

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторно-практичних занять «Вивчення конструкцій, роботи та експериментальне дослідження характеристик об'ємних насосів»
з курсу «Об'ємні гідро- і пневмомашини»
для студентів спеціальності 7.090209 «Гідравлічні та пневматичні машини»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол №1 від 20.01.2005 р.

Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять «Вивчення конструкцій, роботи та експериментальне дослідження характеристик об'ємних насосів» з курсу «Об'ємні гідро- і пневмомашини» для студентів спеціальності 7.090209 «Гідравлічні та пневматичні машини» / Уклад. А. М. Онищенко, О. Є. Скворчевський. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005 –60 с.

Укладачі: А. М. Онищенко
О. Є. Скворчевський

Рецензент доц. В. В. Седач

Кафедра «Гідропневмоавтоматики та гідроприводу»

ВСТУП

Метою даного видання є методичні рекомендації щодо проведення лабораторно-практичних занять з курсу «Об'ємні гідравлічні та пневматичні машини», а саме: вивчення конструкції та дослідження характеристик гідравлічних об'ємних насосів. Лабораторно-практичні заняття проводять з метою кращого засвоєння студентами конструкцій, принципу роботи об'ємних насосів, отримання навичок монтажу та дослідження характеристик об'ємних насосів.

Ці заняття доцільно проводити після відповідної частини лекційних занять, які більш глибоко розкривають питання, наведені в методичних вказівках.

Перед проведенням лабораторно-практичних робіт студент має ознайомитися з даними методичними вказівками. Під час монтажу та демонтажу насосів на дослідний стенд, а також під час дослідження характеристик насосів студенти мають неухильно дотримуватися правил техніки безпеки.

Засвоєння матеріалу даних методичних вказівок та проведення лабораторно-практичних занять дозволить студентам розуміти особливості конструкції та роботи різних типів об'ємних насосів. Це, в свою чергу, забезпечить більш ефективне використання знань і навичок на практиці як при проектуванні насосів, так і при їх застосуванні у складі об'ємних гідравлічних приводів, систем гідроавтоматики, об'ємних гідравлічних передач тощо.

Перша та друга роботи присвячені загальному ознайомленню з об'ємними насосами, будовою дослідного стенда та правилами техніки безпеки при випробуваннях насоса. Лабораторно-практичні роботи з третьої по шосту присвячені різним типам об'ємних насосів: аксіально-поршковому, радіально-поршковому, пластинчастому та шестеренному. Таким чином, дані методичні вказівки охоплюють широке коло матеріалу, що характеризує об'ємні гідравлічні насоси.

ВИВЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБ'ЄМНИХ НАСОСІВ ТА БУДОВИ МЕХАНІЗМІВ РЕГУЛЮВАННЯ НАСОСІВ

Мета роботи – вивчення загальних характеристик, умовних позначень різних виконань об'ємних насосів та будови механізмів їх регулювання.

1.1. Загальна характеристика та вивчення умовних позначень різних виконань об'ємних насосів

Об'ємні гідравлічні насоси перетворюють енергію приводного двигуна в енергію потоку робочої рідини в об'ємних гідравлічних приводах і системах змащення. Залежно від призначення і конструктивних особливостей вони поділяються на насоси високого, середнього і низького тиску.

Поршневі насоси дають можливість створювати високі рівні тиску 32 – 50 МПа і широко використовуються в приводах металургійного та енергетичного обладнання, в пресових машинах та машинах для виготовлення литва, у верстатах різного призначення, в гірничій і іншій техніці, в гідросистемах мобільних машин.

Механізм поршневого насоса може бути аксіально- або радіально-поршневим.

Розподілення робочої рідини в поршневих насосах здійснюється за допомогою клапанів або золотникових пристроїв. Насоси з клапанним розподіленням використовуються в приводах з важкими умовами експлуатації (підвищеною забрудненістю робочої рідини, при підвищених і низьких температурах зовнішнього середовища, ударних навантаженнях і т. п.). Золотникове розподілення широко використовується в поршневих насосах з рівнем тиску 20 – 32 МПа і виконується у вигляді торцевого плоского золотника – розподільника з вікнами впуску і випуску робочої рідини.

Пластинчасті насоси відносять до насосів з середнім рівнем тиску (16 – 20 МПа). Насоси цього типу широко використовуються в приводах металорізальних верстатів, автоматичних ліній, маніпуляторів, термопластавтоматів та інших приводах із середніми рівнями навантаження.

Шестеренні насоси створюють тиск (до 25 МПа), відрізняються простою будовою і широко використовуються в гідросистемах мобільних машин різного призначення.

Поршневі та пластинчасті насоси випускаються в нерегульованому і регульованому варіантах за подачею робочої рідини.

Регульовані типи насосів комплектуються механізмами зміни подачі та (або) тиску робочої рідини. Залежно від способу дії на регулюючий механізм, насоси можуть бути з ручним, гідравлічним, електрогідравлічним керуванням, з регуляторами подачі, тиску, потужності або з комбінованими регуляторами.

Регульовані насоси з пристроями зміни напрямку потоку робочої рідини називають реверсивними.

Умовні графічні позначення об'ємних гідравлічних насосів [1] залежно від механізму керування показані на рис. 1.1: 1 – насос-мотор нерегульований; 2, 3, 4 – насос з ручним керуванням подачі, відповідно основне виконання (без допоміжного насоса), з допоміжним однопоточним насосом та допоміжним двопоточним насосом; 5 – насос зі слідкуючим регулятором подачі без допоміжного насоса; 6, 7, 8, 9 – насос зі слідкуючим регулятором подачі, відповідно нереверсивний з одно- та двопоточним допоміжним насосом, реверсивний з одно- та двопоточним допоміжним насосом; 10, 11, 12, 13 – насос з електрогідравлічним регулятором подачі, відповідно

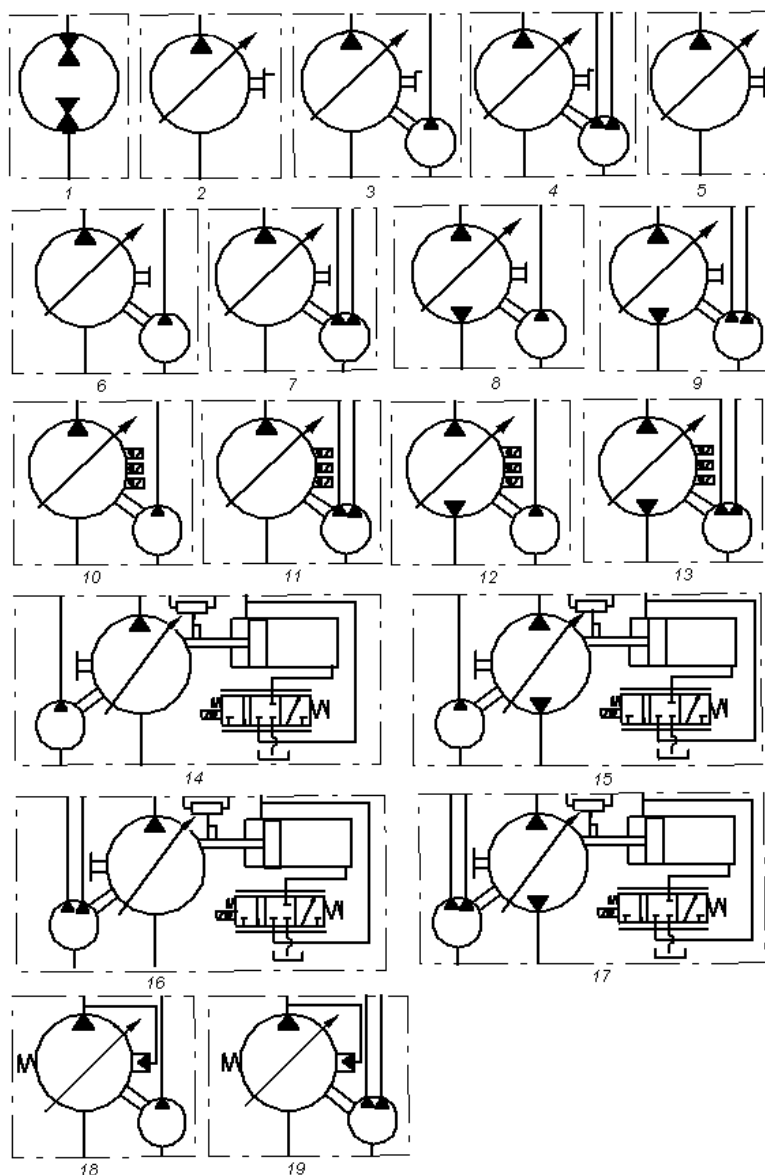


Рисунок 1.1 – Умовні графічні позначення об'ємних гідравлічних насосів (початок)

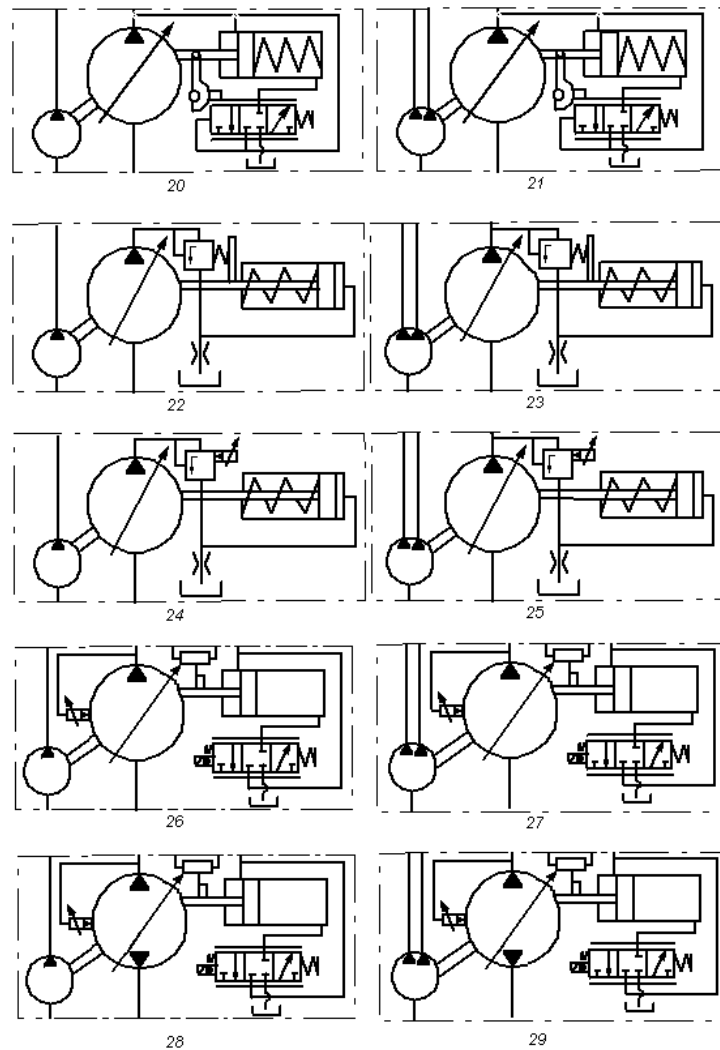


Рисунок 1.1 – Умовні графічні зображення об'ємних гідравлічних насосів (продовження)

нереверсивний з одно- та двопоточним допоміжним насосом, реверсивний з одно- та двопоточним допоміжним насосом; 14, 15, 16, 17 – насос з пропорційним регулятором подачі, відповідно нереверсивний з одно- та двопоточним допоміжним насосом, реверсивний з одно- та двопоточним допоміжним насосом; 18, 19 – насос з регулятором тиску відповідно – нереверсивний з одно- та двопоточним допоміжним насосом; 20, 21, 22, 23, 24, 25 – насос з регулятором потужності, відповідно нереверсивний без обмеження тиску з одно- та двопоточним допоміжним насосом, нереверсивний обмеженого тиску з одно- та двопоточним допоміжним насосом, нереверсивний дистанційного керування з одно- та двопоточним допоміжним насосом; 26, 27, 28, 29 – насос з комбінованим регулятором, відповідно нереверсивний з одно- та двопоточним допоміжним насосом, реверсивний з одно- та двопоточним допоміжним насосом.

Рекомендовані типи мінеральних масел для різних типів насосів:

- гідросистеми стаціонарних машин – ВНДІ НП 403 ГОСТ 16728-78, ІГП-18, ІГП-30, ІГП-38 за ТУ 38-101413-78, а також Тп-22, Тп-30 за ГОСТ 9972-74;

- гідросистеми мобільних машин – ВМГЗ, АМГ-10, МГЕ-10.

Змішування різних типів масел не дозволяється.

