

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«Експлуатація і ремонт машин»

«Діагностування технічного стану гідравлічного насосу»

для студентів спеціальностей студентів денної та заочної форм навчання за напрямами освітньої підготовки 6.050502 “Інженерна механіка” та 6.010104 - “Педагогічна освіта” спеціальностей „ Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання” та „Професійне навчання. Виробництво, експлуатація та ремонт підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин та обладнання”

Київ 2016

УДК 631.372.004+631.354.2.004.58

ББК 30.6-5

Л

Укладачі: В. І. Лесько, доцент

С. К. Полянський, професор

Рецензент: М. М. Ручинський, доцент

Відповідальний за випуск:

І. І. Назаренко, завідувач кафедри МОТП, д.т.н., професор

«Діагностування технічного стану гідравлічного насосу»: Методичні вказівки до лабораторних робіт/ Укладачі: В.І.Лесько, С.К.Полянський.- К.:КНУБА, 2016.- 14 с.

В методичних вказівках приведено методику проведення лабораторних робіт по діагностуванню технічного стану гідравлічного насоса із застосуванням стаціонарного стенду а також визначення залишкового ресурсу насоса.

Призначено для студентів спеціальностей студентів денної та заочної форм навчання за напрямом освітньої підготовки 6.050502 “Інженерна механіка” та 6.010104 - “Педагогічна освіта” спеціальностей „ Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання” та „Професійне навчання. Виробництво, експлуатація та ремонт підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин та обладнання”

Вступ

В процесі експлуатації гідравлічних приводів будівельних машин відбувається поступова зміна технічного стану його складових: агрегатів та вузлів. При цьому внаслідок зношування елементів збільшуються зазори в парах тертя та внутрішні витоки через них, що приводить до зниження об'ємного та повного об'ємного ККД. Зміна технічного стану того чи іншого гідроагрегату по різному впливає на зниження продуктивності машин. Більше всього зменшується продуктивність машин при зниженні ефективності роботи гідронасоса.

Найбільш інформативними параметрами технічного стану гідронасосів при їх діагностуванні є об'ємний ККД (η_o). Контроль об'ємного ККД гідронасоса при експлуатації дозволяє оцінити внутрішні витоки і таким чином, дати певну інтегральну оцінку його технічного стану, порівнюючи фактичне значення η_o із граничним значенням $\eta_{\text{гран}}$.

Подальша експлуатація насосу вважається можливою при значеннях діагностичного параметру більших за граничні при наявності певного залишкового ресурсу.

Існування залежності між наробітком машини та об'ємним ККД дозволяє побудувати динамічну модель технічного стану насосу та прогнозувати його залишковий ресурс.

Для оцінки технічного стану гідронасосів можуть бути використані як стаціонарні діагностичні стенди так і переносні прилади.

При виконанні лабораторної роботи застосовуються стаціонарний діагностичний стенд КИ - 1774.

Лабораторна робота
" Оцінка технічного стану гідравлічного шестеренного насосу на
стенді КИ-1774."

Мета роботи: отримати практичні навички по випробуванню та оцінці технічного стану шестеренних насосів типу НШ-32У та НШ-46

Обладнання, прилади, матеріали:

1. Стенд КИ - 774;
2. Шестеренний насос НШ-32У (НШ-46);
3. Секундомір
4. Робоча гідравлічна рідина ВМГЗ, И-20А, МГ-30.

Технічна характеристика стенда КИ-1774:

Потужність електродвигуна, кВт.....	10
Частота обертання вала електродвигуна, рад/с.....	158
Число передач редуктора.....	2
Передаточні числа редуктора.....	.1:1,23 та 1:1,63
Частота обертання ведучого вала редуктора:	
на I передачі, рад/с.....	124
на II передачі, рад/с.....	..57
Максимальний допустимий тиск (короткочасовий) роботи стенда, МПа.....	...16,5
Тиск, при якому спрацьовує запобіжний клапан, МПа.....	..14, 5
Ємкість витратного бака, куб.м.....	... 0,085
Заправочна ємкість гідросистеми, куб.м.....0,1
Вимірювальна ємкість мірного баку, куб.м.....0,035

1. Устрій стенду КИ-1774.

