



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

Об'ємні гідроприводи

# НАСОСИ ОБ'ЄМНІ, ГІДРОМОТОРИ ТА ГІДРОПЕРЕДАЧІ

Методи випробування та подання основних  
сталих робочих характеристик

(ISO 4409:2007, IDT)

ДСТУ ISO 4409:2013

БЗ № 11–2013/410

*Видання офіційне*



Київ  
МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ  
2014

## ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Технічний комітет стандартизації «Об'ємні гідроприводи, пневмоприводи і змащувальні системи» (ТК 45) та Закрите акціонерне товариство «Науково-виробниче підприємство «Е.Г.П.-Регулятор» (ЗАТ НВП «Е.Г.П.-Регулятор»)

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **В. Петухов** (науковий керівник); **В. Початовська**

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Міністерства економічного розвитку України від 29 листопада 2013 року № 1424 з 2014–07–01

3 Національний стандарт відповідає ISO 4409:2007 Hydraulic fluid power — Positive-displacement pumps, motors and integral transmissions — Methods of testing and presenting basic steady state performance (Об'ємні гідроприводи. Насоси об'ємні, гідромотори та гідропередачі. Методи випробування та подання основних сталих робочих характеристик)

Ступінь відповідності — ідентичний (ITD)

Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 14658–86 у частині методів випробування і ГОСТ 20719-83 у частині методів випробування)

---

Право власності на цей документ належить державі.

Відтворювати, тиражувати та розповсюджувати його повністю чи частково на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.

Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Міністерства економічного розвитку України

Міністерство економічного розвитку України, 2014

## ЗМІСТ

	с.
Національний вступ .....	IV
1 Сфера застосування .....	1
2 Нормативні посилання .....	1
3 Терміни та визначення понять .....	2
4 Умовні позначки та одиниці вимірювання .....	4
5 Випробування .....	5
5.1 Вимоги .....	5
5.2 Випробування насосів .....	7
5.3 Випробування гідромоторів .....	9
5.4 Випробування гідропередач .....	10
6 Подання результатів .....	11
6.1 Загальні вимоги .....	11
6.2 Випробування насосів .....	11
6.3 Випробування гідромоторів .....	12
6.4 Випробування гідропередач .....	13
7 Форма запису у разі посилання на цей стандарт .....	13
Додаток А Застосування практичних одиниць .....	14
Додаток В Похибки та класи точності вимірювань .....	15
Додаток С Перелік вихідних даних .....	16
Бібліографія .....	16
Додаток НА Перелік національних стандартів України, згармонізованих із міжнародними стандартами, посилання на які є в цьому стандарті .....	17

## НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є переклад ISO 4409:2007 Hydraulic fluid power — Positive-displacement pumps, motors and integral transmissions — Methods of testing and presenting basic steady state performance (Об'ємні гідроприводи. Насоси об'ємні, гідромотори та гідропередачі. Методи випробування та подавання основних сталих робочих характеристик).

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, — ТК 45 «Об'ємні гідроприводи, пневмоприводи і змащувальні системи».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи цього стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Зміст», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» та «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- із тексту стандарту вилучено попередній довідковий матеріал міжнародного стандарту «Передмова» і «Вступ»;
- до розділу 2 «Нормативні посилання» та розділу 7 «Форма запису» долучено «Національне пояснення» і «Національну примітку», виділені в тексті рамкою;
- у таблиці 1 виправлено редакційну помилку: позначку «R» замінено на «r»;
- у розділі 7 позначку «ISO 4409» замінено на «ДСТУ ISO 4409:2013»;
- долучено довідковий національний додаток НА, в якому подано перелік національних стандартів України, згармонізованих із міжнародними стандартами, посилання на які є в цьому стандарті.

Копії міжнародних нормативних документів, посилання на які є у цьому стандарті, можна отримати у Головному фонді нормативних документів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

ОБ'ЄМНІ ГІДРОПРИВОДИ

**НАСОСИ ОБ'ЄМНІ, ГІДРОМОТОРИ ТА ГІДРОПЕРЕДАЧІ**

Методи випробування та подання основних  
сталих робочих характеристик

ОБЪЕМНЫЕ ГИДРОПРИВОДЫ

**НАСОСЫ ОБЪЕМНЫЕ, ГИДРОМОТОРЫ И ГИДРОПЕРЕДАЧИ**

Методы испытаний и представления основных  
установившихся рабочих характеристик

HYDRAULIC FLUID POWER

**POSITIVE-DISPLACEMENT PUMPS, MOTORS  
AND INTEGRAL TRANSMISSIONS**

Methods of testing and presenting basic steady state performance

---

Чинний від 2014-07-01

**1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

Цей стандарт установлює методи визначання робочих характеристик і ККД об'ємних насосів, гідромоторів і гідропередач. Він поширюється на пристрої з валами безперервної дії.

Цей стандарт установлює вимоги до випробувального устаткування, методів випробування (за сталих умов) та подавання результатів випробування.

**2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

Наведені нижче документи є обов'язковими для використання у цьому стандарті. Для датованих посилань використовують посилання тільки на наведені видання. Для недатованих посилань використовують посилання на останнє видання нормативного документа (разом з будь-якими змінами).

ISO 31 Quantities and units

ISO 1219-1 Fluid power systems and components — Graphic symbols and circuit diagrams — Part 1: Graphic symbols for conventional use and data-processing applications

ISO 4391 Hydraulic fluid power — Pumps, motors and integral transmissions — Parameters definitions and letter symbols

ISO 5598 Fluid power systems and components — Vocabulary

ISO 9110-1 Hydraulic fluid power — Measurement techniques — Part 1: General measurement principles

ISO 9110-2 Hydraulic fluid power — Measurement techniques — Part 2: Measurement of average steady-state pressure in a closed conduit.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO 31 Параметри та одиниці вимірювання

ISO 1219-1 Гідроприводи об'ємні, пневмоприводи та їхні складники. Умовні графічні позначки та схеми Частина 1. Умовні графічні позначки для стандартного застосування та подання даних процесів

ISO 4391 Гідроприводи об'ємні. Насоси об'ємні, гідромотори та гідропередачі Визначення параметрів і літерні умовні позначки

ISO 5598 Гідроприводи об'ємні, пневмоприводи та їхні складники. Словник термінів

ISO 9110-1 Гідроприводи об'ємні. Методи вимірювання. Частина 1. Основні принципи вимірювання

ISO 9110-2 Гідроприводи об'ємні. Методи вимірювання. Частина 2. Вимірювання середніх значень сталого тиску в замкненому гідроприводі.

### 3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті застосовано терміни та відповідні їм визначення понять згідно з ISO 5598 і такі.