Номінальна товщина фільтрації, клас чистоти робочої рідини і рекомендована кінематична в'язкість подаються для кожного конкретного типу насосів.

1.2. Ознайомлення з будовою механізмів керування об'ємних насосів

Прикладом для вивчення було обрано насос аксіально-поршневого типу УНА з дистанційним пропорційним керуванням подачі [1].

Аксіально-поршневий насос з дистанційним пропорційним керуванням подачі складається з насоса типу УНА, слідкуючого блока (СБ), механізму дистанційного пропорційного регулювання подачі типу 1МУП-П1 та електронного блока керування БУ-1100.

На рис. 1.2 представлений виконавчий механізм насоса зі слідкуючим блоком.

Виконавчий механізм гідравлічного типу являє собою диференційний поршень (1) з запресованим в нього сферичним пальцем (2) зворотного зв'язку. Диференційний поршень (1) кінематично зв'язаний з похилою шайбою (3) насоса.

Слідкуючий блок являє собою гідравлічний підсилювач потужності зі зворотним зв'язком по положенню поршня виконавчого механізму. Блок складається з підпружиненого в нейтральній позиції золотника (4) з кільцем (5) обмеження ходу пружини (6). Золотник (4) розташований у рухомій втулці (7), що в свою чергу розташована в корпусі (8). Рухома втулка (7), через вилку (9) з віссю (10), кінематично пов'язана зі сферичним пальцем поршня виконавчого механізму.

Механізм керування подачею типу 1МУП-П1 (пілот дистанційний, рис.1.3) містить пропорційний електромагніт (1), корпус (2), пружину (3), що взаємодіє з втулкою (4) та золотником (5). Втулка (4) фіксується на хвостовику золотника (5) стопорним кільцем (6). Рукоятка (7) та важіль (8) дублюють автоматичне керування ручним.

Електронні блоки типу БУ-1100 (рис. 1.4) – узгоджуючі пристрої, призначені для перетворення вхідного електричного сигналу напругою 0 ... 10 В постійного струму у вихідний сигнал зі струмом до 0,85 А. Живлення блока здійснюється джерелом постійного струму з напругою 24 В та потужністю не менше 50 Вт на два блоки.

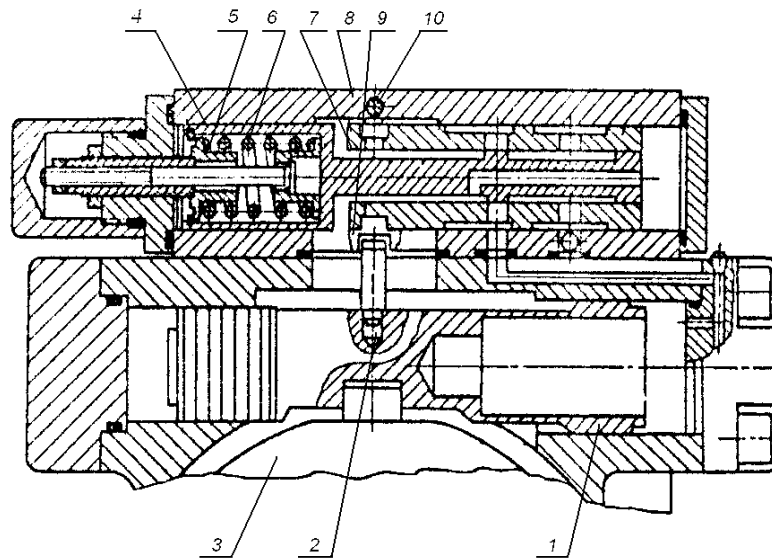


Рисунок 1.2 – Слідкуючий блок з виконавчим механізмом насоса

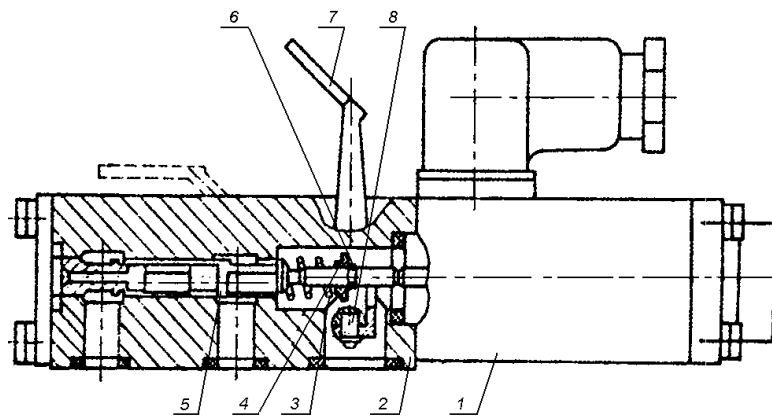


Рисунок 1.3 – Механізм дистанційного пропорційного керування подачею типу 1МУП-П1

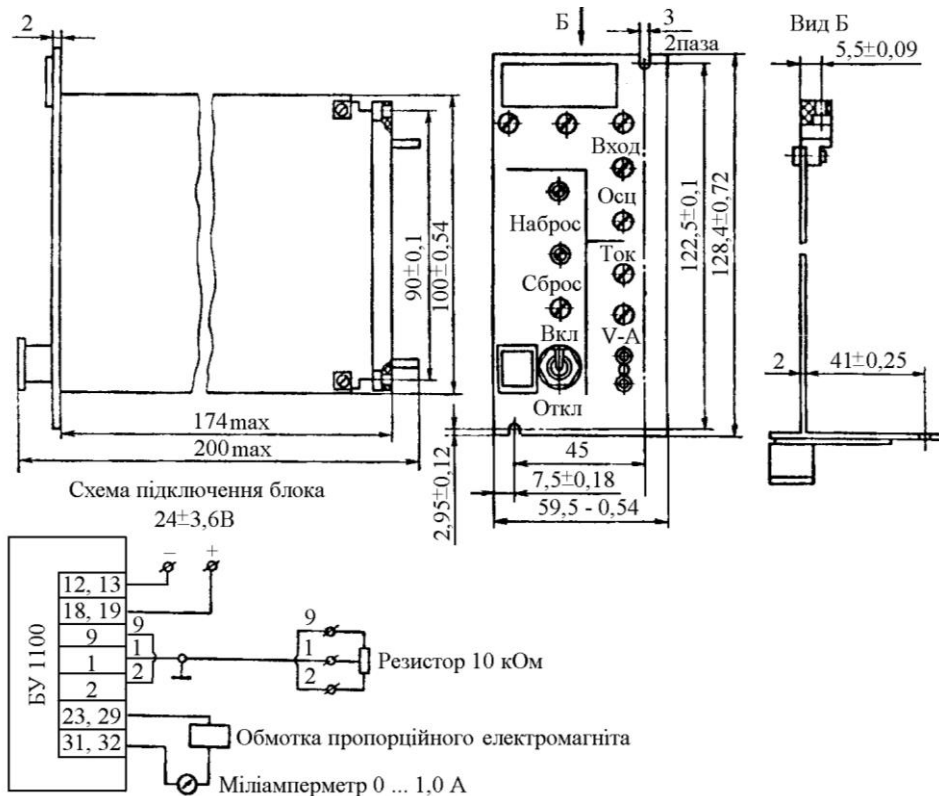


Рисунок 1.4 – Габаритні та приєднувальні розміри електронного блока керування БУ-1100

1.3. Принцип роботи насоса з механізмом керування подачею 1МУП-П1

Принципова гідравлічна схема насосу типу УНА з дистанційним пропорційним керуванням подачею представлена на рис. 1.5.

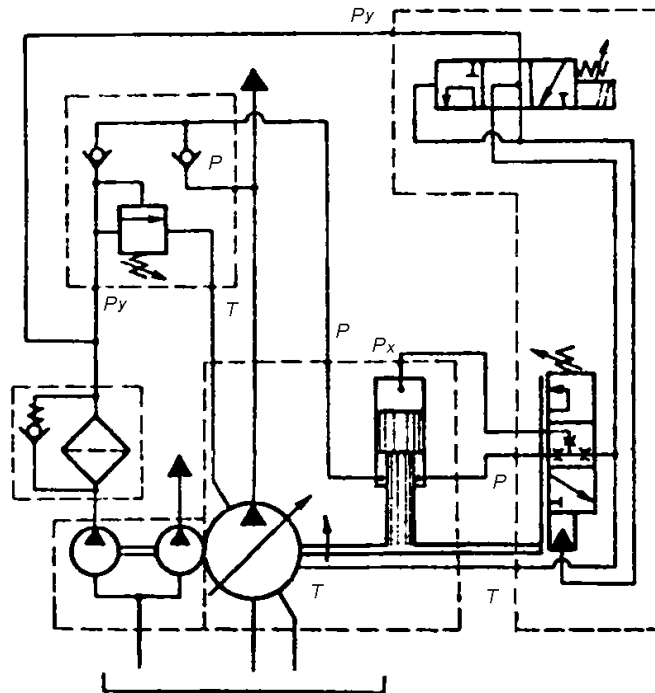


Рисунок 1.5 – Гідравлічна схема насосів типу УНА з дистанційним пропорційним керуванням подачею

Після запуску насосного агрегату при відсутності вхідного електричного сигналу керування на блок БУ-1100 золотник механізму пропорційного дистанційного керування подачею та золотник слідкуючого блока знаходяться в нейтральному положенні, що відповідає нульовій подачі насоса типу УНА.

При подачі вхідного керуючого сигналу на електронний блок вихідна порожнина крізь золотник з'єднується з каналом підведення, на виході механізму пропорційного дистанційного керування подачею виникає тиск, пропорційний зусиллю електромагніта. Далі цей потік поступає під торець золотника слідкуючого блока, спричиняючи його зміщення пропорційно величині підведеного тиску. В порожнині більшої площини гідравлічного виконавчого механізму падає тиск, поршень, зміщуючись, через сферичний палець та важіль тягне за собою втулку слідкуючого блока до тих пір, поки зусилля з обох боків не вирівнюються. При цьому подача насоса буде пропорційною вхідному електричному сигналу. Таким чином, механізм дозволяє змінювати подачу насоса від нульової до номінальної.

1.4. Порядок виконання роботи

Ознайомитися з загальними відомостями щодо класифікації об'ємних насосів та вивчити їх умовні графічні позначення. Розглянути конструкцію механізмів

керуванням аксіально-поршневого насоса типу УНА з дистанційним пропорційним керуванням подачею. Розібратися в роботі насосів типу УНА з дистанційним пропорційним керуванням подачею.

1.5. Звіт про роботу

Звіт про роботу має містити:

- коротку класифікацію насосів за типами і механізмами керування та основні умовні позначення насосів;
- опис конструкцій механізмів керування насоса типу УНА з дистанційним пропорційним керуванням подачею;
- короткий опис роботи насосів типу УНА з дистанційним пропорційним керуванням подачею.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

ВИВЧЕННЯ БУДОВИ СТЕНДА ТА МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАННЯ ОБ'ЄМНИХ НАСОСІВ

Мета заняття – вивчення принципової гідравлічної схеми стенда для випробування об'ємних насосів; ознайомлення з конструкцією стенда, розташуванням його вимірювальних приладів. Вивчення методики проведення експериментального дослідження об'ємних насосів.

2.1. Будова стенда для випробування об'ємних насосів

Типові схеми стендів для випробування об'ємних насосів представлені в роботі [2].

Стенди повинні бути обладнані кондиціонером – теплообмінником робочої рідини. Необхідно слідкувати за дотриманням номінальної товщини фільтрації робочої рідини, яка встановлюється ГОСТ 14066-68.

Не менше одного разу на три місяці необхідно перевіряти такі параметри робочої рідини: кінематичну в'язкість при температурі 50°C згідно з ГОСТ 33-82 і клас чистоти – за ГОСТ 17216-71.

Схема стенда для дослідження нереверсивних насосів представлена на рис. 2.1. Заповнений робочою рідиною насос (1), що досліджується, встановлюється на стенді та нагнітає рідину крізь напірну лінію. Насос (1) приводиться до руху мотор-вагами (2), частота обертання яких (2) вимірюється перетворювачем (3) частоти обертання.