Стенд призначений для діагностування (випробувань) збірних одиниць гідроприводів з робочим тиском $p \leq 10.0$ МПа: гідронасосів типу НШ-32, НШ-46; гідророзподільників типу Р-75, Р-150; а також гідроциліндрів. Крім цього, на стенді можна проводити обкатку насосів після їх ре-

монтажу, регулювання запобіжних клапанів і автоматів золотників гідророзподільників.

Стенд складається з нижньої та верхньої рам, привода, гідросистеми, охолоджувального пристрою та електрообладнання.

Гідравлічна схема стенду приведена на рис.1. Гідросистема складається з мірного 8 та витратного 11 баків, гідроблока з дроселем 2 і запобіжним клапаном 1, манометра 4, масляного фільтра 13, дистанційного термометра 12, кранів 5,6,7 та трубопроводів високого і низького тиску.

Демпфер 3 служить для запобігання манометра від поломки. Для запобігання перегріву робочої рідини і автоматичної підтримки температури в межах 45...55°C при тривалій роботі стенда, гідросистема обладнана охолоджуючим пристроєм, який складається з водяного радіатора 10, терморегулятора 17, водопровідних труб 15, запорного 14 і зливних 16 водопровідних кранів. Запорним краном регулюють подачу води в систему охолодження.

Витратний бак 11 служить для зберігання робочої рідини, мірний бак 8 використовують для вимірювання витрат робочої рідини при визначенні подачі гідронасосів, а також внутрішньої негерметичності гідророзподільників і гідроциліндрів.

Витратний та мірний баки з'єднані між собою переливним трубопроводом з краном 5. Заправка гідросистеми здійснюється через заливну горловину витратного бака при відкритому переливному крані 5 і закритих кранах 6 і 7. Заливка робочої рідини проводиться до досягнення рівня масла відмітки "0" мірного скла 9. Перевищувати нульовий рівень більше ніж на одну поділку шкали не дозволяється.

Трубопровід низького тиску /всмоктуючий/ служить для з'єднання витратного бака з насосом. Перекриття всмоктуючого трубопроводу здійснюється краном 6.

Трубопровід високого тиску 19 використовується для з'єднання нагнітального патрубку насоса з мірним баком. Необхідний тиск навантаження випробовуваних агрегатів створюється в нагнітальній магістралі регульованим дроселем 2, який перекриває потік робочої рідини до мірного баку.

Трубопровід високого тиску 18 використовується при випробуванні гідророзподільників та гідроциліндрів. В останніх випадках його штуцер закривається заглушкою, щоб уникнути витікання робочої рідини. З'єднання зливних штуцерів гідророзподільників з мірним баком у випадку визна-

чення їх технічного стану або випробування гідроциліндрів, виконується трубопроводом з клапаном 7.