Примітка. Коли немає подвійного тлумачення (тобто коли може бути проведено випробування насоса або гідромотора), верхні індекси P, M і T, що стосуються параметрів насоса, гідромотора або гідропередачі відповідно, не наводять

#### 3.1 об'ємна витрата (*volume flow rate*)

$q_V$

Об'єм робочої рідини, що проходить за одиницю часу через поперечний переріз каналу

#### 3.2 витрата на витік (*drainage flow rate*)

$q_{V_d}$

Об'єм витрати з корпусу пристрою

#### 3.3 дійсна витрата на виході насоса (*pump effective outlet flow rate*)

$q_{V_{2,e}}^P$

Дійсна витрата за температури  $\theta_{2,e}$  і тиску  $p_{2,e}$ , виміряна на виході насоса.

Примітка. Якщо витрату виміряно не на виході насоса, а у іншому місці, за температури  $\theta$  та тиску  $p$ , її значення скоригують, щоб отримати значення дійсної витрати на виході насоса, за допомогою рівняння (1)

$$q_{V_{2,e}}^P = q_V \left[ 1 - \left( \frac{p_{2,e} - p}{K_T} \right) + \alpha (\theta_{2,e} - \theta) \right] \quad (1)$$

#### 3.4 дійсна витрата на виході гідромотора (*motor effective outlet flow rate*)

$q_{V_{1,e}}^M$

Дійсна витрата за температури  $\theta_{1,e}$  і тиску  $p_{1,e}$ , виміряна на виході гідромотора.

Примітка 1. Якщо витрату виміряно не на виході гідромотора, а у іншому місці, за температури  $\theta$  та тиску  $p$ , її значення скоригують, щоб отримати значення дійсної витрати на виході насоса, за допомогою рівняння (2)

$$q_{V_{1,e}}^M = q_V \left[ 1 - \left( \frac{p_{1,e} - p}{K_T} \right) + \alpha (\theta_{1,e} - \theta) \right] \quad (2)$$

Примітка 2. Якщо витрату виміряно на виході гідромотора та він має зовнішній витік, значення витрати гідромотора,  $q_V$ , та значення витрати на витік,  $q_{V_d}^M$ , треба скоригувати з посиланням на температуру  $\theta$  і тиск  $p$  на вході, використані для розрахунку  $q_{V_{1,e}}^M$  за допомогою рівняння (3)

$$q_{V_{1,e}}^M = q_V \left[ 1 - \left( \frac{p_{1,e} - p}{K_T} \right) + \alpha (\theta_{1,e} - \theta) \right] + q_{V_d} \left[ 1 - \left( \frac{p_{1,e} - p_d}{K_T} \right) + \alpha (\theta_{1,e} - \theta_d) \right] \quad (3)$$

#### 3.5 корисний об'єм (*derived capacity*)

$V_i$

Об'єм робочої рідини, переміщуваний насосом або гідромотором за один оберт, розрахований з вимірювань за різних значень швидкості в умовах випробування

[ISO 8426]

**3.6 частота обертання вала (rotational frequency shaft speed)** $n$ 

Кількість обертів приводного вала за одиницю часу.

Примітка. Напрямок обертання (за годинниковою стрілкою або проти) визначають залежно від точки спостереження за кінцем вала. За необхідності, цей напрямок також можна визначати за діаграмою

**3.7 крутний момент (torque)** $T$ 

Вимірне значення крутного моменту на валу випробовуваного пристрою

**3.8 дійсний тиск (effective pressure)** $p_e$ 

Тиск робочої рідини відносно атмосферного тиску, значення якого є:

- a) позитивним, якщо тиск перевищує атмосферний або
- b) негативним, якщо тиск менше ніж атмосферний

**3.9 тиск витоку (drainage pressure)** $p_d$ 

Тиск відносно атмосферного тиску, вимірний на виході зливного з'єднання на корпусі пристрою

**3.10 механічна потужність (mechanical power)** $P_m$ 

Добуток значень крутного моменту та частоти обертання, вимірних на валу насоса або гідромотора, як наведено у рівнянні (4):

$$P_m = 2\pi \cdot n \cdot T \quad (4)$$

**3.11 гідравлічна потужність (hydraulic power)** $P_h$ 

Добуток значень витрати і тиску у будь-якій точці, як наведено у рівнянні (5):

$$P_h = q_v \cdot p \quad (5)$$

**3.12 дійсна гідравлічна потужність на виході насоса (effective outlet hydraulic power of a pump)** $P_{2,h}^P$ 

Сумарна гідравлічна потужність на виході насоса, як наведено у рівнянні (6)

$$P_{2,h}^P = q_{V_{2,e}} \cdot p_{2,e} \quad (6)$$

**3.13 дійсна гідравлічна потужність на вході гідромотора (effective inlet hydraulic power of a motor)** $P_{1,h}^M$ 

Сумарна гідравлічна потужність на вході гідромотора, як наведено у рівнянні (7)

$$P_{1,h}^M = q_{V_{1,e}} \cdot p_{1,e} \quad (7)$$

Примітка. Сумарна енергія робочої рідини є сумою різних видів енергії рідини. У рівняннях (6) та (7) значеннями кінетичної енергії, енергій розміщення та стискування рідини нехтують, а потужність розраховують за допомогою тільки статичного тиску. Якщо інші види енергії значно впливають на результати випробовувань, їх треба відповідним чином урахувувати

**3.14 загальний ККД насоса (pump overall efficiency)** $\eta_t^P$ 

Відношення значення потужності, яка передається рідині протягом її проходження насосом, до значення механічної потужності на вході, як наведено у рівнянні (8):

$$\eta_t^P = \frac{(q_{V_{2,e}} \cdot p_{2,e}) - (q_{V_{1,e}} \cdot p_{1,e})}{2\pi \cdot n \cdot T} \quad (8)$$

**3.15 об'ємний ККД насоса (pump volumetric efficiency)** $\eta_V^P$ 

Відношення значення витрати на виході, придатної для роботи, до добутку значень корисного об'єму насоса,  $V_i$ , та частоти обертання вала,  $n$ , за визначених умов, як наведено у рівнянні (9):

$$\eta_V^P = \frac{q_{V_{2,e}}}{V_i^P \cdot n} \quad (9)$$

**3.16 загальний ККД гідромотора (motor overall efficiency)** $\eta_t^M$ 

Відношення значення механічної потужності на валу на виході гідромотора до значення гідравлічної потужності на вході в гідромотор, як наведено у рівнянні (10):

$$\eta_t^M = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{(q_{V_{1,e}} \cdot p_{1,e}) - (q_{V_{2,e}} \cdot p_{2,e})} \quad (10)$$

**3.17 об'ємний ККД гідромотора (motor volumetric efficiency)** $\eta_V^M$ 

Відношення добутку значень корисного об'єму гідромотора,  $V_i$ , та частоти обертання вала,  $n$ , до дійсного значення витрати на вході, необхідної для роботи, за визначених умов, як наведено у рівнянні (11):

$$\eta_V^M = \frac{V_i^M \cdot n}{q_{V_{1,e}}} \quad (11)$$

**3.18 гідромеханічний ККД гідромотора (motor hydro-mechanical efficiency)** $\eta_{hm}^M$ 

Відношення значення крутного моменту на валу гідромотора до значення дійсного крутного моменту, як наведено у рівнянні (12):

$$\eta_{hm}^M = \frac{T}{T_{th}} = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{(p_{1,e} - p_{2,e}) V_i^M} \quad (12)$$

