання повинна прийняти потоки робочої та перекачуваної рідини і перетворити їх на єдиний турбулентний потік із характерним розподілом швидкостей. Камеру змішання рекомендується виконувати циліндричної форми постійного перерізу.

Приведених виразів досить для того, щоб визначити основні розміри струминного насоса. Інші розміри вибирають конструктивно.

Струминні насоси застосовують для заливки насосів перед пуском їх у роботу і підвищення висоти всмоктування насосів; на очисних спорудженнях для відвантаження осаду з пісколовок і нафтоластик; на водопровідних станціях очистки, для відвантаження і завантаження фільтруючого шару; для зачистки залізничних цистерн і резервуарів.

До достоїнств струминних насосів слід віднести:

- відсутність рухомих частин, що забезпечує великий строк служби і надійність роботи насоса;
- можливість установа привода окремо від насоса, тому що робоча рідина може подаватися за декілька десятків або сотень метрів від одного нагнітального насоса до декількох струминних насосів;
- можливість перекачування дуже забруднених рідин;
- безшумність роботи.

До недоліків струминних насосів можна віднести низький ККД (15–27%) і необхідність подачі великої кількості робочої рідини. Досвід експлуатації показує, що кількість робочої рідини в півтора–три рази перевищує кількість перекачуваної рідини, а напір робочої рідини в три–шість разів більше висоти піднімання перекачуваної рідини.

Струминні насоси (ежектори) широко застосовують для відкачування залишків нафтопродуктів із залізничних цистерн.

Такі насоси можуть використовуватись також для зачищення залізничних цистерн від залишків продуктів, від промивних вод при підготовці цистерн і для відкачування миючих розчинів при зачищенні резервуарів. Струминні насоси виготовляють з металу, що не іскрить, і обов'язково заземлюються.

6. Розрахунок фундаментів під насосні агрегати

Під відцентрові насоси й електродвигуни до них обладнують бетонні фундаменти, що розраховуються на резонанс коливальних рухів насосного агрегату і фундаменту.

Через наявність ексцентриситету обертових мас ротора електродвигуна і робочого колеса відцентрового насоса виникає неврівноважена відцентрова сила, що зумовлює змушені коливання насосного агрегату.

Якщо власна частота коливань фундаменту збігається з частотою змущених коливань насоса, зумовлює резонанс, і амплітуда коливань може збільшитися до розмірів, небезпечних для міцності насоса, електродвигуна і фундаменту.

Розрахунок фундаментів під насосні агрегати ведуть: на визначення резонансу коливань фундаменту й агрегату; на перевірку статичного тиску фундаменту на ґрунт.

Поршневі насоси є менш врівноваженими і тому можуть викликати небезпечні вібрації. Це означає, що фундаменти низькообертових поршневих насосів (насоси з кривошипно-шатунними механізмами), потрібно проектувати таким чином, щоб власна частота їхніх коливань була вище за частоту коливань насоса. Простіше за все досягти збільшення шляхом розширення площі фундаменту при незмінній його масі, тобто за рахунок зменшення висоти фундаменту.

Для забезпечення рівномірного осідання фундаменту ексцентриситет не повинен бути більше 5 % від розміру l тієї сторони підшви фундаменту, в напрямку якої зсунутий центр ваги. Обчислені за формулою значення p повинні бути позитивними і не перевищувати припустимих значень. Фундаменти під насоси виготовляють із монолітного бетону або залізобетону марки не нижче М150. Розміри фундаменту в плані повинні бути на 100–150 мм більше, ніж розміри плити насоса і на 100–150 мм вище підлоги.

Кріплення насоса й електродвигуна здійснюють фундаментними болтами, що закладають у заздалегідь підготовлені для них гнізда і заливають цементним розчином марки М150.

З метою запобігання руйнації фундаменту під впливом нафтопродуктів його зовнішню поверхню покривають шаром цементної штукатурки з додаванням рідкого скла. Між фундаментом і насосним агрегатом рекомендується встановлювати металеве корито зі зливним патрубком.

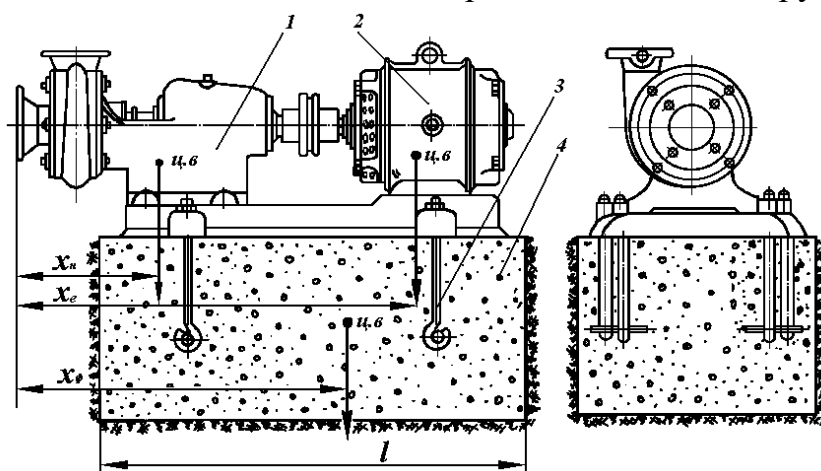


Рис. 10. Конструкція фундаменту під насосні агрегати
1 – насос; 2 – електродвигун; 3 – анкерні болти; 4 – фундамент