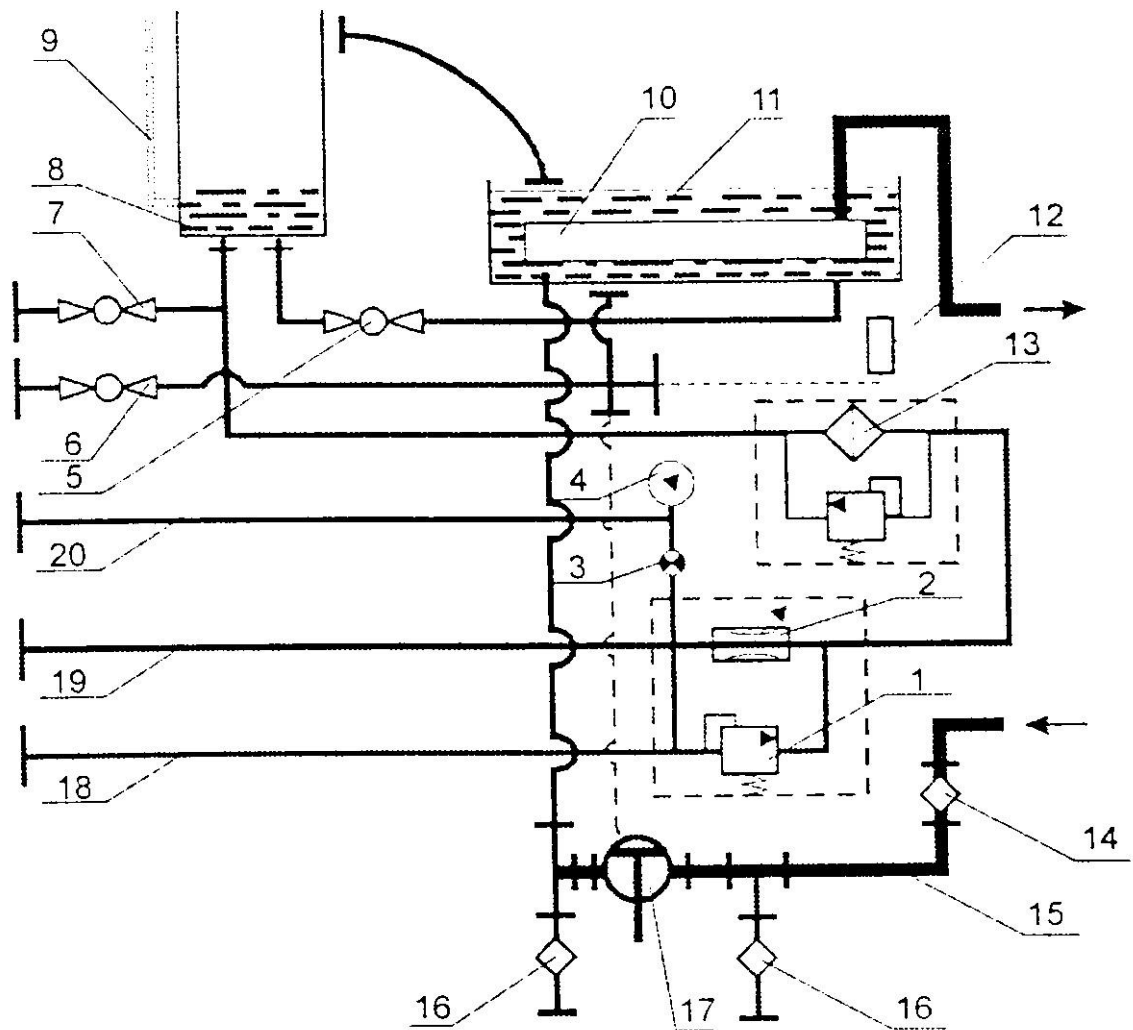


Рисунок 1. Гідравлічна схема стенда.

1-запобіжний клапан; 2-дрозель; 3-діафрагма; 4-манометр; 5-кран переливний; 6-кран всмоктуючого маслопроводу; 7-кран трубопроводу мірного бака; 8-мірний бак; 9-мірне скло; 10-радіатор охолодження; 11-витратний бак; 12-термометр; 13-маслофільтр; 14-кран водопровідний; 15-водопровідний трубопровод; 16-крани спускні; 17-терморегулятор; 18-трубопровід високого тиску для приєднання золотників; 19-трубопровід високого тиску для приєднання насосів; 20-пристосування для регулювання бустерного механізму.