**3.19 загальний ККД гідропередачі (integral transmission overall efficiency)** $\eta_t^T$ 

Відношення значення механічної потужності на виході до значення механічної потужності на вході, як наведено у рівнянні (13):

$$\eta_t^T = \frac{n_2 \cdot T_2}{n_1 \cdot T_1} \quad (13)$$

**3.20 частота обертання гідропередачі (integral transmission rotational frequency ratio)** $r$ 

Відношення значення частоти обертання на виході,  $n_2$ , до значення частоти обертання на вході,  $n_1$ , за визначених умов, як наведено у рівнянні (14):

$$r = \frac{n_2}{n_1} \quad (14)$$

**4 УМОВНІ ПОЗНАКИ ТА ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ**

Умовні позначки та одиниці вимірювання згідно з ISO 31 (усі частини), використані в цьому стандарті, наведено у таблиці 1.

Літери та цифри, використані як верхні індекси умовних позначок, наведених у таблиці 1, визначено в ISO 4391.

Графічні умовні позначки, використані у рисунках 1, 2, 3 та 4, — згідно з ISO 1219-1.

Таблиця 1 — Умовні позначки та одиниці вимірювання

Параметр	Умовна позначка	Одиниця вимірювання <sup>a</sup>
Об'ємна витрата	$q_V$	$\text{м}^3\text{с}^{-1}$
Корисний об'єм	$V_i$	$\text{м}^3\text{р}^{-1}$
Швидкість обертання	$n$	$\text{р}^{-1}$
Крутильний момент	$T$	Н·м
Дійсний тиск	$p_e$	Па
Потужність	$P$	Вт
Масова густина	$\rho$	$\text{кг м}^{-3}$
Ізотермічний пересічний модуль пружності	$\bar{K}_T$	Па <sup>b</sup>
Кінематична в'язкість	$\nu$	$\text{м}^2\text{с}^{-1}$
Температура	$\theta$	К
Коефіцієнт об'ємного теплового розширювання	$\alpha$	$\text{К}^{-1}$
ККД	$\eta$	—
Частота обертання	$r$	—

<sup>a</sup> Використання практичних одиниць вимірювання для подання результатів описано у додатку А.  
<sup>b</sup> 1 Па = 1 Н/м<sup>2</sup>.

## 5 ВИПРОБУВАННЯ

### 5.1 Вимоги

#### 5.1.1 Загальні вимоги

Випробувальний стенд має бути сконструйований так, щоб протягом випробування запобігти потраплянню повітря, також треба передбачити засоби для видалення з системи усього вільного повітря перед проведенням випробування.

Випробний пристрій має бути встановлено та він має працювати у випробувальному контурі згідно з інструкціями виробника; див. також додаток С. Треба записати значення температури навколишнього середовища випробувального приміщення.

У випробувальному контурі треба встановити фільтр, щоб забезпечити рівень чистоти робочої рідини, визначений виробником випробного пристрою. Треба записати розміщення, кількість та особистий опис кожного фільтра, використаного у випробувальному контурі.

Якщо вимірювання тиску проводять у трубі, треба дотримуватись вимог згідно з ISO 9110-1 та ISO 9110-2.

Якщо вимірювання температури проводять у трубі, нарізевий отвір для цього має бути розміщений на відстані, що дорівнює від двох до чотирьох діаметрів труби від нарізевого отвору, щоб вимірювати тиск якнайдалі від пристрою.

На рисунках 1, 2, 3 і 4 наведено схеми основних контурів, які не містять усіх пристроїв безпеки, необхідних для захисту від пошкодження у разі відмови будь-якого пристрою. Важливо, щоб вимоги щодо безпеки були ретельно дотримані для забезпечення захисту персоналу та устаткування.

#### 5.1.2 Установлювання випробного пристрою

Установлюють випробний пристрій у випробувальний контур згідно з відповідним рисунком 1, 2, 3 або 4.

#### 5.1.3 Стан випробного пристрою

За необхідності, перед проведенням випробування випробний пристрій «обкатують» згідно з рекомендаціями виробника.

#### 5.1.4 Випробувальні рідини

Через те, що характеристики випробного пристрою можуть значно різнитися залежно від в'язкості використаної випробувальної рідини, треба користуватись рідиною, рекомендованою виробником випробного пристрою.

Треба зареєструвати такі параметри робочої рідини:

- a) кінематична в'язкість;
- b) масова густина за випробовувальної температури;
- c) ізотермічний січний модуль пружності,
- d) коефіцієнт об'ємного теплового розширення.

### 5.1.5 Температура

#### 5.1.5.1 Контрольована температура

Випробовування треба проводити за сталої температури випробовувальної рідини. Температуру випробовувальної рідини треба вимірювати на вході до випробного пристрою, вона має бути у межах діапазону значень, рекомендованого виробником.

Температура випробовувальної рідини має підтримуватись у межах допусків, наведених у таблиці 2.

Таблиця 2 — Допуск на температуру випробовувальної рідини

Клас точності вимірювання (див. додаток В)	A	B	C
Допуск на температуру (°C)	± 1,0	± 2,0	± 4,0

#### 5.1.5.2 Інші значення температури

Необхідно зазначити температуру робочої рідини, виміряну у таких місцях:

- a) на виході випробного пристрою;
- b) у точці вимірювання витрати випробовувального контура;
- c) у зливному гідропроводі (якщо є).

Треба записати температуру навколишнього середовища у випробовувальному приміщенні.

Для гідропередач може бути неможливо виміряти усі необхідні види температури. Не записані вище значення температури мають бути зазначені у звіті про випробування.

#### 5.1.6 Атмосферний тиск

Абсолютне значення атмосферного тиску навколишнього середовища у випробовувальному приміщенні.

#### 5.1.7 Тиск у корпусі

Якщо тиск робочої рідини у корпусі випробного пристрою може впливати на його характеристики, тоді значення тиску робочої рідини, використовуваної для випробовувань, має бути записано.

#### 5.1.8 Сталі умови

Кожна група показників контрольованих значень відібраного параметра має бути записана тільки тоді, коли указане значення контрольованого параметра буде у межах допусків, наведених у таблиці 3. Якщо записано багато показників змінної величини, треба записувати усі значення, доки контрольований параметр є у межах робочих допусків. Максимальний запропонований період часу для отримання усіх показників становить 10 с.