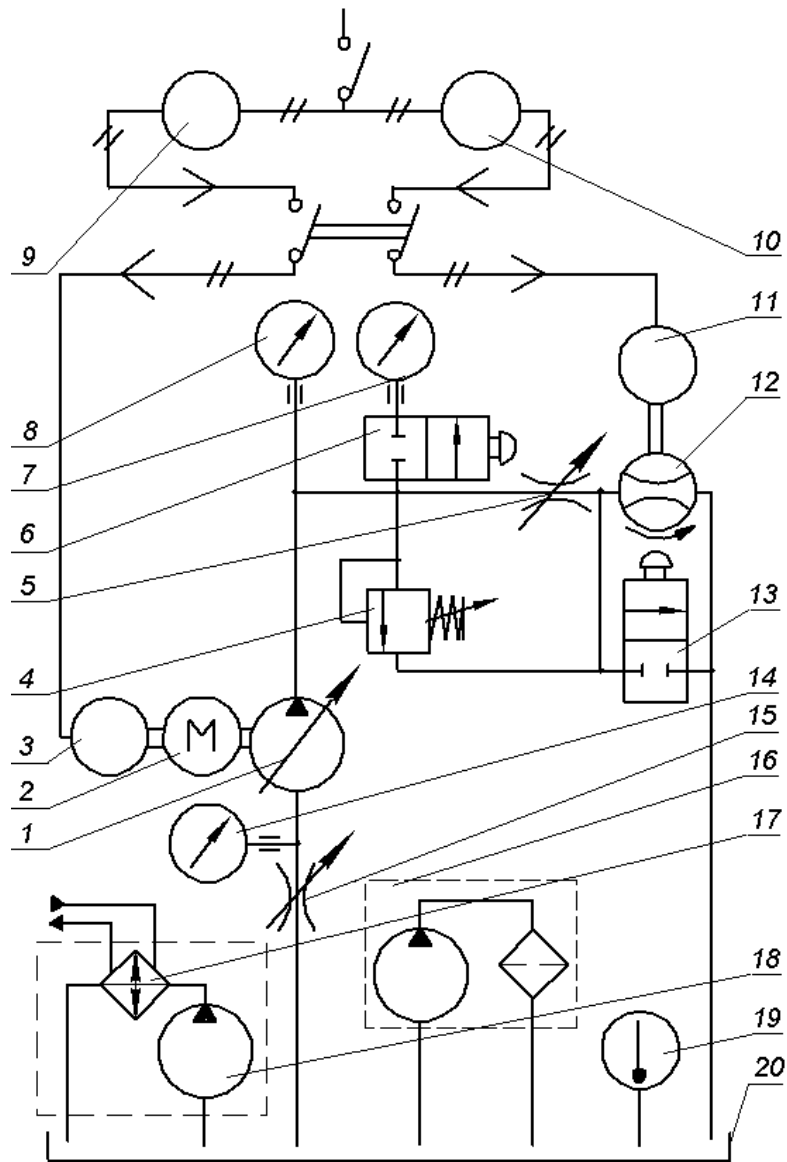


Рисунок. 2.1 – Типова схема стенда для дослідження об'ємних насосів

Тиск у напірній лінії встановлюється клапаном (4) керування тиском, а дросель (5) імітує навантаження. Тиск, встановлений клапаном (4), вимірюється манометром (8). Манометр (7) з краном (6) є резервним. Витратомір (12) призначений для вимірювання подачі насоса (1) при заданому клапаном (4) тиску та при встановленому дроселем (5) навантаженні. Частота обертання вала витратоміра (12) вимірюється перетворювачем (11) частоти обертання. Від перетворювача (3) частоти обертання вала мотор-вагів (2) та перетворювача (11) частоти обертання вала витратоміра (12) сигнали надходять до лічильників (9) та (10) відповідно. Для вільного пропускання рідини з нагнітального трубопроводу до зливного, минаючи витратомір (12), передбачений кран (13). Вакуумметр (14) контролює тиск у всмоктувальному трубопроводі між насосом (1) та дроселем (15), котрий імітує гідравлічний опір всмоктувального трубопроводу.

Фільтрувальна установка (16) відповідає за додержання заданого класу чистоти робочої рідини. Для підтримання постійної заданої температури робочої рідини служить теплообмінник (17), рідина до якого нагнітається допоміжним насосом (18). Термометр (19) призначений для вимірювання температури робочої рідини, яка зливається в бак (20).

2.2. Види випробувань, загальні вимоги та умови випробувань об'ємних насосів

2.2.1 Види випробувань об'ємних гідравлічних насосів

Основні види випробувань об'ємних насосів регламентовані згідно з [2].

До основних видів випробувань належать приймально-здавальні та періодичні.

При приймально-здавальних випробуваннях перевіряють:

- ✓ функціонування;
- ✓ зовнішню герметичність;
- ✓ номінальну подачу;
- ✓ номінальну потужність;
- ✓ коефіцієнт подачі.

При періодичних випробуваннях перевіряють:

- зовнішній вигляд;
- габаритні та приєднувальні розміри;
- масу;
- матеріал деталей;
- функціонування;
- міцність;
- зовнішню герметичність;
- номінальний робочий об'єм;
- номінальну подачу;
- мінімальну подачу;
- коефіцієнт подачі;
- ККД;
- номінальну потужність;
- питому масу;
- допустиму частоту реверса;
- допустимий час реверса;
- рівні звукової потужності в октавних смугах частоти;
- ресурс;

- напрацювання до відмови;
- вібраційну характеристику;
- вібростійкість;
- віброміцність;
- функціональні залежності параметрів.

Приймально-здавальні випробування мають на меті перевірку відповідності насоса вимогам і параметрам, які наведені у паспорті на виріб. Періодичні випробування повинні встановити не тільки таку відповідність, але і відсутність порушень вимог технічних умов і конструкторської документації при виготовленні насосів підприємством-виробником.

2.2.2. Загальні вимоги до проведення випробувань об'ємних насосів

При безпосередньому вимірюванні потужності при всіх видах випробувань похибка випробувань не повинна перевищувати $\pm 3\%$.

Похибка вимірювань параметрів, не встановлених ГОСТ 17108-86, не повинна перевищувати: $\pm 3\%$ – частота реверса; $\pm 0,02$ с – час реверса; $\pm 15\%$ – параметри вібрацій.

Перевірку номінальної потужності, номінальної подачі та коефіцієнта подачі допускається проводити за граничними значеннями (потужність – не більше, подача і коефіцієнт подачі – не менше).

2.2.3. Умови випробувань

Параметри необхідно вимірювати на сталому тепловому режимі.

Випробування необхідно проводити на робочій рідині, яка зазначена в технічних умовах на насоси. Перед початком випробувань необхідно видалити повітря з насоса і трубопроводів.

2.3. Основні функціональні залежності параметрів об'ємних насосів

До основних функціональних залежностей, що характеризують роботу насоса, належать перелічені нижче залежності [2, 3].

Теоретична продуктивність насоса – об'єм, який виштовхується робочими елементами насоса за одиницю часу – визначається за формулою

$$Q_{\text{теор}} = q \cdot n, \quad (2.1)$$

де q – робочий об'єм насоса, м^3 ; n – частота обертання вала насоса, с^{-1} .

Дійсна подача насоса як правило визначається експериментально у вигляді залежності

$$Q_{\text{дійсн}} = f(p), \quad (2.2)$$

де p – тиск на виході насоса.

Дійсна подача насосів з підживленням визначається як залежність від перепаду тиску на виході та вході насоса.

Об'ємні втрати визначаються як різниця між його теоретичною та дійсною подачею:

$$\Delta Q = Q_{\text{теор}} - Q_{\text{дійсн}} \quad (2.3)$$

Об'ємний коефіцієнт корисної дії (ККД) – це відношення дійсної подачі насоса до теоретичної:

$$\eta_{\text{об}} = Q_{\text{дійсн}} / Q_{\text{теор}} \quad (2.4)$$

Повний коефіцієнт корисної дії (ККД) – це відношення корисної потужності насоса до потужності на валу насоса (підведеної потужності):

$$\eta = N_{\text{еф}} / N_{\text{підв}} \quad (2.5)$$

де $N_{\text{еф}}$ – ефективна потужність; $N_{\text{підв}}$ – підведена потужність.

Ефективна потужність визначається за формулою

$$N_{\text{еф}} = p \cdot Q_{\text{дійсн}} \quad (2.6)$$

Підведена потужність визначається за формулою

$$N_{\text{підв}} = M \cdot n \quad (2.7)$$

де M – крутний момент на валу насоса.

Кавітаційна характеристика насоса – графічна залежність основних технічних показників насоса від кавітаційного запасу або вакуумметричної висоти всмоктування (ВВВ). Вакуумметрична висота всмоктування відповідає визначеному постійному тиску, частоті обертів вала насоса, атмосферному тиску, температурі робочої рідини, типу робочої рідини.

Вакуумметрична висота всмоктування визначається за залежністю

$$\Delta h = (p_{\text{атм}} - p_{\text{вак}}) / \rho \cdot g \quad (2.8)$$

де $p_{\text{атм}}$ – атмосферний тиск; $p_{\text{вак}}$ – вакуум на вході в насос; ρ – густина робочої рідини; g – прискорення вільного падіння. Різні значення вакууму $p_{\text{вак}}$ на вході в насос досягається шляхом зміни опору дроселя, встановленого у вхідному трубопроводі.

За розрахованими величинами будують кавітаційні характеристики $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$ та $\eta_{\text{об}} = f(\Delta h)$ і за ними визначають значення критичної ВВВ $\Delta h_{\text{кр}}$, тобто такої, при якій значення $Q_{\text{дійсн}}$ та $\eta_{\text{об}}$ почнуть різко знижуватися.

Кінцевою метою знаходження ВВВ є визначення максимальної висоти всмоктування, тобто тієї висоти, на якій можна розташувати насос над поверхнею робочої рідини в резервуарі при заданому тиску, частоті обертів, конфігурації трубопроводу та інших величин:

$$\Delta h_{\text{max}} = \Delta h_{\text{кр}} - \frac{V^2}{2 \cdot g} - h_{\text{всм}} \quad (2.9)$$

де V – швидкість руху робочої рідини у всмоктувальному трубопроводі (рекомендована швидкість 0,5 – 1,5 м/с [3]); $h_{всм}$ – гідравлічний опір всмоктувального трубопроводу, що становить 0,2 – 0,4 м.

Допустиме значення висоти всмоктування приймають меншим за максимальну висоту всмоктування.

2.4. Вимоги безпеки

2.4.1. Загальні вимоги до монтажу та демонтажу

Дослідження насосів необхідно проводити відповідно до вимог [2],[5] та [6].

Монтаж систем та пристроїв на стенд повинен проводитися відповідно до експлуатаційних документів.

Встановлення трубопроводів, що мають на розвальцьованій частині тріщини та розриви, а також дефекти різьбових з'єднань, не допускається.

Підключення систем до джерел енергії потрібно робити після закінчення усіх монтажних робіт.

У місцях підключення систем до джерел енергії потрібно повісити таблички, що забороняють вмикання.

Перед демонтажем системи потрібно:

- повністю розвантажити систему від тиску, в тому числі й усі її частини відокремлені гідрозамками, гідророзподільниками тощо;
- вимкнути джерела електричної енергії та прийняти міри, що виключають їх випадкове вмикання;
- при необхідності злити робочу рідину.

2.4.2. Загальні вимоги до випробувань

Перед початком випробувань систем та пристроїв потрібно:

- ✓ встановити органи керування у вихідні позиції;
- ✓ максимально розслабити пружини запобіжних клапанів;
- ✓ перевірити наявність та надійність кріплення передбачених огорож;
- ✓ перевірити наявність заземлення електрообладнання;
- ✓ візуально перевірити стан манометрів та наявність пломб;
- ✓ перевірити правильність обертання валів недовгим вмиканням;
- ✓ видалити повітря із системи;
- ✓ перевірити відсутність витоків в системі.

Видалення повітря із системи потрібно проводити через випускні пристрої. Допускається видаляти повітря через інші пристрої при мінімальному тиску, що забезпечує холостий хід гідродвигунів.

Перевірку системи на відсутність витоків потрібно проводити протягом не менше 3 хвилин при тиску, що не перевищує половини значення номінального.

Якщо експлуатаційною документацією порушення регулювання запобіжних клапанів забороняється, то підготовку системи до випробувань проводять при тиску настройки запобіжних клапанів.

При проведенні досліджень система повинна бути відключена в таких випадках:

- при перевірці рівня робочої рідини в баці;
- при руйнуванні або загоранні одного з елементів системи;
- при спрацюванні аварійної сигналізації;
- при відмові вимірювальних приладів;
- при зростанні тиску вище допустимого;
- при припиненні подачі робочої рідини;
- при появі зовнішніх витоків робочої рідини, що перевищують норму, встановлену в технічній характеристиці;
- при появі підвищеного шуму, стуку та вібрацій.

Гідросистема дослідного стенда повинна бути протягом не менше 3 хвилин випробувана на міцність тиском, що в 1,5 рази перевищує номінальний тиск стенда. Вимірювальні прилади, не розраховані на вказаний тиск, на час випробувань мають бути відключені.

2.5. Порядок виконання роботи

Вивчити згідно з рис. 2.1 структуру типової схеми стенда для дослідження об'ємних насосів.