Контроль тиску в нагнітальній магістралі випробовуваних збірних одиниць, здійснюється за показниками манометра 4, а контроль температури робочої рідини, яка надходить в насос, дистанційним термометром 12. Для запобігання гідросистеми стенда і випробовуваних збірних одиниць від перевантаження в гідроблок вмонтований запобіжний клапан 1, відрегульований на тиск 14,5 - 15,0 МПа.

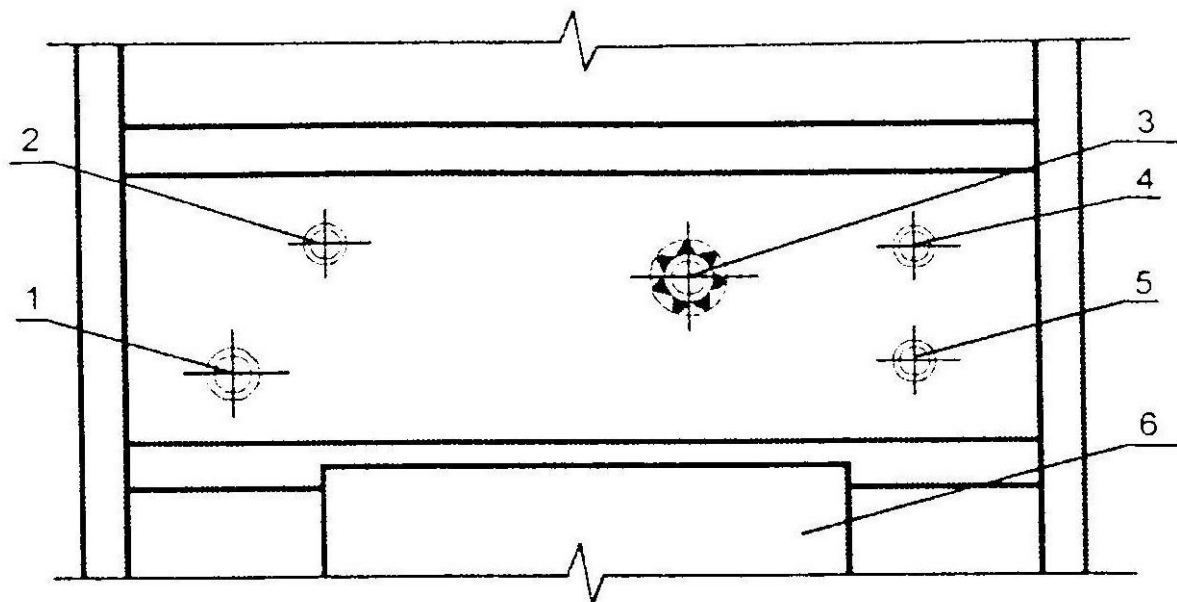


Рисунок 2. Бокова панель стенда.

1 - штуцер всмоктуючого трубопровода; 2 - штуцер трубопровода мірного бака; 3 - пристосування для регулювання бустерного механізму; 4 - трубопровід високого тиску для приєднання насосів; 5 - трубопровід високого тиску для приєднання гдророзподільників; 6 - монтажна плита.

На боковій панелі стенда /рис.2/ розташовані приєднувальні штуцера гідросистеми та монтажна плита 6, на якій встановлюється випробовуваний насос. На лицевій стороні стенда /рис. 3/ розташовані рукоятки управління кранами, манометр 4, рукоятка управління дросельним клапаном 5, дистанційний термометр 6, пускова кнопкова станція 7, і рукоятка перемикача редуктора 8.

Привід стенда складається із електродвигуна і двоступеневого редуктора, змонтованого на загальній рамі. Перемикання привода з однієї пере-

дачі на іншу виконується рукояткою 9 /рис. 3/, встановленою на лицевій стороні стенда.

Електрична схема стенда забезпечує можливість змінювати напрямок обертання електродвигуна, що дає можливість проводити випробовування насосів правого та лівого обертання. Запуск електродвигуна та зміна напрямку його обертання виконується трьохкнопковою пусковою станцією 7.