Таблиця 3 — Допустимі відхилення середніх значень показників контрольованих параметрів

Параметр	Допустимі відхилення для класів точності вимірювань <sup>a</sup> (див. додаток В)		
	A	B	C
Частота обертання, %	± 0,5	± 1,0	± 2,0
Крутильний момент, %	± 0,5	± 1,0	± 2,0
Об'ємна витрата, %	± 0,5	± 1,5	± 2,5
Тиск, Па ( $p_e < 2 \times 10^5$ Па) <sup>b</sup>	± $1 \times 10^3$	± $3 \times 10^3$	± $5 \times 10^3$
Тиск, Па ( $p_e \geq 2 \times 10^5$ Па)	± 0,5	± 1,5	± 2,5

<sup>a</sup> Допустимі відхилення, наведені у цій таблиці, є відхиленнями, показаними приладом, а не граничною похибкою показів приладу, див. додаток В. Ці відхилення застосовують як показник сталого стану, а також для графічного подання вимірних значень. Дійсне значення показника треба застосовувати для усіх подальших розрахунків потужності або ККД

<sup>b</sup> 1 Па = 1 Н/м<sup>2</sup>

### 5.1.9 Вимірювання під час випробувань

Треба вибирати таку кількість груп показників і такий їх розподіл у діапазоні, щоб отримати представницькі дані щодо робочої характеристики випробного пристрою в усьому діапазоні змінюваних параметрів.

## 5.2 Випробування насосів

### 5.2.1 Випробувальні контури

#### 5.2.1.1 Випробування за відкритого контуру

Для випробування треба використовувати контур згідно з рисунком 1, який щонайменше містить ті пристрої, що наведено на рисунку. Якщо необхідно, щоб вхідний отвір був під тиском, треба передбачити засоби для підтримання тиску на вході у визначених межах (див. 5.2.2).

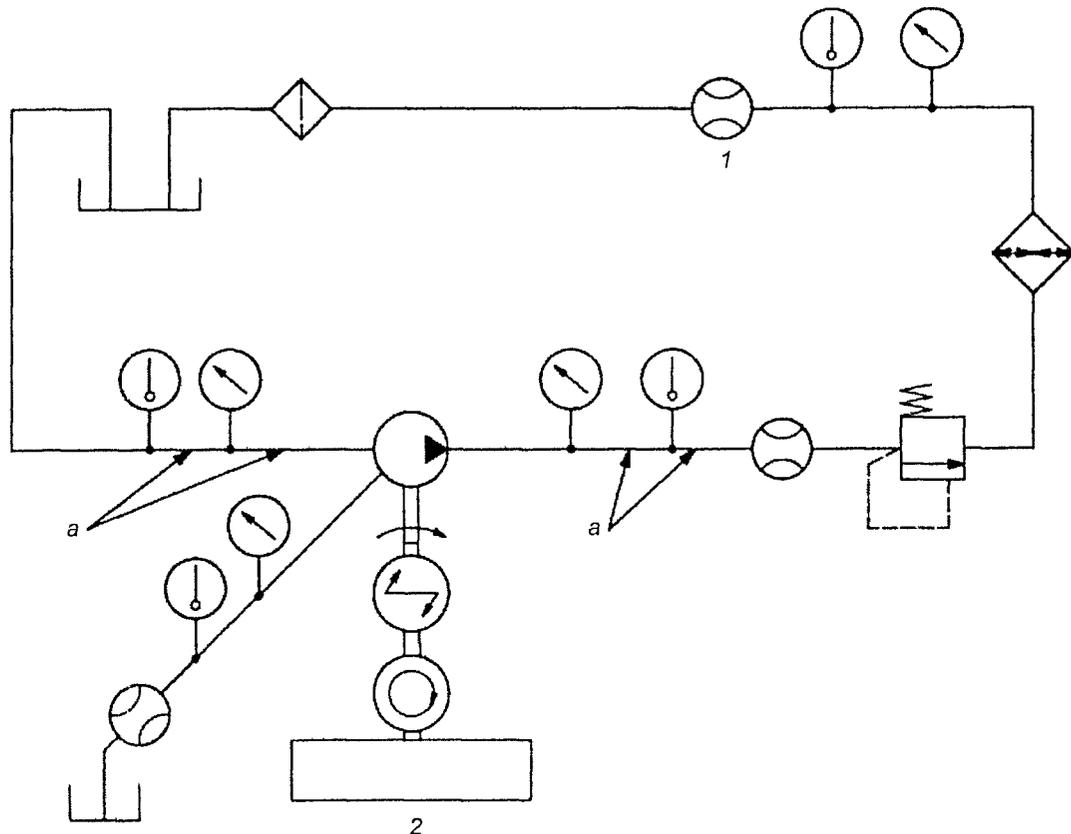
#### 5.2.1.2 Випробування за закритого контуру

Для випробування треба використовувати контур згідно з рисунком 2, який містить щонайменше ті пристрої, що наведено на рисунку. У цьому контурі підживлювальний насос забезпечує незначну витрату у надлишку загальних втрат контуру. Більш значна витрата може бути забезпечена для охолодження.

### 5.2.2 Тиск на вході

Протягом кожного випробування тиск на вході треба підтримувати постійним за сталих значень внутрішнього тиску у межах допустимого діапазону, визначеного виробником.

Якщо необхідно, можна провести випробування за різних значень тиску на вході.



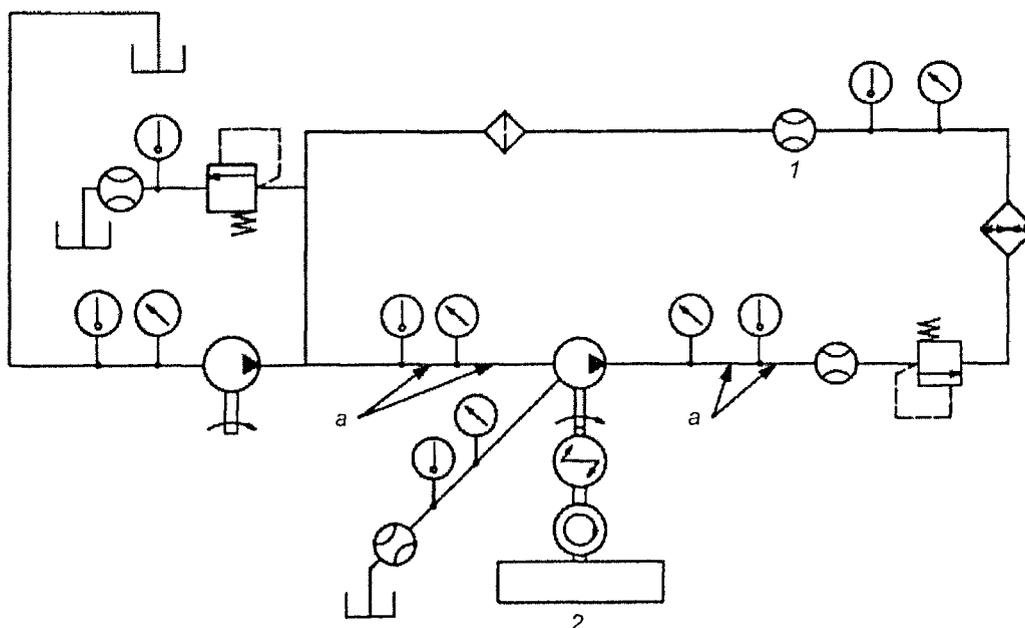
Позначки

1 — позиція за вибором,

2 — задавальний пристрій

<sup>a</sup> Щодо довжини трубопроводів — див. 5.1.1

Рисунок 1 — Схема для випробування насоса (відкритий контур)



Позначки:  
 1 — позиція за вибором;  
 2 — задавальний пристрій.  
<sup>a</sup> Щодо довжини трубопроводів — див. 5.1.1.

