

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра “Будівельні, колійні та  
вантажно-розвантажувальні машини”**

**ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
РІДКИХ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ  
ЗА ДОПОМОГОЮ ДИСПЕРГАТОРІВ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторних робіт  
з дисципліни**

***“ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН  
ТА ЕКОНОМІЇ НАФТОПРОДУКТІВ”***

**Харків 2012**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Будівельні, колійні та вантажно-

розвантажувальні машини" 4 жовтня 2010 р., протокол № 1.

Розглянуто конструкції та принцип дії різноманітних пристроїв для диспергування частинок механічних домішок, що містяться у рідких мастильних матеріалах. Обґрунтовано переваги гідродинамічного диспергатора перед іншими подібними пристроями. Наведено основи розрахунку геометричних параметрів гідродинамічних диспергаторів.

Подана інформація про різновиди конструкцій гідродинамічних диспергаторів та особливості їх застосування у системах машин. Наведений алгоритм впровадження у застосування гідродинамічного диспергування рідких мастильних матеріалів, а також основні принципи оцінювання ефективності роботи гідродинамічних диспергаторів. Поданий порядок розрахунку та аналізу роботи систем для диспергування.

Методичні вказівки призначені для студентів-магістрів спеціальності 8.090214 - "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання", що вивчають курс "Засоби підвищення надійності машин та економії нафтопродуктів", усіх форм навчання.

Укладачі:

доценти А.М. Кравець,  
В.Г. Кравець

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

## ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІДКИХ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИСПЕРГАТОРІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт  
з дисципліни

*"ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН  
ТА ЕКОНОМІЇ НАФТОПРОДУКТІВ"*

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор Решетилова В.В.

---

Підписано до друку 08.12.10 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,5. Тираж 30. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту  
61050, Харків - 50, майдан Фейєрбаха, 7

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра "Будівельні колійні та вантажно-  
розвантажувальні машини"**

**ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
РІДКИХ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ  
ЗА ДОПОМОГОЮ ДИСПЕРГАТОРІВ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторних робіт  
з дисципліни**

***"ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН  
ТА ЕКОНОМІЇ НАФТОПРОДУКТІВ"***

**Харків 2011**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини" 4 жовтня 2010 р., протокол № 1.

Розглянуто конструкції та принцип дії різноманітних пристроїв для диспергування частинок механічних домішок, що містяться у рідких мастильних матеріалах. Обґрунтовано переваги гідродинамічного диспергатора перед іншими подібними пристроями. Наведено основи розрахунку геометричних параметрів гідродинамічних диспергаторів.

Подана інформація про різновиди конструкцій гідродинамічних диспергаторів та особливості їх застосування у системах машин. Наведений алгоритм впровадження у застосування гідродинамічного диспергування рідких мастильних матеріалів, а також основні принципи оцінювання ефективності роботи гідродинамічних диспергаторів. Поданий порядок розрахунку та аналізу роботи систем для диспергування.

Методичні вказівки призначені для студентів-магістрів спеціальності 8.090214 - "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання", що вивчають курс "Засоби підвищення надійності машин та економії нафтопродуктів", усіх форм навчання.

Укладачі:

доц. А.М. Кравець,  
доц. В.Г. Кравець

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

## ВСТУП

Покращення протизношувальних властивостей рідких мастильних матеріалів (моторних, трансмісійних та інших видів олив, робочих рідин гідроприводів) в процесі експлуатації є досить актуальним питанням, оскільки дозволяє не тільки зменшити зношування пар тертя механізмів і машин, а й збільшити можливий строк служби самих мастильних матеріалів. На даний момент існує декілька способів впливу на протизношувальні властивості олив, які здебільшого основані або на видаленні з олив забруднюючих домішок та води, або на додаванні в оливи добавок, що призначені для покращення їх мастильних та антифрикційних властивостей.

Але існує спосіб впливу на протизношувальні властивості мастильних рідин, при якому частинки домішок, що в них містяться, не видаляються, а подрібнюються до розмірів менших, ніж робочі зазори у парах тертя, які змащуються цією рідиною. Такий спосіб називається *диспергування*. Подрібнені до певного розміру частинки, потрапляючи у зазори між парами тертя, не контактують із тілом деталей, тим самим не створюючи на них абразивного впливу.

На даний момент розроблено та застосовується декілька конструкцій диспергуючих пристроїв, які відрізняються механізмом впливу на забруднюючі домішки. Всі вони мають певні переваги і певні недоліки. Вибір типу диспергуючого пристрою виконується для кожного конкретного випадку окремо і залежить від багатьох факторів: природи забруднень, швидкості їх накопичення у рідині, потрібної або можливої швидкості обробки, типу мастильної рідини тощо.