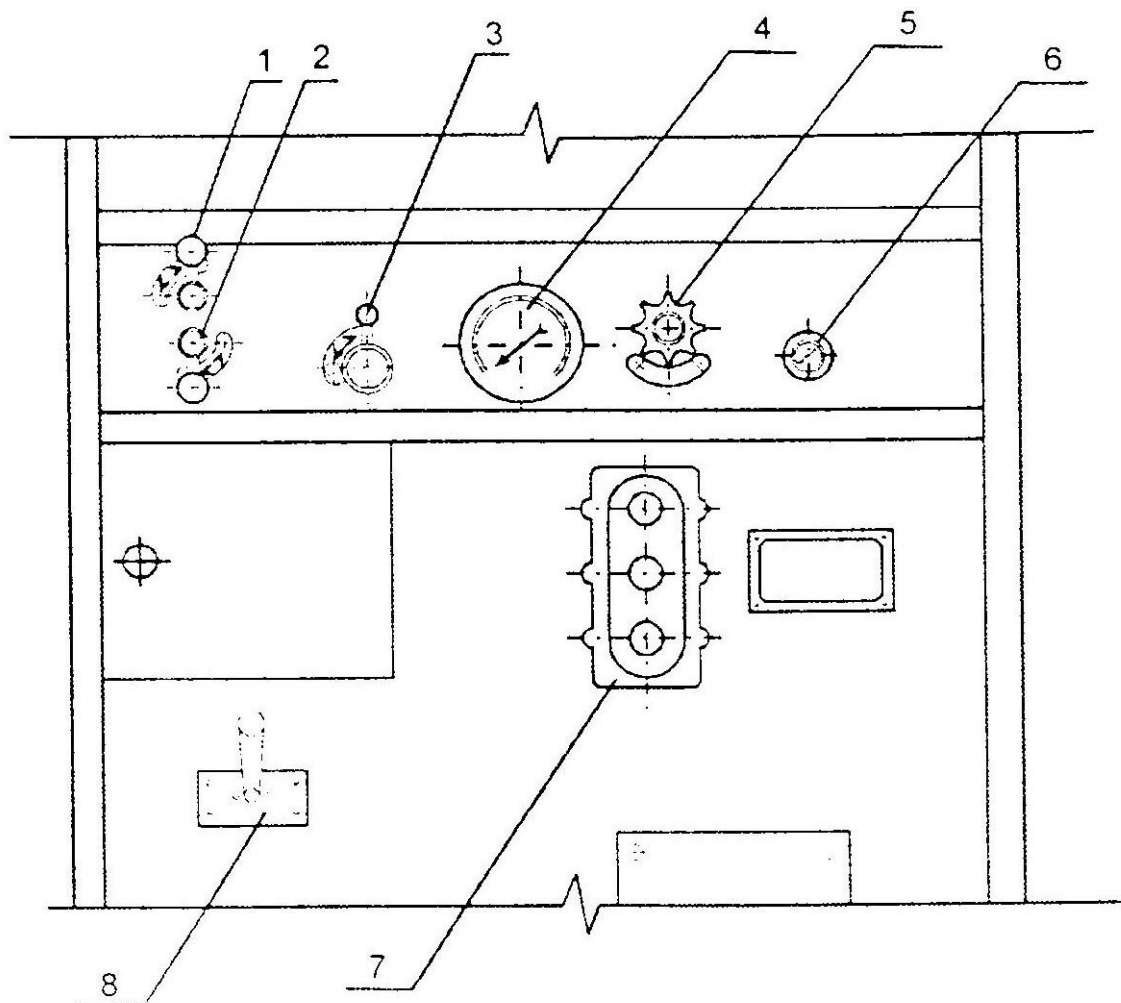


Рисунок 3. Фронтальна сторона стенда.