Рисунок 2 — Схема для випробування насоса (закритий контур)

### 5.2.3 Вимірювання під час випробувань

Реєструють вимірні значення таких характеристик:

- a) крутного моменту на вході;
- b) витрати на виході;
- c) витрати витоків (за наявності);
- d) температури робочої рідини.

Проводять випробування за постійної частоти обертання (див. таблицю 3) та декількох значень тиску на виході для того, щоб подати представницькі показники характеристик насоса, які перевищують повний діапазон значень тиску на виході.

Повторюють вимірювання a)–d) 5.2.3 за інших значень частоти обертання для того, щоб подати представницькі показники характеристик насоса, які перевищують повний діапазон значень частоти обертання.

### 5.2.4 Регульований робочий об'єм

Якщо насос — регульований, проводять повні випробування за максимальних значень його робочого об'єму та будь-яких інших необхідних значень (наприклад, за 75 %, 50 % та 25 % максимальних значень робочого об'єму). Кожне з цих значень має забезпечувати кількість витрати, визначену для цього випробування, за мінімальних значень тиску на виході та частоти обертання.

### 5.2.5 Зворотний потік

Якщо напрям руху потоку крізь насос може бути змінений (наприклад, за допомогою засобів регулювання робочого об'єму), треба провести випробування в обох напрямках потоку.

### 5.2.6 Невмонтовані підживлювальні насоси

Якщо випробний насос взаємопов'язано з окремим підживлювальним насосом і потужність на входах може бути вимірною окремо, треба провести випробування насосів, а результати подати незалежно один від одного.

### 5.2.7 Повнопоточковий вмонтований підживлювальний насос

Якщо підживлювальний насос є складником випробного насоса, для якого підсумкова підвідна потужність є нероздільною, та підживлювальний насос подає повний потік основного насоса, обидва насоси треба вважати єдиним цілим пристроєм і відповідним чином подавати результати випробування.

Примітка. Виміряний на вході тиск є вхідним тиском підживлювального насоса.

Будь-яке перевищення витрати підживлювального насоса треба виміряти та записати.

### 5.2.8 Вмонтований підживлювальний насос з окремим відводом

Якщо підживлювальний насос є складником випробного насоса, для якого підсумкова підвідна потужність є нероздільною, але підживлювальний насос подає тільки частину витрати у гідропровід основного насоса, а залишок витрати відводиться або використовується для деяких допоміжних дій (наприклад, для охолоджувального циркулювання), тоді, за можливості, значення витрати підживлювального насоса потрібно виміряти та зареєструвати.

## 5.3 Випробування гідромоторів

### 5.3.1 Випробувальний контур

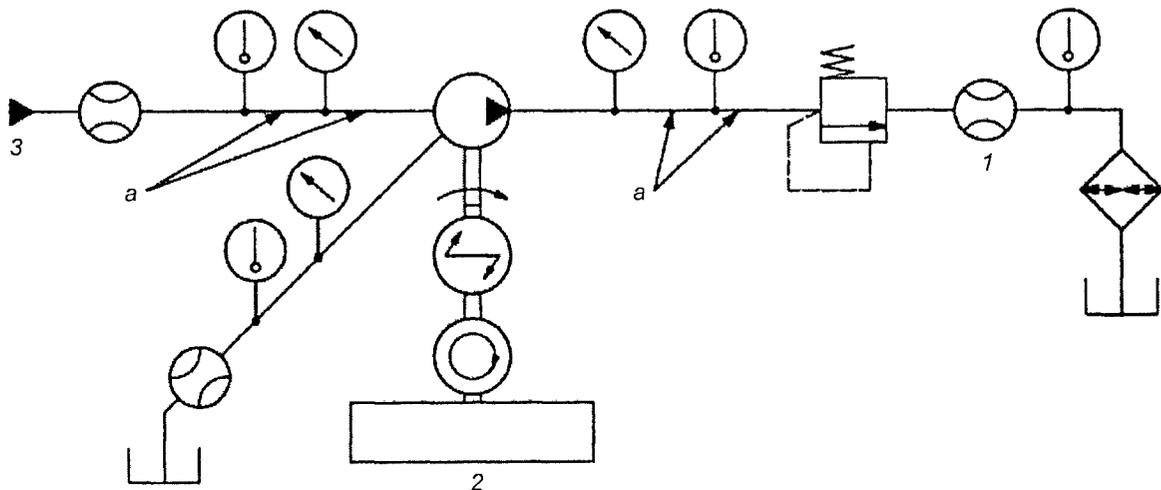
Для випробування треба використовувати контур згідно з рисунком 3, який містить щонайменше пристрої, наведені на рисунку.

Якщо витрату вимірюють на виході гідромотора (позиція за вибором), витрату у корпусі гідромотора теж треба додавати у розрахунок, щоб одержати правильне значення витрати.

### 5.3.2 Тиск на виході

Тиск на виході гідромотора треба регулювати (наприклад, за допомогою клапана тиску), щоб протягом випробувань підтримувати постійний тиск на виході у межах допусків, наведених у таблиці 3.

Цей тиск на виході має задовольняти вимоги передбаченого використання гідромотора та рекомендації виробника.



Позначки:

1 — позиція за вибором;

2 — навантаження;

3 — контрольоване живлення робочою рідиною.

<sup>a</sup> Щодо довжини трубопроводів — див. 5.1.1.

Рисунок 3 — Схема для випробування гідромотора

### **5.3.3 Вимірювання під час випробовувань**

Треба провести вимірювання:

- a) витрати на вході;
- b) витрати витоку (за наявності);
- c) крутного моменту на виході;
- d) температури робочої рідини.

Проводять випробовування за частоти обертання, що перевищує повне значення частоти обертання гідромотора, та кількох різних значень тиску на вході для того, щоб подати представницькі показники характеристик гідромотора, які перевищують повний діапазон значень тиску на вході.

### **5.3.4 Регульований робочий об'єм**

Якщо гідромотор — регульований, проводять повні випробовування за мінімальних і максимальних значень його робочого об'єму та інших необхідних значень (наприклад, за 75 %, 50 % та 25 % максимальних значень робочого об'єму).