Наведені в даних методичних вказівках лабораторні роботи призначені для ознайомлення студентів з одним із методів покращення протизношувальних властивостей рідких мастильних матеріалів, вивчення конструкції диспергаторів, зокрема детального вивчення конструкції і принципу дії гідродинамічного диспергатора, та методики розрахунку експлуатаційних характеристик останнього. Оскільки лабораторна робота базується на самостійній роботі студента з лабораторним обладнанням та устаткуванням, то до її виконання

студент допускається тільки після ретельної підготовки, яка полягає в самостійному вивченні теоретичного матеріалу і програми та методики її виконання.

Студент може захищати лабораторну роботу, якщо він виконав її в зазначеному обсязі, про що є відмітка у журналі лабораторних робіт, склав звіт з додержанням вимог, наведених у цих методичних вказівках, та підготував відповіді на контрольні питання.

## **Лабораторна робота 4**

### **ВИВЧЕННЯ РІЗНОВИДІВ ДИСПЕРГУЮЧИХ ПРИБРОЇВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ДИСПЕРГАТОРІВ**

#### **Мета роботи**

1 Закріплення знань за темою "Технічні методи покращення протизношувальних властивостей мастильних матеріалів".

2 Ознайомлення з різновидами диспергуючих пристроїв.

3 Визначення геометричних параметрів гідродинамічного диспергатора та дослідження впливу на них параметрів робочого процесу системи, в яку він вбудовується.

#### **Завдання**

1 Вивчити конструкції та принцип дії існуючих диспергаторів.

2 Визначити геометричні розміри гідродинамічного диспергатора для вбудовування у систему із заданими параметрами та дослідити вплив цих параметрів на геометричні розміри гідродинамічного диспергатора.

3 Скласти звіт з роботи.

## Домашнє завдання

- 1 Детально ознайомитись із теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, наведеним у методичних вказівках.
- 2 Ознайомитися із змістом і порядком виконання роботи.
- 3 Відповісти на контрольні питання.

## Теоретичні положення

Багато вчених-трибологів у своїх роботах висловлювали і експериментально доводили думку про корисний вплив дрібнодисперсних частинок механічних домішок на протизношувальні властивості рідких мастильних матеріалів (олив).

Позитивна дія дрібних частинок на властивості олив пояснюється тим, що такі частинки, маючи розвинуту питому поверхню, здатні адсорбувати на собі полярно-активні продукти окислення оливи, які ізолюють таким чином абразивні механічні домішки від поверхонь тертя і попереджають зношування. Можливість адсорбції визначається тим, що у момент відриву від поверхні тертя частинки зносу мають спотворені кристалічні ґрати і тому термодинамічно здатні в максимальному ступені адсорбувати на собі поверхнево-активні речовини (ПАР), якими є продукти окислення. При цьому чим вище дисперсність частинок, тим більше їх адсорбційна активність. Абразивні частинки та пил, що проникають в оливу з навколишнього середовища, при розмірах 5 мкм і менше також мають високу адсорбційну здатність. Якщо частинки не мають на своїх поверхнях захисної оболонки, вони здатні викликати інтенсивне зношування. Це спостерігається тоді, коли частинки мають розмір більше 5 мкм і адсорбційна дія або не виявляється взагалі або дуже слабка.

Крім того, дрібнодисперсні частинки здатні понизити питомі навантаження між поверхнями тертя, оскільки заповнюють западини мікрорівностей і нівелюють поверхні тертя.

Деякі дослідники стверджують, що дрібні частинки виконують функції притиральної пасти, яка забезпечує постійне припрацювання контактуючих деталей. При цьому частинки забруднень дисперсно розділяють поверхні тертя, а наявність адсорбованих плівок перетворює частинки в хімічно неагресивні по відношенню до оливи компоненти.

Дрібні частинки, зважені в оливі, підвищують її протизадирні властивості, оскільки при миттєвих контактах виступів шорсткостей деталей в першу чергу з поверхнями тертя контактують механічні домішки. Частинки розміром до 5 мкм сприяють зменшенню швидкості окислення оливи і падіння її лужності, знижують на 20...50 % забрудненість робочих рідин гідроприводів і подвоюють терміни їх служби.

Вважається, що до зношування поверхонь приводять тільки ті абразивні частинки, розмір яких більше товщини оливної плівки. Тому, диспергуючи частинки або збільшуючи товщину плівки, можна добитися зменшення числа частинок, що беруть участь в зношуванні. Причому ці частинки не тільки прискорюють припрацювання, але і значно зменшують силу тертя в контакті.

Якщо найбільший розмір частинок забруднень менше величини зазора, то такі частинки разом з оливою вільно проходять через нього, не викликаючи пошкодження поверхні. Частинки, значно більші, ніж розмір зазора, в нього не потрапляють, проте можуть викликати часткову або повну закупорку і погіршення умови попадання масла в зазор.