1-рукоятка крана мірного бака; 2-рукоятка крана всмоктуючого трубопровода; 3-кран переливний; 4-манометр; 5-дросель; 6 – термометр; 7-кнопка станція; 8-рукоятка переключання редуктора.

2. Вказівки до виконання роботи.

Робота розпочинається із детальним ознайомленням з конструкцією стенда, вивченням методики випробувань та обробки отриманих результа-

тів, вивчення правил охорони праці, та складання гідросхеми включення випробовуваного насоса в систему стенда.

Для проведення випробувань насос встановлюється на монтажній панелі стенда і вмикається в його систему за допомогою перехідних штуцерів та шлангів за складеною студентами схемою.

Після встановлення і підключення насоса, перед запуском стенда перевіряється положення кранів, крани 3, 2 (рис.3) і дросель 5 повинні бути відкритими, кран 1 закритим. Після перевірки вмикається привід стенда, дросельним клапаном 5 підвищується тиск в системі до 5-6 МПа і виконується прогрів робочої рідини до $25\pm 5^\circ\text{C}$ для ВМГЗ або $50\pm 5^\circ\text{C}$ для И-20А, МГ-30.

Продуктивність насоса визначається за швидкістю заповнення мірного бака робочою рідиною, в л/хв. При цьому витримується наступний режим діагностування:

- частота обертання насоса..... $\dots 124 \text{ рад/сек.}$
- робочий тиск в нагнітальному трубопроводі..... 10 МПа.
- температура робочої рідини $25\pm 5^\circ\text{C}$ для ВМГЗ або $50\pm 5^\circ\text{C}$ для И-20А, МГ-30.

Процес діагностування проводиться в такому порядку: дросельним клапаном 5 підвищується тиск в нагнітальній магістралі до 10 МПа. Після того, як стрілка манометра 4 стабільно показує заданий тиск, кран 3 закривається, при цьому рівень рідини в мірному баку 8 починає підніматись. Зміна рівня робочої рідини контролюється по мірному склі 9. Час заповнення визначеного об'єму мірного бака фіксується по секундоміру.

За об'ємом поданої рідини та часом заповнення її в мірний бак визначається фактична продуктивність насосу:

$$Q_{\phi} = \frac{60 \cdot V}{t}, \quad (1)$$

де: Q_{ϕ} - фактична продуктивність насоса, $\text{м}^3/\text{хв}$;

V - кількість робочої рідини поданої в мірний бак, л ;

t - час, за який заповнився об'єм V , сек ;

Крім дійсної продуктивності кожний насос характеризується теоретичною продуктивністю:

$$Q_T = \frac{qn}{2\pi} 10^{-6}, \quad (2)$$

де: Q_T - теоретична продуктивність $м^3/сек$;

q - теоретична подача робочої рідини за один оберт вала, $см^3 / об$;

n - частота обертання вала, $рад/сек$;

$\pi = 3.14$;

Об'ємний коефіцієнт корисної дії характеризує втрати об'єму робочої рідини всередині насосу через витік крізь зазори. Об'ємний ККД визначається як відношення фактичної продуктивності до теоретичної.

$$\eta_{об} = \frac{Q_{\phi}}{Q_T}, \quad (3)$$

де: Q_{ϕ} - фактична продуктивність насоса, $м^3/сек$;

Q_T - теоретична продуктивність насоса, $м^3/сек$.

3. Прогнозування залишкового ресурсу

Методика прогнозування залишкового ресурсу, яка покладена в основу лабораторної роботи, базується на функціональній залежності об'ємного ККД від напрацювання збірної одиниці гідروприводу. Графік такої залежності приведений на рис. 4.

Знаючи загальну закономірність зміни об'ємного ККД від напрацювання, характерну для великої групи однотипних насосів і, співставляючи з цією закономірністю значення об'ємного ККД випробовуваного насоса, можна із достатньою для практичного використання точністю прогнозування залишковий ресурс.