За допомогою регулювання треба одержати визначений робочий об'єм, щоб забезпечити пропорційні значення частоти обертання для однакових значень витрати на вході з нульовим значенням крутного моменту на виході. Значення витрати потрібно обирати так, щоб мінімальний робочий об'єм гідромотора припадав на максимальне значення частоти обертання.

### **5.3.5 Зворотне обертання**

Для гідромоторів, які мають працювати в обох напрямках обертання, треба провести випробування в обох напрямках.

## **5.4 Випробування гідропередач**

### **5.4.1 Випробовувальний контур**

Для випробовування треба використовувати контур згідно з рисунком 4, який містить щонайменше ті пристрої, що наведено на рисунку.

### **5.4.2 Вимірювання під час випробовування**

Для гідропередачі, що працює за максимальної пропускної здатності та визначеної частоти обертання на вході, треба виконати такі вимірювання:

- a) крутного моменту на вході;
- b) крутного моменту на виході;
- c) частоти обертання на виході;
- d) тиску випробовувальної рідини;
- e) температури випробовувальної рідини, за необхідності.

Для визначеної частоти обертання на вході треба провести випробовування гідропередачі за діапазону значень потужності, що перевищує рекомендований виробником.

Повторюють вимірювання, наведені в а)—е) 5.4.2 для декількох різних значень частоти обертання на вході у межах допусків, установлених у таблиці 3.

Якщо насос — регульований, повторюють вимірювання, наведені в а)—е) 5.4.2, за значень витрати, що дорівнюють 75 %, 50 % та 25 % максимального значення витрати насоса, з гідромотором за максимального значення його витрати.

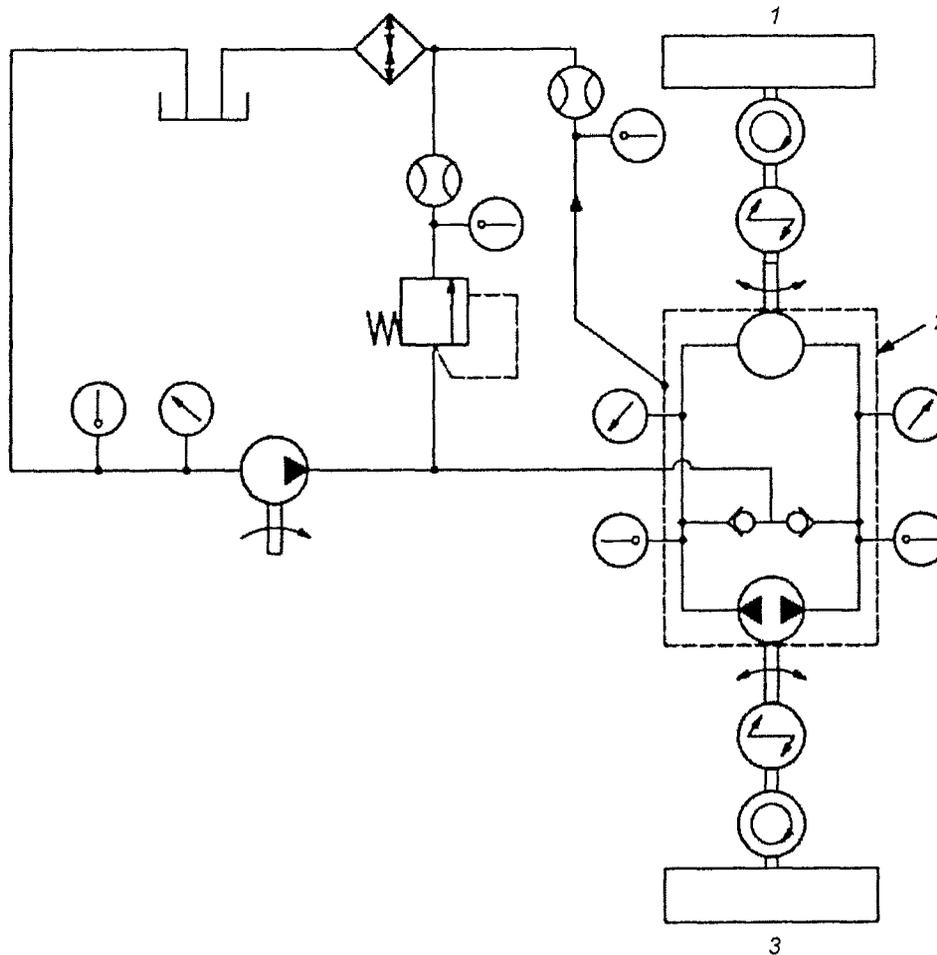
Значення витрати насоса потрібно визначати як відношення частоти обертання вихідного вала за зменшеної витрати насоса до частоти обертання вихідного вала за максимальної витрати насоса, без прикладання навантаги до вихідного вала з гідромотором за максимального значення його витрати.

Якщо гідромотор — регульований, повторюють вимірювання, наведені в а)—е) 5.4.2, з гідромотором за мінімального значення його витрати.

### **5.4.3 Підживлювальні насоси**

Якщо підживлювальні насоси або інші допоміжні пристрої поєднано з насосом гідропередачі та їх задіюють за допомогою того самого вхідного вала, насоси вважають єдиним цілим пристроєм, а інформацію щодо цього записують у протоколі випробовування.

Якщо підживлювальні насоси або інші допоміжні пристрої мають окреме керування, вимоги до їхньої потужності треба вилучати з характеристик гідропередачі та цю інформацію потрібно записувати у протоколі випробування.



Позначки:  
 1 — навантага;  
 2 — корпус гідропередачі;  
 3 — задавальний пристрій.

Рисунок 4 — Схема для випробування гідропередачі

#### 5.4.4 Зворотне обертання

Якщо вихідний вал має працювати в обох напрямках обертання, треба провести випробування в обох напрямках.

## 6 ПОДАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

### 6.1 Загальні положення

Результати усіх вимірювань під час випробувань і результати розрахунків, проведених за ними, потрібно занести до таблиць та подати графічно. Записи повинна виконати організація, що проводила випробування.

### 6.2 Випробування насосів

#### 6.2.1 Насоси, випробувані за однієї постійної частоти обертання

Для насоса, який випробовують за однієї постійної частоти обертання, треба побудувати діаграми залежності дійсного тиску на виході ( $p_{2,e}$ ) від

- об'ємного ККД;
- повного ККД;
- дійсної витрати на виході та
- дійсної механічної потужності на вході.