Ознайомитися з загальними вимогами та умовами випробувань.

Засвоїти основні функціональні залежності параметрів об'ємних насосів.

Ознайомитися та засвоїти вимоги безпеки при роботі з дослідним стендом та об'єктами дослідження – об'ємними насосами.

Під керівництвом викладача оглянути стенд для дослідження об'ємних насосів та засвоїти розташування елементів та контрольно-вимірювальних пристроїв стенда.

Звітувати перед викладачем в знаннях функціонального призначення елементів, контрольно-вимірювальних пристроїв та кнопок стенда.

2.4 Звіт про роботу

Звіт про роботу повинен містити такі розділи:

- короткий опис схеми стенда для дослідження об'ємних насосів;
- основні функціональні залежності параметрів об'ємних насосів;
- короткий опис видів випробувань, загальних вимог та умов випробувань об'ємних гідравлічних насосів.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВОГО РЕГУЛЬОВАНОВОГО НАСОСА

Мета роботи – ознайомитися з конструкцією та роботою об'ємних насосів аксіально-поршневого типу. Отримати навички монтажу насоса на стенді, підключення його до джерел живлення, експериментального визначення статичних характеристик насосів цього типу, розрахунку функціональних параметрів, що знаходяться в залежності від параметрів, визначених експериментально.

3.1. Конструкція, робота та технічні параметри аксіально-поршневого регульованого насоса УНА 63/32

Одним із сучасних типів аксіально-поршневих насосів є насоси з похилою шайбою та блоком циліндрів, що обертається. Насосами цього типу, що досить широко використовуються в промисловому устаткуванні, є насоси AA10VO фірми Rexroth та насоси марки УНА... виробництва заводу «Гідропривод» м. Шахти.

Типорозмірний ряд аксіально-поршневих насосів, наприклад типу УНА..., складається з базових моделей за робочим об'ємом на тиск 32 МПа: 6,3; 11,2; 16; 32; 63; 125; 250; 450 см³. Усі базові моделі регульованих насосів мають модифікації за видом керування: з ручним регулятором зміни подачі, зі слідкуючим регулятором зміни подачі, з електрогідравлічним регулятором на 4 подачі, з пропорційною зміною подачі, з регулятором тиску, з регулятором потужності.

Конструкція аксіально-поршневих насосів з похилою шайбою та блоком циліндрів, що обертається [1, 6, 7], представлена на рис. 3.1.

Насос цього типу має корпус (1) у вигляді відливки, в якому встановлений механізм аксіально-поршневого типу. На шліцах (2) приводного вала (3), встановленого в підшипниках (4) та (16), розміщений аксіальний блок (5) циліндрів з поршнями (6). Поршні за допомогою гідростатично розвантажених, встановлених на сферичних головках (7) опорних башмаків (8) фіксуються притискною

шайбою (9) відносно похилої шайби (10). Похила шайба (10) зв'язана з сервопоршнем (11), який керується регулятором насоса (12). Похила шайба (10) змінює кут положення відносно вісі насоса і, таким чином, його подачу. Розподілення робочої рідини здійснюється торцевим розподільником (13), який має вікна впуску (14) і нагнітання (15) робочої рідини.

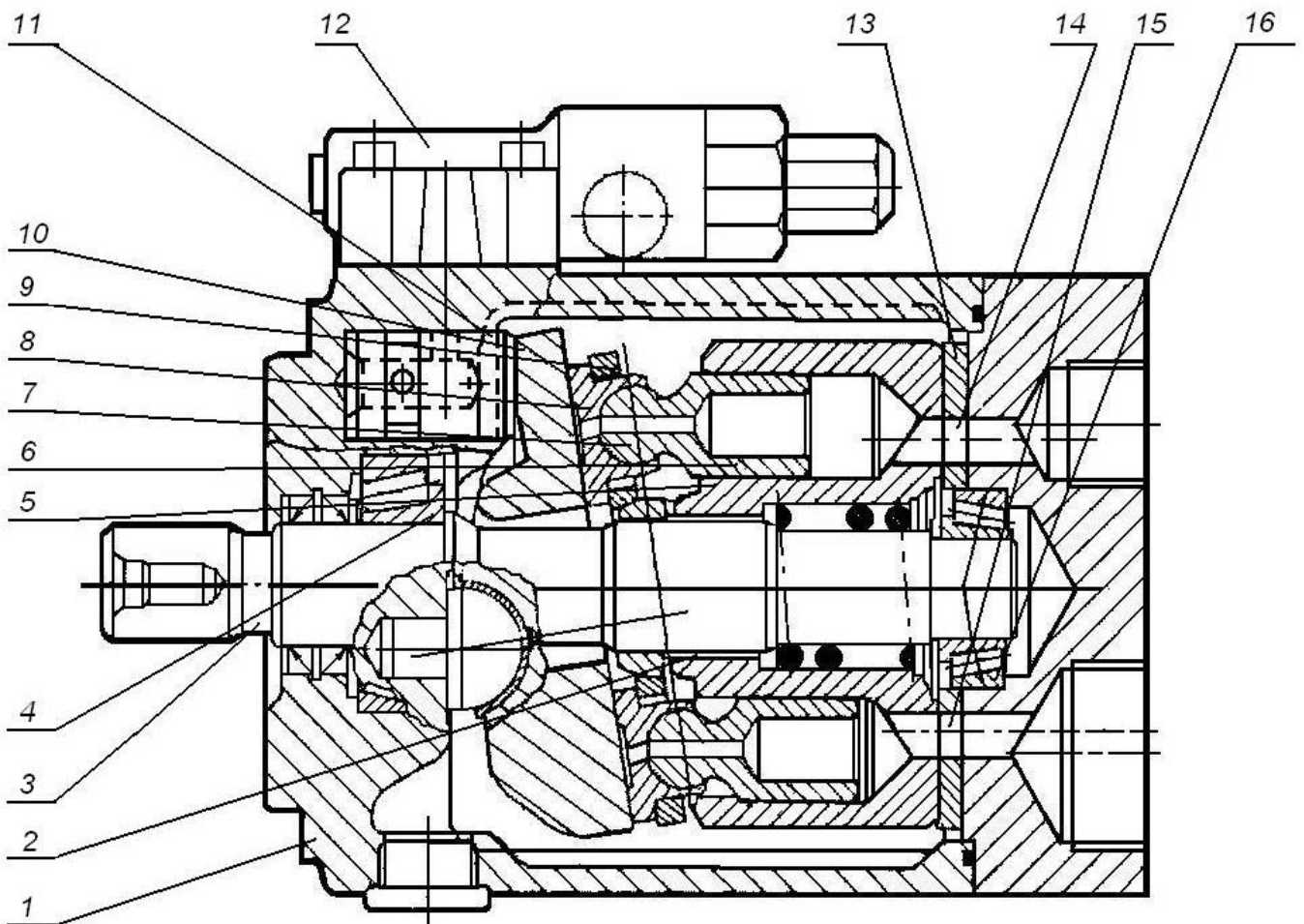


Рисунок 3.1 – Конструкція регульованого аксіально-поршневого насоса з похилою шайбою та блоком циліндрів, що обертається

Вал (3) через шліци (2) передає обертальний момент на аксіальний блок (5) циліндрів. При обертанні блока (5) циліндрів поршні (6) взаємодіють з похилою шайбою (10) та здійснюють зворотно-поступальний рух. При русі поршня (6) від торцевого розподільника (13) вбік похилої шайби (10) він виходить з блока (5) циліндрів та всмоктує робочу рідину з вікна (14) впуску. При русі поршня (6) від похилої шайби (10) вбік торцевого розподільника (13), він входить до блока (5) циліндрів та виштовхує робочу рідину до вікна (15) нагнітання.

Основні характеристики насоса УНА 63/32 наведені в табл. 3.1. Технічна характеристика приведена при роботі на мінеральному маслі ВНДІ НП-403 ГОСТ 16728-78 при температурі робочої рідини 45 – 50°C.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики насоса УНА 63/32

Параметри	Значення параметрів
Робочий об'єм, см ³	63 ± 2
Частота обертання, с ⁻¹ (об/хв.):	
- номінальна	25 (1500)
- максимальна	40 (2400)
- мінімальна	10 (600)
Подача, л/хв.:	
- номінальна не менша	87
- мінімальна	6
Тиск на виході, МПа (кГс/см ²):	
- номінальний	32 (320)
- максимальний	40 (400)
Тиск на вході, МПа (кГс/см ²):	
- максимальний	1,5 (15)
- мінімальний	0,085 (0,85)
Коефіцієнт подачі, %, не менший	92
ККД, не менший	88
Маса (без робочої рідини), кг	64,5
Номінальна потужність, кВт, не більше	52
Діапазон регулювання подачі Q _{ном} /Q _{мін}	15 : 1
Вібростійкість та віброміцність	IV ступінь жорсткості ОСТ 2 Н90-16-83
Час зміни подачі від мінімальної до номінальної, с, не більше	0,2
Корегований рівень звукової потужності (рівень звуку), дБА	99(88)
Повний 90% ресурс, годин	8000
90% напрацювання до відмови, годин	3000

3.2. Монтаж насоса УНА 63/32 та експлуатація в процесі випробувань

Робоче положення насоса в просторі – будь-яке. З'єднання вала насоса з валом мотор-вагів здійснюється за допомогою пружної муфти, що компенсує відносне зміщення осей валів і не створює додаткових навантажень на вал насоса. Допустиме відносне зміщення осей валів насоса і приводного двигуна не більше ніж 0,2 мм, максимальний кут відхилення між осями насоса і приводного двигуна не більше ніж 0,5°. Нагнітальний і всмоктувальний трубопроводи повинні бути виконані із цільнотягнутих труб, бути мінімальної довжини та мати мінімальну кількість перегинів. При монтажі насоса на стенд необхідно монтувати його з урахуванням легкого доступу до механізму змінення подачі, до всмоктувального та нагнітального трубопроводів, носка приводного вала насоса. В гідросистемі стенда повинна бути фільтрувальна установка, що забезпечує номінальну тонкість фільтрації 10 мкм. Рекомендована тонкість фільтрації масла для насоса – 20 мкм, для регулятора насоса – 10 мкм. Мінеральне масло повинно мати в'язкість 20 – 250мм²/с (сСт) при температурі від + 10°C до + 60°C для виконання без допоміжного насоса та від +10°C до +50°C для виконання з допоміжним насосом. Температура зовнішнього середовища при експлуатації від 0°C до + 50°C для виконання без допоміжного насоса і від 0°C до +40°C для виконання з допоміжним насосом.

3.3. Експериментальне визначення статичних характеристик об'ємних насосів

До найбільш важливих експериментальних статичних характеристик об'ємних насосів гідроприводів можна віднести залежності $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ та $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$.

Для визначення залежності дійсної подачі від тиску на виході насоса необхідно:

- встановити насос, який досліджується, на стенд (див. рис. 2.1);
- настроїти клапан (4) на мінімально можливий тиск та встановити найменший опір навантажувального дроселя (5);
- манометром (8) та витратоміром (12) визначити відповідно мінімально можливий тиск та значення подачі насоса, що йому відповідає. Визначені дані внести до протоколу випробувань (табл. 3.2);
- за допомогою клапана (4) та дроселя (5) поступово підвищувати тиск до значення максимально допустимого для даного насоса. Для насоса УНА 63/32 максимально допустимий тиск дорівнює 40 МПа;
- за допомогою манометра (8) та витратоміра (12) зафіксувати 10 ÷ 20 значень тиску та значення подачі насоса, що відповідають ним;
- занести зроблені заміри до протоколу випробувань;
- за даними протоколу побудувати залежність $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$.
- за допомогою мотор-вагів (2) (див. рис. 2.1) визначити крутний момент M , який відповідає зафіксованим величинам тиску, дані занести до протоколу випробувань.

Згідно з [2] залежності $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ потрібно будувати для різних значень частоти обертання вала насоса, в тому числі максимальної, номінальної, мінімальної. Для регульованого насоса залежність $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ потрібно визначати для п'яти значень робочого об'єму, включаючи мінімальний та максимальний. Однак при проведенні випробувань з навчальною метою достатньо побудувати цю залежність для номінального значення частоти обертання вала насоса та одного, вказаного викладачем, значення робочого об'єму.