Для визначення залишкового ресурсу на графік рис. 4, за значеннями отриманого при випробуванні об'ємного ККД і фактичного напрацювання t_{ϕ} , наноситься точка А, яка характеризує технічний стан насоса. Із точки А, методом екстраполяції проводиться крива АВ до перетину із абсцисою граничного значення об'ємного ККД, прийнятого в даній роботі $\eta_{об.гран} = 0,72$. Перетин кривої АВ із абсцисою об'ємного ККД $\eta_{об.гран} = 0.72$ визначає середнє значення прогнозного граничного напрацювання випробовуваного насоса $t_{гран}$.

Середнє значення залишкового ресурсу визначається із рівняння:

$$t_{зал} = t_{гран} - t_{\phi}, \quad (4)$$

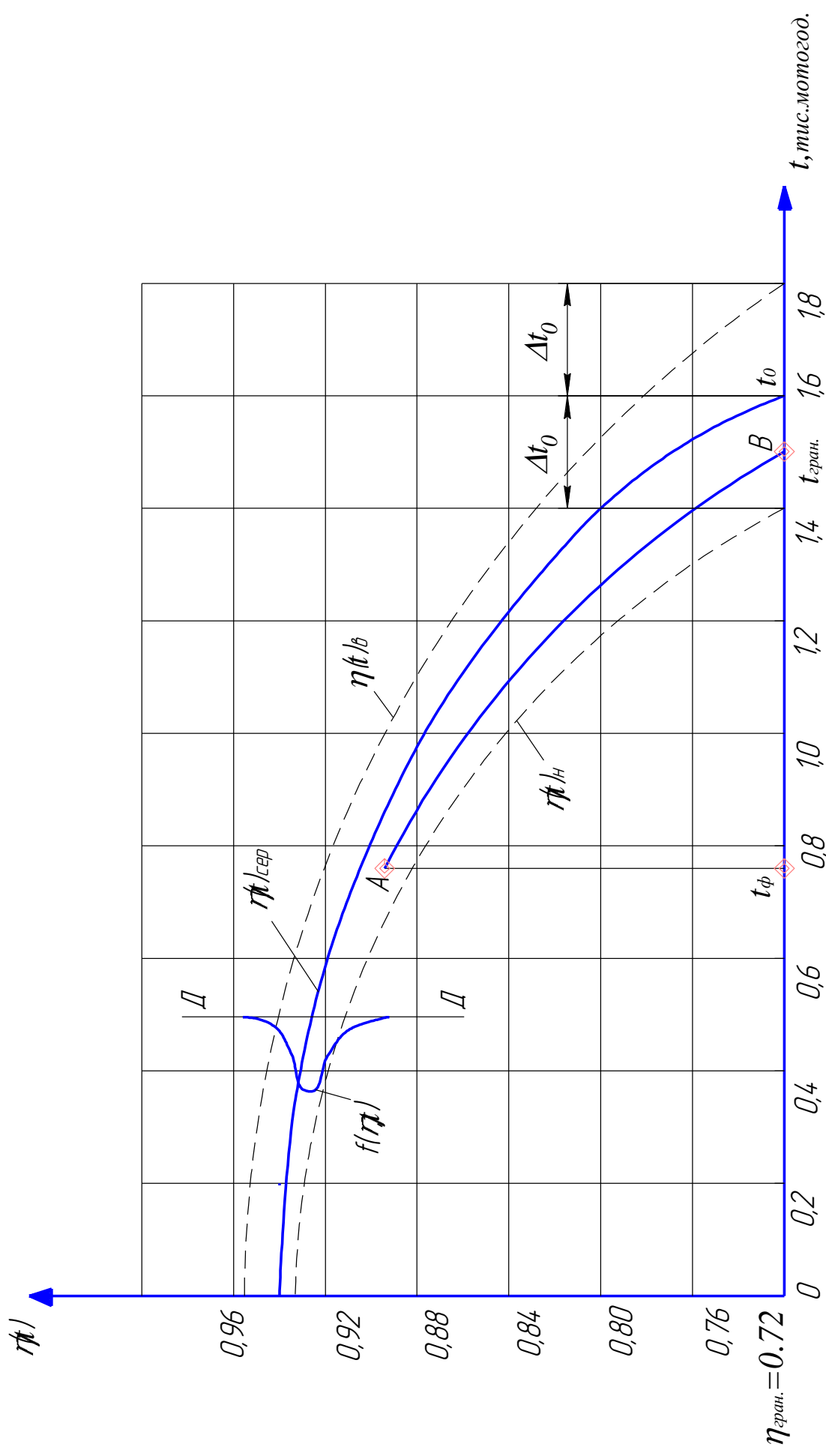


Рисунок 4 – Зміна об'ємного ККД насосів НШ-32У в залежності від їх напруження

де: $t_{зал}$ - залишковий ресурс насоса, *тис.м.год*;

$t_{гран}$ - середнє значення прогнозуючого граничного напрацювання випробовуваного насоса, *тис. м.год.*;

$t_{ф.}$ - фактичне напрацювання насоса в момент випробування, *тис.м.год.*

Можливі відхилення від середнього значення, при імовірності $\gamma = 0.99$ і при $p = 0.9$ визначаються шляхом зменшення абсолютного відхилення Δt_0 на величину пропорційну відношенню:

$$\Delta t_{гран} = \pm \frac{\Delta t_0 \cdot (t_{гран} - t_{ф.})}{t_0}, \quad (5)$$

де: $\Delta t_{гран}$ - відхилення від середнього значення граничного напрацювання випробовуваного насоса, *тис. м.год.*;

Δt_0 - відхилення від середнього значення напрацювання групи насосів, *тис. м.год.*;

$t_{гран}$, t_0 – середні прогнозовані значення граничного напрацювання відповідно для випробовуваного насосу та сукупності однотипних насосів, *тис.м.год.*;

Значення t_0 і Δt_0 визначається за графіком / рис.4 /.

4. Вимоги по техніці безпеки.