Додатково потрібно записати такі параметри:

Параметр	Результат	Одиниця вимірювань
Використана випробувальна рідина		—
Температура випробувальної рідини на вході насоса		К
Кінематична в'язкість випробувальної рідини		м <sup>2</sup> с <sup>-1</sup>
Густина випробувальної рідини		кг м <sup>-3</sup>
Дійсний тиск на вході насоса		Па
Робочий об'єм насоса у відсотках від повного робочого об'єму, за якого проведено випробовування		%
Частота обертання насоса, за якої проведено випробовування		с <sup>-1</sup>

### 6.2.2 Насоси, випробувані за кількох різних та постійної частоти обертання

Для насоса, який випробовують за кількох значень постійної частоти обертання, результати для кожного з різних значень дійсного тиску на виході,  $p_{2,e}$ , використаних у випробовуваннях, треба подавати так, як описано у 6.2.1, або побудувати діаграми залежності значення частоти обертання від:

- a) об'ємного ККД;
- b) повного ККД;
- c) дійсної витрати на виході та
- d) дійсної механічної потужності на вході.

Додатково потрібно записати такі параметри:

Параметр	Результат	Одиниця вимірювань
Використана випробувальна рідина		—
Температура випробувальної рідини на вході насоса		К
Кінематична в'язкість випробувальної рідини		м <sup>2</sup> с <sup>-1</sup>
Густина випробувальної рідини		кг м <sup>-3</sup>
Дійсний тиск на вході насоса		Па
Робочий об'єм насоса у відсотках від повного робочого об'єму, за якого проведено випробовування		%
Дійсний тиск на виході насоса		Па

### 6.3 Випробування гідромоторів

Для гідромоторів треба побудувати діаграми залежності значення частоти обертання,  $n$ , від кожного з різних значень дійсного тиску на вході,  $p_{1,e}$ , використаних у випробуваннях:

- a) об'ємного ККД;
- b) повного ККД;
- c) дійсної витрати на вході;
- d) крутного моменту на виході;
- e) гідромеханічного ККД.

Додатково потрібно записати такі параметри:

Параметр	Результат	Одиниця вимірювань
Використана випробувальна рідина		—
Температура випробувальної рідини на вході насоса		К
Кінематична в'язкість випробувальної рідини		м <sup>2</sup> с <sup>-1</sup>
Густина випробувальної рідини		кг м <sup>-3</sup>
Робочий об'єм насоса у відсотках від повного робочого об'єму, за якого проведено випробування		%
Дійсний тиск на виході насоса		Па

#### 6.4 Випробування гідропередач

Для проведення випробування гідропередачі її треба випробувати за одного значення постійної частоти обертання на вході (за постійної потужності на вході) та побудувати діаграми залежності загального ККД,  $\eta_t$ , від значення частоти обертання на виході,  $n_2$ .

Випробування треба повторити для трьох різних значень дійсної потужності на виході,  $P_{2,e}$ .

Додатково потрібно записати такі параметри:

Параметр	Результат	Одиниця вимірювань
Використана випробувальна рідина		—
Температура випробувальної рідини на вході насоса		К
Кінематична в'язкість випробувальної рідини		м <sup>2</sup> с <sup>-1</sup>
Густина випробувальної рідини		кг м <sup>-3</sup>
Частота обертання на вході		с <sup>-1</sup>
Дійсна потужність на виході		В

А також треба побудувати діаграми залежності коефіцієнта частоти обертання,  $r$ , від дійсного тиску на виході насоса,  $p_2$ .

Додатково потрібно записати такі параметри:

Параметр	Результат	Одиниця вимірювань
Використана випробувальна рідина		—
Температура випробувальної рідини на вході насоса		К
Частота обертання на вході		с <sup>-1</sup>
Робочий об'єм насоса у відсотках від повного робочого об'єму, за якого проведено випробування		%
Робочий об'єм гідромотора у відсотках від повного робочого об'єму, за якого проведено випробування		%

### 7 ФОРМА ЗАПИСУ У РАЗІ ПОСИЛАННЯ НА ЦЕЙ СТАНДАРТ

Для посилань на цей стандарт у звітах про випробування, каталогах і торговельних документах має бути використана така форма запису:

«Основні сталі робочі характеристики визначено та подано згідно з ДСТУ ISO 4409:2007 Об'ємні гідроприводи. Насоси об'ємні, гідромотори та гідропередачі. Методи випробування та подання основних сталих робочих характеристик».

**Національна примітка**

В Україні для вищезазначеного запису позначку «ISO 4409» замінюють на «ДСТУ ISO 4409:2013».

## ЗАСТОСУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ОДИНИЦЬ

### А.1 Практичні одиниці

Результати випробувань можна подавати у табличній та графічній формах за допомогою практичних одиниць, наведених у таблиці А.1.

Таблиця А.1 — Практичні одиниці

Параметр	Умовна позначка	Практична одиниця
Об'ємна витрата	$q_V$	л·хв <sup>-1</sup>
Частота обертання	$n$	хв <sup>-1</sup>
Крутильний момент	$T$	Н·м
Тиск	$p$	бар
Потужність	$P$	кВт
Масова густина	$\rho$	кг·л <sup>-1</sup>
Ізотермічний пересічний модуль пружності	$\overline{K_T}$	Па (бар) <sup>b</sup>
Кінематична в'язкість	$\nu$	мм <sup>2</sup> с <sup>-1</sup> <sup>c</sup>
Температура	$\theta$	°С
Загальний ККД <sup>a</sup>	$\eta$	—

<sup>a</sup> ККД також можна подавати у відсотках.  
<sup>b</sup> 1 бар = 10<sup>5</sup> Па.  
<sup>c</sup> 1 сСт = 1 мм<sup>2</sup> с<sup>-1</sup>.

### А.2 Розрахунок

#### А.2.1 Загальне положення

Щоб подати результати у практичних одиницях (див. таблицю А.1), рівняння (4)—(8), (10), (12) і (13) можуть бути модифіковані, як наведено в А.2.2—А.2.7.

#### А.2.2 Механічна потужність

$$P_m = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60000}, \text{ виражена в кВт} \quad (\text{A.1})$$

#### А.2.3 Гідрравлічна потужність

$$P_h = \frac{q_V \cdot p}{600}, \text{ виражена в кВт} \quad (\text{A.2})$$

$$P_{2,h}^P = \frac{q_{V_{2,e}} \cdot p_{2,e}}{600}, \text{ виражена в кВт} \quad (\text{A.3})$$

$$P_{1,h}^M = \frac{q_{V_{1,e}} \cdot p_{1,e}}{600}, \text{ виражена в кВт} \quad (\text{A.4})$$

#### А.2.4 Загальний ККД насоса

$$\eta_i^P = \frac{(q_{V_{2,e}} \cdot p_{2,e}) - (q_{V_{1,e}} \cdot p_{1,e})}{2\pi \cdot n \cdot T} \cdot 100, \text{ виражений у \%} \quad (\text{A.5})$$

#### А.2.5 Гідромеханічний ККД гідромотора

$$\eta_{hm}^M = \frac{T}{T_{th}} = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{(p_{1,e} - p_{2,e}) V_i^M} \cdot 100, \text{ виражений у \%} \quad (\text{A.6})$$

**А.2.6 Загальний ККД гідромотора**

$$\eta_t^M = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{(q_{V1,e} \cdot p_{1,e}) - (q_{V2,e} \cdot p_{2,e})} \cdot 100, \text{ виражений у \%} \quad (\text{A.7})$$

**А.2.7 Загальний ККД гідропередачі**

$$\eta_t^T = \frac{n_2 \cdot T_2}{n_1 \cdot T_1} \cdot 100, \text{ виражений у \%}. \quad (\text{A.8})$$

ДОДАТОК В  
(обов'язковий)

**ПОХИБКИ ТА КЛАСИ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ****В.1 Класи точності вимірювань**

Залежно від необхідної точності вимірювань випробовування треба проводити для одного з трьох класів: А, В або С за домовленістю між зацікавленими сторонами.