Для визначення залежності дійсної подачі від ВВВ та знаходження критичної висоти всмоктування необхідно:

- для встановленого на стенді насоса клапаном (4) встановити тиск нагнітання (величина якого вказується викладачем);
- шляхом зміни опору гідродрозеля (15) створити різні значення вакууму на вході в насос;
- за вакуумметром (14) визначити декілька рівнів вакууму на вході в насос, а за витратоміром (12) визначити подачу насоса, що відповідає цим рівням вакууму;

- вимірювання продовжувати до отримання значення критичної величини вакууму – такого значення вакууму на вході в насос, при якому подача насоса почне різко падати;
- постійність тиску на виході насоса підтримувати за рахунок перерозподілу гідравлічного опору мережі, на яку працює насос: при підвищенні опору дроселя на вході насоса (15) зменшують опір навантажувального дроселя (5);
- дані вимірювання занести до протоколу випробувань. за залежністю (2.8) знаходять величини вакуумметричної висоти всмоктування, що відповідають виміряним величинам вакууму на вході в насос, який досліджується;
- розраховані величини ВВВ заносять до протоколу;
- за даними протоколу побудувати залежність $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$.

Таблиця 3.2 – Протокол випробувань насоса УНА 63/32

Залежність подачі насоса УНА63/32 від тиску				Дослідження кавітаційної характеристики насоса, при $p = \text{___ Па}$				
№ п/п	p , Па	$Q_{\text{дійсн}}$, м ³ /с	M , Н·м	№ п/п	$p_{\text{вак}}$, Па	Δh , м	$Q_{\text{дійсн}}$, м ³ /с	M , Н·м

Примітки:

1. встановлений робочий об'єм насоса $q = \text{___ м}^3/\text{об}$;
2. атмосферний тиск $p_{\text{атм}} = \text{___ Па}$;
3. температура навколишнього середовища $t_{\text{атм}} = \text{___ }^\circ\text{C}$;
4. температура робочої рідини $t_{\text{роб. рід}} = \text{___ }^\circ\text{C}$;
5. номінальна частота обертання вала насоса $n_{\text{ном}} = \text{___ с}^{-1}$;
6. тип робочої рідини – _____;
7. густина робочої рідини $\rho_{\text{роб. рід}} = \text{___ кг/м}^3$.

Залежність $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$ визначають для одного, вказаного викладачем, значення робочого об'єму при номінальній частоті обертів вала насоса, визначеному постійному робочому тиску, атмосферному тиску, температурі робочої рідини, типу робочої рідини.

3.4. Визначення розрахункових характеристик насоса

За величиною встановленого робочого об'єму аксіально-поршневого регульованого насоса визначаємо теоретичну продуктивність насоса за залежністю (2.1) та вносимо її значення до табл. 3.3.

Об'ємні витрати ΔQ визначаються як різниця між його теоретичною та дійсною продуктивністю за формулою (2.3). Об'ємний коефіцієнт корисної дії (ККД) $\eta_{\text{об}}$ визначається за залежністю (2.4). Розраховуємо об'ємні витрати ΔQ та об'ємний

ККД $\eta_{об}$ для кожного виміряного значення дійсної подачі насоса $Q_{дійсн}$, що відповідає визначеному тиску p на виході насоса. Знайдені значення ΔQ , $\eta_{об}$ заносимо до табл. 3.3 та будуємо графічні залежності $\Delta Q = f(p)$, $\eta_{об} = f(p)$.

За даними протоколу випробувань аксіально-поршневого регульованого насоса УНА 63/32 та залежністю (2.6) визначаємо ефективну потужність насоса $N_{еф}$. Знайдені значення $N_{еф}$ заносимо до табл. 3.3 та будуємо графічну залежність $N_{еф} = f(p)$.

Підведена потужність $N_{підв}$ визначається залежністю (2.7), причому значення частоти обертання ω вала приймаються постійними, а значення крутного моменту M беруться з протоколу випробувань. Отримані розрахункові дані заносяться до табл. 3.3.

Розрахувавши ефективну потужність $N_{еф}$ та підведену потужність $N_{підв}$ за формулою (2.5), отримуємо повний коефіцієнт корисної дії. Знайдені значення η заносимо до табл. 3.3 та будуємо графічну залежність $\eta = f(p)$.

Таблиця 3.3 – Розрахункові параметри насоса УНА 63/32

№ п/п	p , Па	$Q_{дійсн}$, м ³ /с	ΔQ , м ³ /с	$\eta_{об}$, %	$N_{підв}$, Вт	$N_{еф}$, Вт	η , %

Примітка: теоретична продуктивність насоса $Q_{теор} = \text{_____}$ м³/с.

3.5 Порядок виконання роботи

Ознайомитися з конструкцією та роботою об'ємних насосів аксіально-поршневого типу.

Згідно з рекомендаціями встановити насос на стенді, підключити його до джерел живлення.

Експериментально визначити статичні характеристики насоса цього типу.

Розрахувати функціональні параметри, що знаходяться в залежності від параметрів, визначених експериментально.

3.6 Звіт про роботу

Звіт про роботу повинен містити такі розділи:

- короткий опис конструкції та роботи насоса УНА 63/32;
- протокол випробувань насоса;
- експериментально визначені статичні характеристики насосу цього типу;
- розрахунок характеристик насоса, що залежать від визначених експериментально параметрів;

- таблицю з розрахованими параметрами насоса;
- графічні залежності $\Delta Q = f(p)$, $\eta_{об} = f(p)$, $\eta = f(p)$;
- висновки.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАДІАЛЬНО-ПОРШНЕВОГО НАСОСА

Мета роботи – на прикладі насоса 50НР63 ознайомитися з конструкцією та роботою об'ємних насосів радіально-поршневого типу. Отримати навички монтажу насоса 50НР63 на стенді, підключення його до джерел живлення, експериментального визначення статичних характеристик насоса цього типу, розрахунку функціональних параметрів, що знаходяться в залежності від параметрів, визначених експериментально.

4.1. Конструкція, робота та технічні параметри радіально-поршневого насоса 50НР63

До радіально-поршневих об'ємних насосів належать насоси з радіальним розташуванням циліндрів відносно вісі обертання ротора (або приводного ексцентрикового вала). Вони широко використовуються у ковальсько-пресовому, ливарному, металургійному, металорізальному та іншому обладнанні, а також у гідроприводах мобільних машин.

Сучасним типом насосів, побудованих за схемою радіального розміщення поршнів, є насоси типу 50НР. Радіально-поршневі насоси 50НР є насосами загальномашинобудівного використання. Вони призначені для гідроприводів, що працюють при тиску до 63 МПа, з постійним напрямком подачі робочої рідини. Насоси типу 50НР побудовані за схемою радіального розташування поршнів з віссю, що хитається [1].

Конструкція насоса 50НР представлена на рис. 4.1.

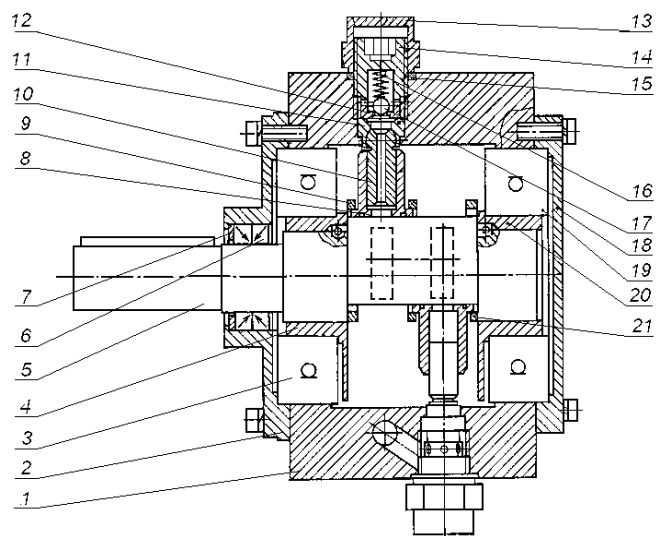


Рисунок 4.1 – Конструкція радіально-поршневого насоса типу НР

Корпус (1) та кришки (2) та (18) утворюють картер радіально-поршневого насоса. В картері встановлені підшипники (3) та (19), в яких через противаги (4) та (20) встановлений ексцентриковий приводний вал (5). Вал (5) ущільнюється манжетою (6) та захисним кільцем (7). На ексцентрик вала (5) спираються два ряди циліндрів (8) (або один ряд циліндрів для насосів з робочим об'ємом 16 см^3), по п'ять циліндрів у кожному ряду. Циліндри (8) фіксуються на ексцентрику вала (5) за допомогою кільця ведення (9) та (21). В циліндри (8) вставлені поршні (10), сферичні голівки котрих спираються на відповідні сфери підп'ятників (11), утворюючи при цьому рухоме шарнірне з'єднання. Кожна така пара поршня (10) та підп'ятника (11) вставлена в радіальну розточку корпусу (1), в якій розташований нагнітальний клапан. Підп'ятник (11) із завальцованим в нього поршнем (10) затиснутий в радіальній розточці корпусу (1) насоса сідлом (12) нагнітального клапана. Ковпачок (13) нагвинчується на корпус (14) клапана та ущільнюється кільцем (15). Пружина (16) притискає запірний елемент клапана – кульку (17) до сідла (12). В корпусі (1) виконані сверлені канали, що об'єднують радіальні розточки в ряду та утворюють один чи два нагнітальні колектори. Пази на ексцентриці вала (5) об'єднують картер насоса з робочими камерами, утвореними циліндрами (8) та поршнями (10). Сполучення картера насоса з лінією всмоктування здійснюється через радіальну розточку в корпусі (1).

Насоси типу 50НР, побудовані за схемою радіального розташування поршнів з віссю, що хитається, працюють таким чином. При всмоктуванні ексцентрик вала (5) повертається та тягне за собою циліндр (8) так, що робоча камера, утворена циліндром (8) та поршнем (10), збільшується. Рідина з картера насоса через пази на ексцентрику вала (5) поступає в робочу камеру.

Коли внутрішній отвір циліндра (8) виходить із зони паза на ексцентрику вала та перекивається, починається нагнітання робочої рідини. Ексцентрик вала (5) рухає

циліндр (8) в бік поршня (10), таким чином зменшуючи об'єм робочої камери. Робоча рідина з камери по осьовому каналу поршня (10), через нагнітальний клапан, потрапляє в нагнітальний колектор і далі в нагнітальний трубопровід.

Основні характеристики насоса 50НР63 наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики насоса 50НР63

Параметри	Значення параметрів
Номінальний об'єм, см ³	63
Тиск на виході, МПа:	
- номінальний	50
- максимальний	63
Тиск на вході, МПа:	
- мінімальний	- 0,02
- максимальний	+ 0,05
Частота обертання, с ⁻¹ :	
- номінальна	25
- максимальна	25
- мінімальна	5
Номінальна подача, л/хв	83,2
Номінальна потужність, кВт	71
Коефіцієнт подачі, %, не менше	93
ККД, %, не менше	92
Повний 90 % ресурс, годин, не менше	8000
90 % напрацювання до відмови, годин, не менше	3800
Маса, кг, не більше	77

4.2. Монтаж насоса 50НР63 та експлуатація в процесі випробувань

Робоче положення радіально-поршневого насоса 50НР63 будь-яке – від горизонтального до вертикального, над рівнем робочої рідини в баці чи нижче рівня робочої рідини.

Привод вала насоса забезпечується за допомогою пружної муфти, яка не створює додаткові осьові та радіальні навантаження між приводним двигуном і механізмом насоса. Допустиме відхилення від співвісності вала радіально-поршневого насоса 50НР63 та вала приводного електродвигуна не повинно бути більшим 0,2 мм.

При монтажі насоса 50НР63 на стенді необхідно:

- забезпечити легкий доступ до всмоктувального і нагнітального трубопроводів;
- забезпечити легкий доступ до носка приводного вала насоса;
- розташувати насос з урахуванням вимоги з'єднання його з системою трубопроводами мінімальної довжини;
- встановлювати насос на раму або масляний бак;

- всмоктувальний трубопровід виконати так, щоб при насосі, який не працює, масло не могло зливатися з нього в бак;
- всмоктувальний трубопровід не повинен бути вищий 200 мм відносно верхньої частини корпусу насоса;
- видалити транспортні заглушки;
- ретельно перевірити чистоту приєднувальних гнізд.

Насоси типу НР... призначені для роботи на мінеральних маслах в'язкістю 21 – 265 мм²/с (сСт) при температурі зовнішнього середовища від 0 до 50°C. Номінальна тонкість фільтрації 40 мкм. Клас частоти робочої рідини 14 за ГОСТ 17216-71.

4.3. Експериментальне визначення статичних характеристик насоса 50НР63

До найбільш важливих експериментальних статичних характеристик об'ємних насосів можна віднести залежності $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ та $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$.