1. Студенти допускаються до роботи на стенді тільки після вивчення дійсної інструкції та інструктажу керівника.

2. Випробовування насосу на стенді виконується двома студентами, інші учасники роботи розташовуються на відстані одного метра від студентів, працюючих на стенді.

3. При працюючому електродвигуні всі кришки люків стенда повинні бути закриті.

4. Виконувати переключання передач або змінювати напрямлення обертання електродвигуна дозволяється тільки після повної зупинки стенда.

5. Оформлення звіту

Звіт про виконану лабораторну роботу складається у формі протоколу за такою формою:

1. Назва роботи.

2. Мета роботи.
3. Перелік обладнання, приладів та матеріалів.
4. Режим випробувань:
 - марка робочої рідини_____
 - температура робочої рідини °C_____
 - частота обертання вала насоса, *рад/сек*_____
 - робочий тиск, *МПа*_____
5. Схема включення насоса в систему стенда для замірювання об'ємного ККД.
6. Результати випробувань:
 - V - кількість робочої рідини, поданої в мірний бак, m^3
 - t - час, на протязі якого проводилась подача робочої рідини V, m^3 рідини, *сек.*
7. Розрахунок продуктивності та об'ємного ККД випробовуваного насоса.
8. Прогнозування залишкового ресурсу випробовуваного насоса (за графіком на рис.4).

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«Експлуатація і ремонт машин»

«Діагностування технічного стану гідравлічного насосу»

для студентів спеціальностей студентів денної та заочної форм навчання за напрямами освітньої підготовки 6.050502 “Інженерна механіка” та 6.010104 - “Педагогічна освіта” спеціальностей „ Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання” та „Професійне навчання. Виробництво, експлуатація та ремонт підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин та обладнання”

Укладачі:

Лесько Віталій Іванович

Полянський Станіслав Костянтинович