**Примітка 1.** Класи А та В призначені для особливих випадків, коли треба точно визначити робочі характеристики.

**Примітка 2.** Треба звернути увагу на те, що класи А та В потребують використання більш точних приладів і методів, що збільшує вартість випробувань.

**В.2 Похибки**

Будь-який прилад або метод за допомогою калібрування або порівнювання з міжнародними стандартами повинні мати здатність до вимірювань даних значень із систематичними похибками, які не перевищують допусків, наведених у таблиці В.1.

**В.3 Сумарні похибки**

Під час проведення розрахунків потужності або ККД сумарну похибку визначають добуванням квадратного кореня із суми середньоквадратичних значень похибок.

Приклад:

$$\frac{\delta \eta_t}{\eta_t} = \sqrt{\left(\frac{\delta q_V}{q_V}\right)^2 + \left(\frac{\delta p}{p}\right)^2 + \left(\frac{\delta n}{n}\right)^2 + \left(\frac{\delta T}{T}\right)^2}$$

Систематичні похибки, наведені вище,  $\delta q_V$ ,  $\delta p$ ,  $\delta n$  та  $\delta T$  — це систематичні похибки приладів, а не максимальні значення, наведені у таблиці В.1. Для більш точного підсумку похибок треба користуватись «Словником офіційної метрології. Основні терміни[1]».

Таблиця В.1 — Допустимі систематичні похибки під час калібрування вимірювального приладу

Параметр, вимірюваний приладом	Допустимі систематичні похибки для класів точності вимірювань		
	А	В	С
Частота обертання	± 0,5 %	± 1,0 %	± 2,0 %
Крутний момент	± 0,5 %	± 1,0 %	± 2,0 %
Об'ємна витрата	± 0,5 %	± 1,0 %	± 2,5 %
Тиск ( $p_e < 2 \times 10^5$ Па)	± 1 × 10 <sup>3</sup> Па	± 3 × 10 <sup>3</sup> Па	± 5 × 10 <sup>3</sup> Па
Тиск ( $p_e \geq 2 \times 10^5$ Па)	± 0,5 %	± 1,0 %	± 2,5 %
Температура	± 0,5 °С	± 1,0 °С	± 2,0 °С
Механічна потужність	—	—	± 4,0 %

**Примітка.** Допуски у відсотках застосовано для значень вимірених параметрів, а не для максимальних випробувальних даних або максимальних показників приладу.

**ПЕРЕЛІК ВИХІДНИХ ДАНИХ**

Нижче наведено перелік вихідних даних для допомоги у виборі придатних позицій, за якими рекомендовано до початку випробовування провести узгодження між зацікавленими сторонами (це не завжди необхідно або це розглядають для погодження за усіма позиціями):

- a) назва виробника;
- b) умовна позначка, визначена виробником (тип № ..., серія № ...)
- c) технічна документація, яку надає виробник;
- d) напрям обертання вала(-ів);
- e) випробовувальний контур;
- f) вимоги виробника щодо устанавлювання;
- g) застосовані пристрої для фільтрування;
- h) розміщення точок відбирання тиску;
- i) облік втрат у трубопроводі під час розраховування;
- j) вихідні умови перед проведенням випробовування;
- k) випробовувальна рідина (назва та тип);
- l) кінематична в'язкість випробовувальної рідини за випробовувальної температури;
- m) густина випробовувальної рідини за випробовувальної температури;
- n) ізотермічний пересічний модуль пружності випробовувальної рідини;
- o) коефіцієнт теплового розширювання випробовувальної рідини;
- p) температура випробовувальної рідини;
- q) максимально допустимий тиск у корпусі;
- r) тиск на вході насоса;
- s) значення частоти обертання, використані протягом випробовувань;
- t) значення випробовувального тиску;
- u) відсоткові значення для регульованої продуктивності насоса;
- v) вимоги до зворотної витрати;
- w) інформація про підживлювальний насос;
- x) тиск на виході гідромотора;
- y) вимоги до зворотного обертання;
- z) подання результатів;
- aa) клас точності вимірювання.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

- 1 Vocabulary of Legal Metrology — Fundamental Terms (published by the International Organization of Legal Metrology)
- 2 ISO 8426 Hydraulic fluid power — Positive displacement pumps and motors — Determination of derived capacity.

ДОДАТОК НА  
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ,  
ЗГАРМОНІЗОВАНИХ ІЗ МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ,  
ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В ЦЬОМУ СТАНДАРТІ**

ДСТУ 3455.1–96 Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 1. Загальні поняття. Терміни та визначення (ISO 5598:1985, NEQ)

ДСТУ 3455.2–96 Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 2. Об'ємні гідромашини та пневмомашини. Терміни та визначення (ISO 5598:1985, NEQ)

ДСТУ 3455.3–96 Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 3. Гідроапарати та пневмоапарати. Терміни та визначення (ISO 5598:1985, NEQ)

ДСТУ 3455.4–96 Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 4. Кондиціонери робочого середовища, гідропосудини та пневмопосудини, гідроприводи та пневмоприводи. Терміни та визначення (ISO 5598:1985, NEQ)

ДСТУ 4468:2005 Фільтри та очисні сепаратори для рідин. Терміни та визначення понять (ISO 5598:1985, MOD)

ДСТУ 4975:2008 Ущільнювальні пристрої та ущільники. Терміни та визначення основних понять (ISO 5598:1985, NEQ).

---

Код УКНД 23.100.10

**Ключові слова:** гідромотори, гідропередачі, методи випробовування, об'ємні гідроприводи, об'ємні насоси, робочі характеристики.

---

Редактор С. Ковалець  
Технічний редактор О. Марченко  
Коректор І. Миронова  
Верстальник Г. Жирякова

---

Підписано до друку 24.09.2014. Формат 60 × 84 1/8.  
Ум. друк. арк. 2,32. Зам. *1489* Ціна договірна.

---

Виконавець  
Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр  
проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)  
вул. Святошинська, 2, м. Київ, 03115

Свідоцтво про внесення видавця видавничої продукції до Державного реєстру видавців,  
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 14.01.2006 серія ДК № 1647