Для визначення залежності дійсної подачі від тиску на виході насоса $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ необхідно:

- встановити радіально-поршневий насос 50НР63, який досліджується, на експериментальний стенд (див. рис. 2.1);
- настроїти клапан (4) на мінімально можливий тиск та встановити найменший опір навантажувального дроселя (5);
- манометром (8) та витратоміром (12) визначити відповідно мінімально можливий тиск та значення подачі насоса, що йому відповідає. Визначені дані внести до протоколу випробувань;
- за допомогою клапана (4) та дроселя (5) поступово підвищувати тиск до значення максимально допустимого для даного насоса. Для насоса 50НР63 максимально допустимий тиск дорівнює 63 МПа;
- за допомогою манометра (8) та витратоміра (12) зафіксувати 10 – 20 значень тиску та значень подачі насоса, що відповідають цим рівням тиску;
- занести зроблені заміри до протоколу випробувань (табл. 4.2);
- за даними протоколу побудувати залежність дійсної подачі від тиску на виході насоса $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$;
- за допомогою мотор-вагів (2) (див. рис. 2.1) визначити крутний момент M , який відповідає зафіксованим величинам тиску. Дані занести до протоколу випробувань.

Згідно з [2] залежності $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ потрібно побудувати для різних значень частоти обертання вала насоса, в тому числі максимальної, номінальної,

мінімальної. Однак при проведенні випробувань з навчальною метою достатньо побудувати цю залежність для номінального значення частоти обертання вала насоса.

Для визначення залежності дійсної подачі від вакуумметричної висоти всмоктування та знаходження критичної висоти всмоктування насоса необхідно:

- для змонтованого на стенді насоса клапаном (4) встановити тиск нагнітання (величина якого вказується викладачем);
- шляхом зміни опору гідродроселя (15) створити різні значення вакууму на вході в насос;
- вакуумметром (14) визначити декілька рівнів вакууму на вході в насос, а витратоміром (12) визначити подачу насоса, що відповідає цим рівням вакууму;
- вимірювання продовжити до отримання значення критичної величини вакууму – такого значення вакууму на вході в насос, при якому подача насоса почне різко падати;
- постійність тиску на виході насоса підтримується за рахунок перерозподілу гідравлічного опору мережі, на яку працює насос: при підвищенні опору дроселя на вході насоса (15) зменшують опір навантажувального дроселя (5);
- дані вимірювання занести до протоколу випробувань;
- за залежністю (2.8) знайти величини вакуумметричної висоти всмоктування, що відповідають вимірним величинам вакууму на вході в насос, який досліджується;
- розраховані величини вакуумметричної висоти всмоктування занести до протоколу;
- за даними протоколу побудувати залежність $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$.

Залежність $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$ визначають при номінальній частоті обертів вала насоса, визначеному постійному робочому тиску, атмосферному тиску, температурі робочої рідини, типі робочої рідини.

Таблиця 4.2 – Протокол випробувань насоса 50НР63

Залежність подачі насоса 50НР63 від тиску				Дослідження кавітаційної характеристики насоса, при $p = \text{___}$ Па				
№ п/п	p , Па	$Q_{\text{дійсн}}$, м ³ /с	M , Н·м	№ п/п	$p_{\text{вак}}$, Па	Δh , м	$Q_{\text{дійсн}}$, м ³ /с	M , Н·м

Примітка:

1. атмосферний тиск $p_{\text{атм}} = \text{___}$ Па;
2. температура навколишнього середовища $t_{\text{атм}} = \text{___}$ °С;
3. температура робочої рідини $t_{\text{роб. рід}} = \text{___}$ °С;

4. номінально частота обертання вала насоса $\omega_{\text{ном}} = \text{_____} \text{ с}^{-1}$;
5. марка робочої рідини – _____;
6. густина робочої рідини $\rho_{\text{роб. рід}} = \text{_____} \text{ кг/м}^3$.

4.4. Визначення розрахункових характеристик насоса

За величиною робочого об'єму радіально-поршневого насоса визначаємо теоретичну продуктивність насоса за залежністю (2.1) та вносимо її значення до табл. 4.3.

Об'ємні витрати ΔQ визначаються як різниця між його теоретичною та дійсною продуктивністю за формулою (2.3). Об'ємний коефіцієнт корисної дії (ККД) $\eta_{\text{об}}$ визначається за залежністю (2.4). Розраховуємо об'ємні витрати ΔQ та об'ємний ККД $\eta_{\text{об}}$ для кожного вимірюваного значення дійсної подачі насоса $Q_{\text{дійсн}}$, що відповідає визначеному тиску p на виході насоса. Знайдені значення ΔQ , $\eta_{\text{об}}$ заносимо до табл. 4.3 та будуємо графічні залежності $\Delta Q = f(p)$, $\eta_{\text{об}} = f(p)$.

За даними протоколу випробувань радіально-поршневого насоса 50НР63 та залежністю (2.6) визначаємо ефективну потужність насоса $N_{\text{еф}}$. Знайдені значення $N_{\text{еф}}$ заносимо до табл. 4.3 та будуємо графічну залежність $N_{\text{еф}} = f(p)$.

Підведена потужність $N_{\text{підв}}$ визначається залежністю (2.7), причому значення частоти обертання n вала приймаються постійними, а значення крутного моменту M беруться з протоколу випробувань. Отримані розрахункові дані заносяться до табл. 4.3.

Розрахувавши ефективну потужність $N_{\text{еф}}$ та підведену потужність $N_{\text{підв}}$ за формулою (2.5), отримуємо повний коефіцієнт корисної дії. Знайдені значення η заносимо до табл. 4.3 та будуємо графічну залежність $\eta = f(p)$.

Таблиця 4.3 – Розрахункові параметри насоса 50НР63

№ п/п	p , Па	$Q_{\text{дійсн}}$, м ³ /с	ΔQ , м ³ /с	$\eta_{\text{об}}$, %	$N_{\text{підв}}$, Вт	$N_{\text{еф}}$, Вт	η , %

Примітка: теоретична продуктивність насоса $Q_{\text{теор}} = \text{_____} \text{ м}^3/\text{с}$.

4.5. Порядок виконання роботи

Ознайомитися з конструкцією та роботою об'ємних насосів радіально-поршневого типу.

Згідно з рекомендаціями встановити насос на стенді, підключити його до джерел живлення.

Експериментально визначити статичні характеристики насоса цього типу.

Розрахувати функціональні параметри, що знаходяться в залежності від параметрів, визначених експериментально.

4.6. Звіт про роботу

Звіт про роботу повинен містити такі розділи:

- короткий опис конструкції та роботи насоса 50HP63;
- протокол випробувань насоса;
- експериментально визначені статичні характеристики насоса цього типу;
- розрахунок характеристик насоса, що залежать від визначених експериментально параметрів;
- таблицю з розрахованими параметрами насоса;
- графічні залежності $\Delta Q = f(p)$, $\eta_{об} = f(p)$, $\eta = f(p)$;
- висновки.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАСТИНЧАСТОГО РЕГУЛЬОВАНОГО НАСОСА

Мета роботи – на прикладі насоса НПлР50/16 ознайомитися з конструкцією та роботою об'ємних насосів пластинчастого типу. Отримати навички монтажу насоса НПлР50/16 на стенді, підключення його до джерел живлення, експериментального визначення статичних характеристик насоса цього типу, розрахунку функціональних параметрів, що знаходяться в залежності від параметрів, визначених експериментально.

5.1. Конструкція, робота та технічні параметри пластинчастого регульованого насоса НПлР50/16

Найбільш сучасним типом пластинчастих насосів, які використовуються у промисловому устаткуванні, є насоси марки Г12-5М та НПл Р.../16. Вони призначені для подачі робочої рідини в гідросистеми верстатів, термопластавтоматів, автоматичних маніпуляторів та іншого технологічного обладнання, де потрібна змінна за величиною подача робочої рідини. Насоси типу Г12-5М та НПлР.../16 дозволяють виконувати механічну настройку величини подачі, механічно або дистанційно змінювати тиск і забезпечують автоматичну зміну подачі від номінальної до нульової. Вони функціонують на робочих рідинах з кінематичною

в'язкістю 25...160 мм² /с (сСт). Клас чистоти робочої рідини на рівні 13 за ГОСТ 17216-71, номінальна точність фільтрації 10 мкм.

Конструкція насосів цих типів [8] показана на рис. 5.1. Робочий комплект насоса складається з ротора (1) з пластинами (2), статора (3), що спирається на рухому (4) та нерухому (29) опори, зовнішнього кільця (5), переднього (13) та заднього (10) розподільних дисків. Робочий комплект встановлений у корпусі (6) та кришці (14), які скріплені гвинтами (7). Статор (3) спирається на рухому (4) та нерухому (30) опори. Шийки ротора (1) спираються на підшипники ковзання, виконані в розподільчих дисках (10) та (13). Ротор (1) шлицями зв'язаний з приводним валом (8), що спирається на шарикопідшипники (9) та (15). Вал (8) ущільнюється манжетою (16). Регулятор насоса містить гвинт (22) та регулювальну гайку (23), встановлені в пробці (24), яка в свою чергу встановлена в корпусі (25). Підп'ятник (26) контактує з гвинтом (22). Пружина (27) регулятора спирається з одного боку на підп'ятник (26), а з іншого – на штовхач (28), який взаємодіє зі статором (3). Найбільший ексцентриситет статора (3) відносно ротора (1) обмежується упором (30). У передньому розподільному диску (13) виконані пази (12) та (18) для всмоктування та нагнітання робочої рідини. Пази (11) та (17) слугують для з'єднання порожнин під торцями, зверненими до центру ротора (1), пластин (2) з напірною (на ділянці нагнітання) та всмоктувальною (на ділянці всмоктування) лінією. Задній диск має зв'язану з напірною лінією кільцеву камеру (19), обмежену шайбами (21) та кільцями (20).

Пластинчастий регульований насос працює таким чином. При обертанні ротора (1) робочий комплект стискається зусиллям, що створює тиск робочої рідини в камері (19). Пластини (2) під дією відцентрових сил та тиску робочої рідини (на ділянці нагнітання) притискаються до внутрішньої поверхні статора (3). Таким чином, робочі камери утворюються двома сусідніми пластинами (2), ротором (1), статором (3), переднім розподільчим диском (13) та заднім розподільчим диском (10). Об'єми робочих камер зменшуються в процесі їх руху вище осі I-I та збільшуються в процесі їх руху нижче осі I-I.

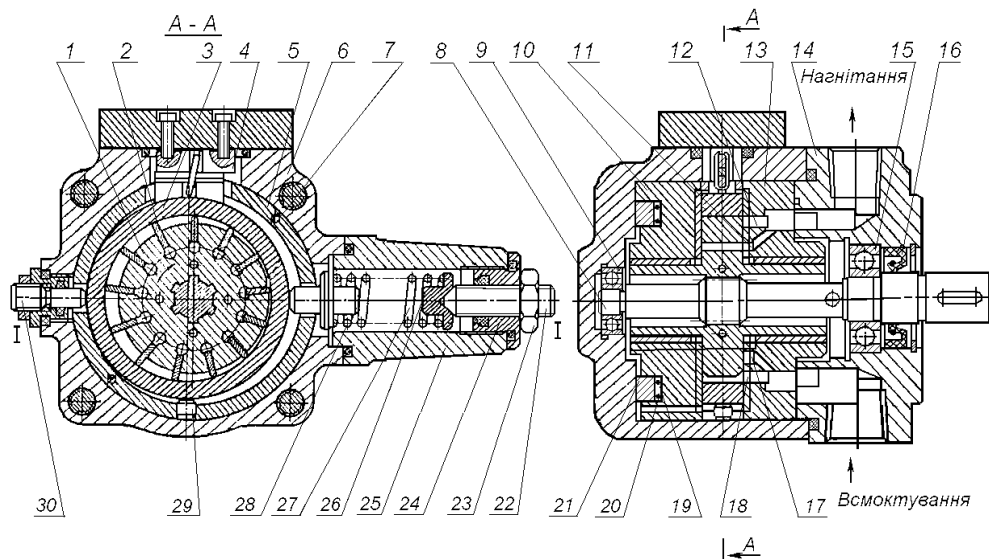


Рисунок 5.1 – Конструкція пластинчастого регульованого насоса

Пази (12) та (18) розташовані таким чином, що при зменшенні об'єму робочих камер вони зв'язані з нагнітальною лінією, а при збільшенні – зі всмоктувальною.

Завдяки тому, що пази (12) та (18) виконані не симетрично осі I-I (повернуті на кут α в напрямку обертання ротора), зусилля, що діє на статор (3), відхиляється по вертикалі (рис. 5.2).

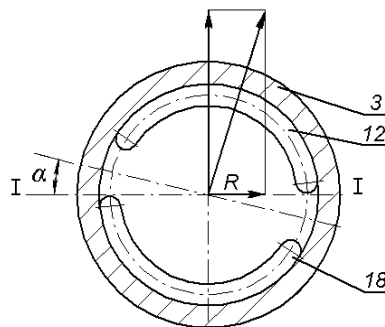


Рисунок 5.2 – Розкладення сил, що діють на статор

Таким чином, з'являється складова зусилля R , що діє з боку статора (3) через штовхач (28) на пружину (27) регулятора та намагається змістити статор (28) в бік пружини (27).

Типова форма характеристик пластинчастого регульованого насоса наведена на рис. 5.3. При збільшенні тиску p подача Q насоса починає повільно зменшуватися у зв'язку з ростом внутрішніх витоків. Коли тиск досягає величини p_1 подача Q насоса починає різко зменшуватися регулятором і при досягненні величини p_2 дорівнює витокам в системі при заданому тиску (рис. 5.3, а). Зміна статичних характеристик насоса може бути досягнута заміною пружини (27) (рис. 5.3, б), або регулюванням упора (31) обмеження ексцентриситету статора (3) відносно ротора (1) (рис. 5.3, в).

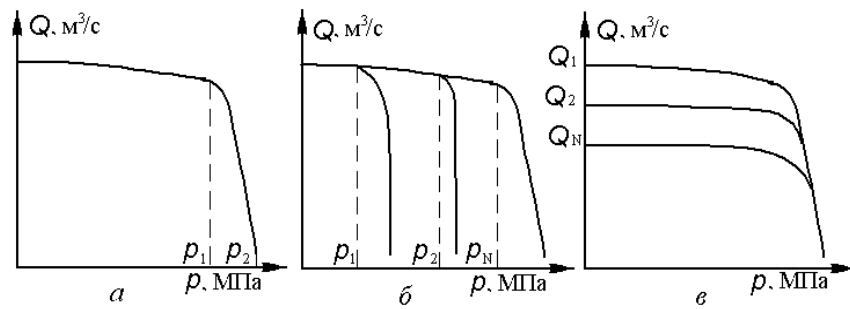


Рисунок 5.3 – Типові форми характеристик пластинчастих регульованих насосів

Основні характеристики насоса НПЛР50/16 наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні технічні параметри пластинчастого регульованого насоса типу НПЛР50/16.

Параметри	Значення параметрів
Робочий об'єм, см ³	50
Тиск на виході, МПа:	
- номінальний	16
Частота обертання, об/хв:	
- номінальна	1450
- максимальна	1800
- мінімальна	1000
Номінальна подача, л/хв	63,5
Номінальна потужність, кВт	22,5
Коефіцієнт подачі, %, не менше	87
ККД, %, не менше	70
Час зміни тиску при зміні подачі від мінімальної до максимальної, с, не більше	0,3
Точність підтримання заданого значення тиску, МПа, не більше	0,5
Допустима частота зміни подачі від мінімальної до номінальної, Гц	60
Діапазон регулювання тиску	6,3 - 16
Повний 90% ресурс, годин, не менше	8000
90% напрацювання до відмови, годин, не менше	3500
Маса, кг, не більше	42,8
Корегований рівень звукової потужності, дБА, не більше	84

5.2. Монтаж насоса НПЛР50/16 та експлуатація в процесі випробувань

Насос НПЛР50/16 може встановлюватися у будь-яке положення. Напрямок обертання вала – за годинниковою стрілкою з боку приводу. Дія радіальних та осьових сил на вал з боку приводу недопустима.

Тонкість фільтрації масла 25 мкм. Для збільшення строку служби насоса при його роботі на високих тисках та температурі, при малій в'язкості робочої рідини рекомендується встановлювати фільтр з тонкістю фільтрації 10 мкм. Перед

початком експлуатації проводиться настройка насоса відповідно до технічної документації.

Максимальна в'язкість масла при нульовій подачі – 200 сСт; при максимальній подачі – 800 сСт.

При різкій зміні подачі в гідросистему робочої рідини, а також при високій жорсткості напірної лінії можливі значні коливання тиску на перехідних режимах.

Перед монтажем з насоса необхідно видалити повітря та залити масло. При монтажі необхідно забезпечити злив витоків з дренажного отвору.

5.3. Експериментальне визначення статичних характеристик насоса НПЛР50/16

До найбільш важливих експериментальних статичних характеристик об'ємних насосів можна віднести залежності $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ та $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$. Насос НПЛР50/16 являє собою досить складну динамічну систему, тому визначати його вакуумметричну характеристику з навчальною метою недоцільно.

Для визначення залежності дійсної подачі від тиску на виході насоса $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ необхідно:

- встановити насос, що досліджується, на стенд (див. рис. 2.1);
- настроїти клапан (4) на мінімально можливий тиск та встановити найменший опір навантажувального дроселя (5);
- манометром (8) та витратоміром (12) визначити відповідно мінімально можливий тиск та значення подачі насоса, що йому відповідає. Визначені дані внести до протоколу випробувань (табл. 5.2);
- за допомогою клапана (4) та дроселя (5) поступово підвищувати тиск до значення максимально допустимого для даного насоса. Для насоса НПЛР50/16 максимально допустимий тиск дорівнює 16 МПа;
- за допомогою манометра (8) та витратоміра (12) зафіксувати 10 – 20 значень тиску та відповідних ним значень подачі насоса;
- занести зроблені заміри до протоколу випробувань (табл. 5.2);
- за даними протоколу побудувати залежність $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$;
- за допомогою мотор-вагів (2) (див. рис. 2.1) визначити крутний момент M , який відповідає зафіксованим величинам тиску, дані занести до протоколу випробувань.

Згідно з [2] залежності $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ потрібно побудувати для різних значень частоти обертання вала насоса, в тому числі максимальної, номінальної, мінімальної. Однак, при проведенні випробувань з навчальною метою достатньо побудувати цю залежність для номінального значення частоти обертання вала

насоса. Для насоса НПЛР50/16 перед випробуванням регулюванням упора (31) необхідно встановити вказаний викладачем рівень подачі (див. рис. 5.3, в).

Таблиця 5.2 – Протокол випробувань насоса НПЛР50/16

Залежність подачі насоса НПЛР50/16 від тиску			
№ п/п	p , Па	$Q_{\text{дійсн}}$, м ³ /с	M , Н·м

Примітка:

1. встановлений теоретичний рівень подачі $Q_{\text{теор}} = \text{_____}$ м³/с;
2. температура робочої рідини $t_{\text{роб. рід}} = \text{_____}$ °С;
3. номінальна частота обертання вала насоса $\omega_{\text{ном}} = \text{_____}$ с⁻¹;
4. тип робочої рідини – _____.

5.4. Визначення розрахункових характеристик насоса

За величиною робочого об'єму пластинчастого насоса НПЛР50/16 визначаємо теоретичну продуктивність насоса за залежністю (2.1) та вносимо її значення до табл. 5.3.

Об'ємні витрати ΔQ визначаються як різниця між теоретичною та дійсною продуктивністю насоса за формулою (2.3). Об'ємний коефіцієнт корисної дії (ККД) $\eta_{\text{об}}$ визначається за залежністю (2.4). Розраховуємо об'ємні витрати ΔQ та об'ємний ККД $\eta_{\text{об}}$ для кожного виміряного значення дійсної подачі насоса $Q_{\text{дійсн}}$, що відповідає визначеному тиску p на виході насоса. Знайдені значення ΔQ , $\eta_{\text{об}}$ заносимо до табл. 5.3 та будуємо графічні залежності $\Delta Q = f(p)$, $\eta_{\text{об}} = f(p)$.

За даними протоколу випробувань радіально-поршневого насоса 50НР63 та залежністю (2.6) визначаємо ефективну потужність насоса $N_{\text{еф}}$. Знайдені значення $N_{\text{еф}}$ заносимо до табл. 5.3 та будуємо графічну залежність $N_{\text{еф}} = f(p)$.

Підведена потужність $N_{\text{підв}}$ визначається залежністю (2.7), причому значення частоти обертання ω вала приймаються постійними, а значення крутного моменту M беруться з протоколу випробувань. Отримані розрахункові дані заносяться до табл. 5.3.

Розрахувавши ефективну потужність $N_{\text{еф}}$ та підведену потужність $N_{\text{підв}}$ за формулою (2.5), отримуємо повний коефіцієнт корисної дії. Знайдені значення η заносимо до табл. 5.3 та будуємо графічну залежність $\eta = f(p)$.

Таблиця 5.3 – Розрахункові параметри насоса НПЛР50/16

№ п/п	p , Па	$Q_{\text{дійсн}}$, м ³ /с	ΔQ , м ³ /с	$\eta_{\text{об}}$, %	$N_{\text{підв}}$, Вт	$N_{\text{еф}}$, Вт	η , %

Примітка: теоретична продуктивність насоса $Q_{\text{теор}} = \text{_____}$ м³/с.

5.5. Порядок виконання роботи

Ознайомитися з конструкцією та роботою об'ємних регульованих насосів пластинчастого типу.

Згідно з рекомендаціями встановити насос на стенді, підключити його до джерел живлення.

Експериментально визначити залежність дійсної подачі насоса від тиску на виході насоса $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$.

Розрахувати функціональні параметри, що знаходяться в залежності від параметрів, визначених експериментально.

5.6 Звіт про роботу

Звіт про роботу повинен містити такі розділи:

- короткий опис конструкції та роботи насоса НПЛР50/16;
- протокол випробувань насоса;
- експериментально визначені статичні характеристики насоса цього типу;
- розрахунок характеристик насоса, що залежать від визначених експериментально параметрів;
- таблицю з розрахованими параметрами насоса;
- графічні залежності $\Delta Q = f(p)$, $\eta_{\text{об}} = f(p)$, $\eta = f(p)$;
- висновки.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА

Мета роботи – на прикладі насоса НШ32У-2 ознайомитися з конструкцією та роботою об'ємних насосів шестеренного типу. Отримати навички монтажу насоса НШ32У-2 на стенді, підключення його до джерел живлення, експериментального визначення статичних характеристик насоса цього типу, розрахунку функціональних параметрів, що знаходяться в залежності від даних визначених експериментально.

6.1. Конструкція, робота та технічні параметри шестеренного насоса НШ32У-2

Насоси типу НШ призначені для нагнітання робочої рідини в системи гідроприводів тракторів, сільськогосподарських, будівельно-дорожніх, комунальних машин, а також автомобільної техніки.

Конструкція насоса НШ32У-2 (рис. 6.1) представлена в каталозі [9].

В корпусі (1) розташовані рухомі втулки (2) та (4), в яких знаходиться ведуча шестерня (5) та ведена шестерня (6). Рухомі втулки (2) та (4) слугують опорами для цапф і ущільнень торцевих поверхонь вінців шестерень. Ведуча шестерня (5) виконана за одне ціле з валом, який ущільнюється манжетною (3), що захищається від ушкодження опорним та стопорним кільцями (не показані). Місця сполучення втулок (2), (4) з кришкою (7) та кришки (7) з корпусом (1) ущільнюються манжетами (8) та (9). Спеціальне гумове ущільнення (10) запобігає витоків робочої рідини з порожнини нагнітання до порожнини (А).

Найбільш розповсюдженими насосами цього типу є насоси з зовнішнім зачепленням та циліндричними шестернями. Шестеренні насоси працюють таким чином [3]. При обертанні шестерень робоча рідина, що знаходиться у западинах зубців, переноситься з камери всмоктування (d) в камеру нагнітання (c), що утворена корпусом насоса та поверхнями зубців (a_1), (b_1), (a_2), (b_2) (рис. 6.2). Поверхні зубців (a_1) та (a_2), при обертанні шестерень, витискають більше рідини ніж може поміститися в об'ємі, що звільняється зачепленими зубцями (b_1) та (b_2). Різниця об'ємів, утворених робочими поверхнями цих двох пар зубців, витискується до нагнітальної лінії насоса.

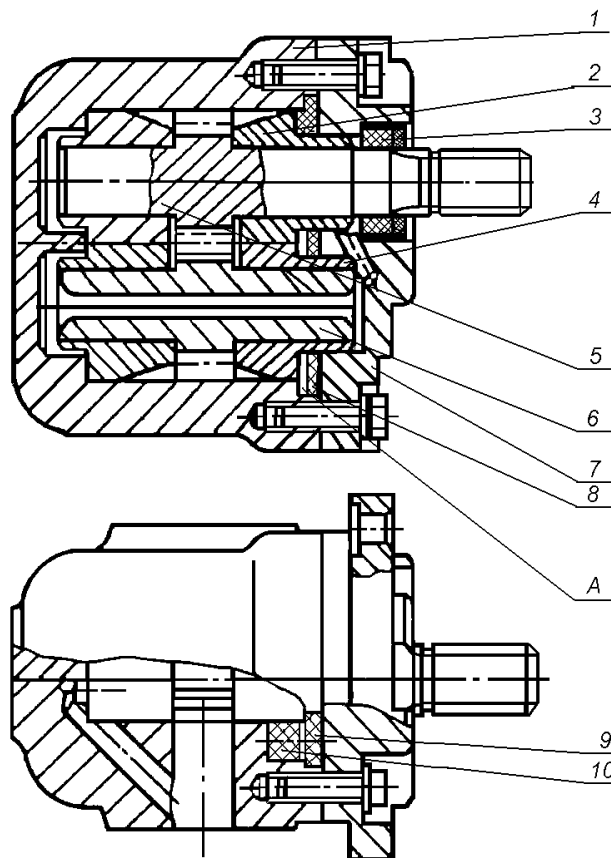


Рисунок 6.1 – Конструкція насосів типу НШ

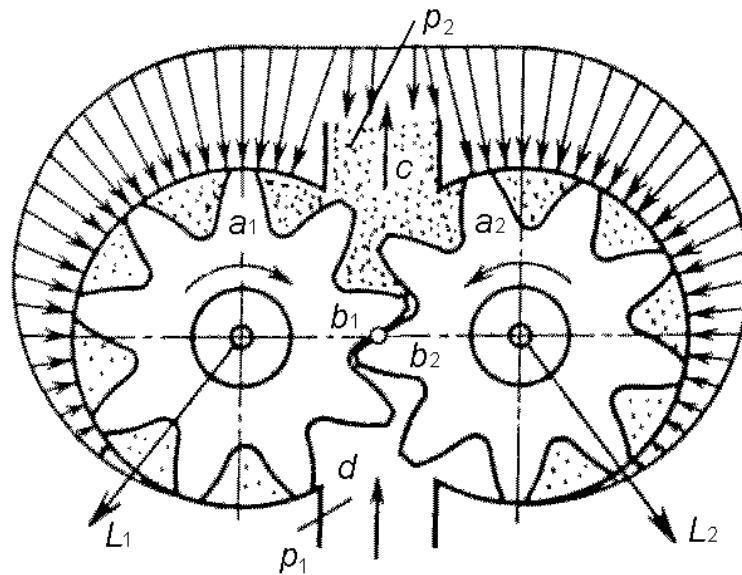


Рисунок 6.2 Схема роботи шестеренного насоса

Основні характеристики насоса НШ32У-2 наведені в табл. 6.1

Таблиця 6.1 – Основні технічні параметри насоса НШ32У-2

Параметри	Значення параметрів
Номінальний робочий об'єм, см ³	31,7
Тиск на виході, МПа:	
- номінальний	14
Частота обертання, об/хв:	
- номінальна	1920
- максимальна	2400
- мінімальна	960
Коефіцієнт подачі, %, не менше	0,92
ККД, %, не менше	0,82
Номінальна потужність, кВт	17,9
Маса, кг	5,28

6.2. Монтаж насоса НШ32У-2 та експлуатація в процесі випробувань

Насоси типу НШ можуть встановлюватися у будь-якому положенні. Дані насоси випускаються як з правим, так і з лівим напрямком обертання вала. Дія радіальних та осьових сил на вал насоса з боку вала приводного двигуна – небажана. Всмоктувальний трубопровід має бути виконаний так, щоб при непрацюючому насосі масло не могло зливатися з нього в бак. Бажано розташувати насос з вимогою з'єднання його з гідросистемою трубопроводами мінімальної довжини. Насоси типу НШ працюють на робочих рідинах з кінематичною в'язкістю 30 – 70 мм²/с (сСт) при температурі робочої рідини 30 – 80 °С. Клас чистоти робочої рідини 15 за ГОСТ 17216 – 71. При використанні насоса у складі гідросистеми мобільної машини потрібно обирати масло відповідно до кліматичної зони, в якій працює машина, та пори року. Перед монтажем з насоса треба видалити повітря та залити робочу рідину.

6.3 Експериментальне визначення статичних характеристик насоса НШ32У-2

До найбільш важливих експериментальних статичних характеристик насосів можна віднести $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ та $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$.

Для визначення залежності дійсної подачі від тиску на виході насоса $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ необхідно:

- встановити радіально-поршневий насос НШ32У-2, який досліджується, на експериментальний стенд (див. рис. 2.1);
- настроїти клапан (4) на мінімально можливий тиск та встановити найменший опір навантажувального дроселя (5);
- манометром (8) та витратоміром (12) визначити відповідно мінімально можливий тиск та значення подачі насоса, що йому відповідає. Визначені дані внести до протоколу випробувань;
- за допомогою клапана (4) та дроселя (5) поступово підвищувати тиск до значення максимально допустимого для даного насоса. Для насоса НШ32У-2 максимально допустимий тиск 14 МПа;
- манометром (8) та витратоміром (12) зафіксувати 10 – 20 значень тиску та значень подачі насоса, що відповідають цим рівням тиску;
- занести зроблені заміри до протоколу випробувань;
- за даними протоколу побудувати залежність дійсної подачі від тиску на виході насоса $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$;
- за допомогою мотор-вагів (2) (див. рис. 2.1) визначити крутний момент M , який відповідає зафіксованим величинам тиску, дані занести до протоколу випробувань.

Згідно з [2] залежності $Q_{\text{дійсн}} = f(p)$ потрібно будувати для різних значень частоти обертання вала насоса, в тому числі максимальної, номінальної, мінімальної. Однак при проведенні випробувань з навчальною метою достатньо побудувати цю залежність для номінального значення частоти обертання вала насоса.

Для визначення залежності дійсної подачі від вакуумметричної висоти всмоктування та знаходження критичної висоти всмоктування насоса необхідно:

- для встановленого на стенді насоса клапаном (4) встановити тиск нагнітання (величина якого вказується викладачем);
- шляхом зміни опору гідродроселя (15) створити різні значення вакууму на вході в насос;

- за вакуумметром (14) визначити декілька рівнів вакууму на вході в насос, а за витратоміром (12) визначити подачу насоса, що відповідає цим рівням вакууму;
- вимірювання продовжувати до отримання значення критичної величини вакууму – такого значення, при якому подача насоса почне різко падати;
- постійність тиску на виході насоса підтримується за рахунок перерозподілу гідравлічного опору мережі, на яку працює насос: при підвищенні опору дроселя на вході насоса (15) зменшують опір навантажувального дроселя (5);
- данні вимірювання занести до протоколу випробувань. За залежністю (2.8) знайти величини вакуумметричної висоти всмоктування, що відповідають виміряним величинам вакууму на вході в насос, що досліджується (табл. 6.2);
- розраховані величини вакуумметричної висоти всмоктування занести до протоколу;
- за даними протоколу побудувати залежність $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$.

Залежність $Q_{\text{дійсн}} = f(\Delta h)$ визначають при номінальній частоті обертів вала насоса, визначеному постійному робочому тиску, атмосферному тиску, температурі робочої рідини, типу робочої рідини.

Таблиця 6.2 – Протокол випробувань шестеренного насоса НШ32У-2

Залежність подачі насоса від тиску				Дослідження кавітаційної характеристики насоса, при $p = \text{___ Па}$				
№ п/п	p , Па	$Q_{\text{дійсн}}$, м ³ /с	M , Н·м	№ п/п	$p_{\text{вак}}$, Па	Δh , м	$Q_{\text{дійсн}}$, м ³ /с	M , Н·м

Примітка:

1. атмосферний тиск $p_{\text{атм}} = \text{___ Па}$;
2. температура навколишнього середовища $t_{\text{атм}} = \text{___ } ^\circ\text{C}$;
3. температура робочої рідини $t_{\text{роб. рід}} = \text{___ } ^\circ\text{C}$;
4. номінально частота обертання вала насоса $\omega_{\text{ном}} = \text{___ с}^{-1}$;
5. тип робочої рідини – _____;
6. густина робочої рідини $\rho_{\text{роб. рід}} = \text{___ кг/м}^3$.

6.4 Визначення розрахункових характеристик насоса НШ32У-2

За величиною робочого об'єму радіально-поршневого насоса визначаємо його теоретичну продуктивність за залежністю (2.1) та вносимо її значення до табл. 6.3.

Об'ємні витрати ΔQ визначаються як різниця між теоретичною та дійсною продуктивністю насоса за формулою (2.3). Об'ємний коефіцієнт корисної дії (ККД) $\eta_{\text{об}}$ визначається за залежністю (2.4). Розраховуємо об'ємні витрати ΔQ та об'ємний ККД $\eta_{\text{об}}$ для кожного виміряного значення дійсної подачі насоса $Q_{\text{дійсн}}$, що

відповідає визначеному тиску p на виході насоса. Знайдені значення ΔQ , $\eta_{об}$ заносимо до табл. 6.3 та будуємо графічні залежності $\Delta Q = f(p)$, $\eta_{об} = f(p)$.

За даними протоколу випробувань шестеренного насоса НШ32У-2 та залежністю (2.6) визначаємо ефективну потужність насоса $N_{еф}$. Значення $N_{еф}$ заносимо до табл. 6.3 та будуємо залежність $N_{еф} = f(p)$.

Підведена потужність $N_{підв}$ визначається залежністю (2.7), причому значення частоти обертання ω вала приймаються постійними, а значення крутного моменту M беруться з протоколу випробувань. Отримані розрахункові дані заносяться до табл. 6.3.

Розрахувавши ефективну потужність $N_{еф}$ та підведену потужність $N_{підв}$ за формулою (2.5) отримуємо повний ККД. Значення η заносимо до табл. 6.3 та будуємо графічну залежність $\eta = f(p)$.

Таблиця 6.3 – Розрахункові параметри шестеренного насоса НШ32У-2

№ п/п	p , Па	$Q_{дійсн}$, м ³ /с	ΔQ , м ³ /с	$\eta_{об}$, %	$N_{підв}$, Вт	$N_{еф}$, Вт	η , %

Примітка: теоретична продуктивність насоса $Q_{теор} = \text{_____}$ м³/с.

6.5. Порядок виконання роботи

Ознайомитися з конструкцією та роботою об'ємних насосів шестеренного типу.

Згідно з рекомендаціями встановити насос на стенді, підключити його до джерел живлення.

Експериментально визначити статичні характеристики насоса.

Розрахувати функціональні параметри, що знаходяться в залежності від даних, визначених експериментально.

6.6. Звіт про роботу

Звіт про роботу повинен містити такі розділи:

- короткий опис конструкції та роботи насосу НШ32У-2;
- протокол випробувань насоса;
- експериментально визначені статичні характеристики насоса;
- розрахунок характеристик насоса, що залежать від визначених експериментально параметрів;
- таблицю з розрахованими параметрами насоса;
- графічні залежності $\Delta Q = f(p)$, $\eta_{об} = f(p)$, $\eta = f(p)$;
- висновки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гидравлическое оборудование для гибких производственных систем, модулей и других машин и механизмов: Каталог / Разраб. ВНИИгидропривод. – М.: ВНИИТЭМР, 1988.
2. ГОСТ 14658 – 86. Насосы объемные гидроприводов. Правила приемки и испытаний. – Чинний від 01.01.88.
3. Башта Т. М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем: Учебник для ВУЗов. – М.: Машиностроение, 1974.
4. ГОСТ – 12.2.086 – 83. Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности к монтажу и эксплуатации – Чинний від 01.01.85.
5. ГОСТ – 12.2. 040 – 79. Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности к конструкции. – Чинний від 01.01.80.
6. A new member in Rexroth family the AA10VO series 40 variable piston pump // HYDRAULICS & PNEUMATICS. – 1990. – № 4. – С. 5
7. Axial Piston Units for hydraulic drive systems // Rexroth Programmer – 1989.
8. Свешников В. К., Усов А. А. Станочные гидроприводы: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988.
9. Гидравлическое оборудование тракторов и сельскохозяйственных машин. Часть 1.: Каталог. – М.: ЦНИИТЭИавтосельхозмашин, 1989.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторно-практичних занять «Вивчення конструкцій, роботи та експериментальне дослідження характеристик об'ємних насосів» з курсу «Об'ємні гідро- і пневмомашини» для студентів спеціальності 7.090209 «Гідравлічні і пневматичні машини»

Укладачі: ОНИЩЕНКО Анатолій Миколайович
СКВОРЧЕВСЬКИЙ Олександр Євгенович

Відповідальний за випуск П. М. Гладкий
Роботу до видання рекомендував доц. Є. Т. Зайченко

Редактор О. Ю. Цигіпова

План 2005 р., поз. 28/ _____

Підписано до друку _____. Формат 60x84 1/16. Папір друк № 2.

Друк – ризографія. Гарнітура Time New Roman. Ум. друк. арк. 2,0

Обл.-вид. арк. 2,5. Наклад 100 прим. Зам. № _____. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ». 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 116 від 10.07. 2000 р.

Друкарня НТУ «ХПІ». 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21