З метою штучного подрібнення крупних механічних домішок були створені спеціальні пристрої – диспергатори, які мають декілька можливих конструкцій залежно від механізму дії їх на частинки забруднень (рисунок 4.1). Згідно з наведеною класифікацією, диспергування може бути здійснено двома способами: за рахунок ударних хвиль, що виникають при закритті кавітаційних порожнин, і за рахунок удару об перепону частинок, що рухаються із потоком оливи.

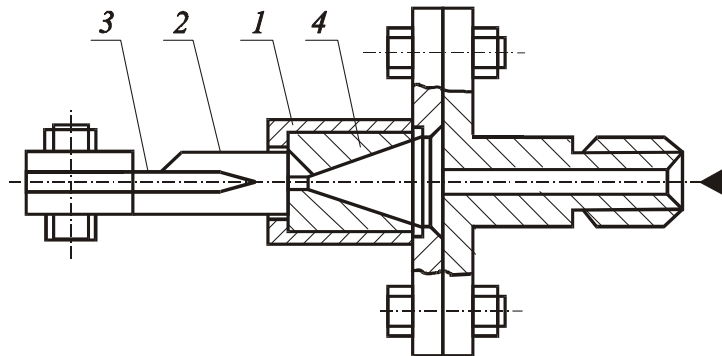




*Рисунок 4.1 – Класифікація методів диспергування і диспергуючих пристроїв*

Ультразвуковий випромінювач з консольним кріпленням пластини-резонатора (рисунок 4.2) містить корпус 1, виготовлений разом з утримувачем 2, в якому закріплена пластина-резонатор 3. Його принцип роботи полягає в тому, що олива під тиском надходить у сопло 4 і у вигляді плоского струменя натікає на пластину-резонатор, що приводить до утворення завихрень.

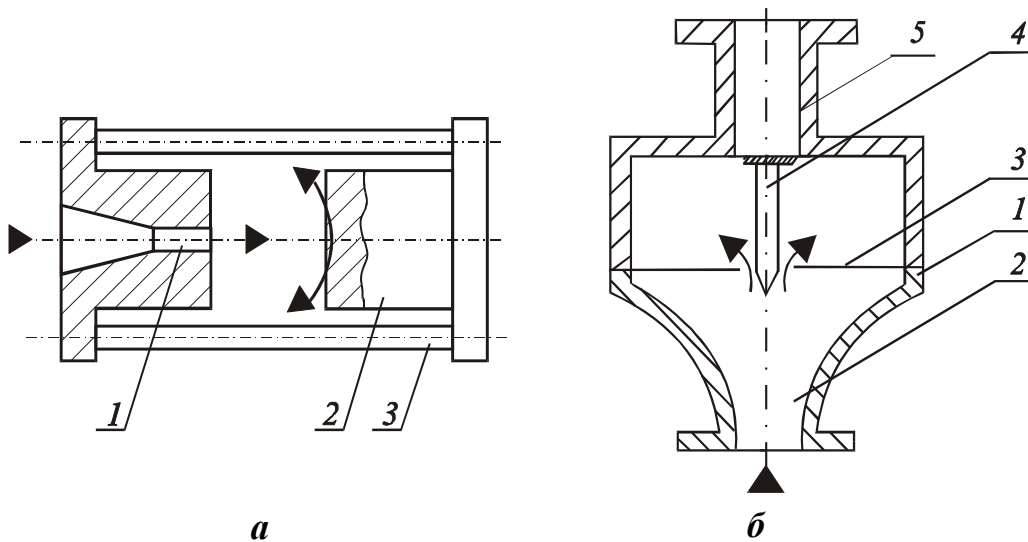
Коливання струменя і завихрення, що циклічно чергуються, вступають в резонанс, викликаючи кавітацію, і як наслідок, диспергування частинок. Випромінювач має високу стійкість резонансного режиму і при роботі в оливах генерує спектр пружних коливань максимальною інтенсивністю  $2 \text{ Вт/см}^2$ . Оптимальний тиск на вході у випромінювач складає  $0,45 \dots 0,5 \text{ МПа}$  при розмірі вихідної щілини  $10 \times 1 \text{ мм}$ .



*Рисунок 4.2 – Ультразвуковий гідродинамічний диспергатор*

Основним елементом ультразвукового випромінювача стрижньового типу (рисунок 4.3, а) є конусне сопло 1, перешкода-утримувач 2 і коливальна резонансна система у вигляді стрижнів 3, розташованих уздовж загальної осі сопла і утримувача. Диспергатор може бути виконаний або у вигляді набору скріплюючих по краях стрижнів, або у вигляді порожнистого циліндра з пазами, що профрезовані, уздовж його твірних. Пульсації кавітаційної області створюють змінні поля швидкостей і тиску, які порушують в стрижнях 3 коливання згину на їх власній частоті, забезпечують випромінювання, підвищують інтенсивність і монохроматичність процесу.

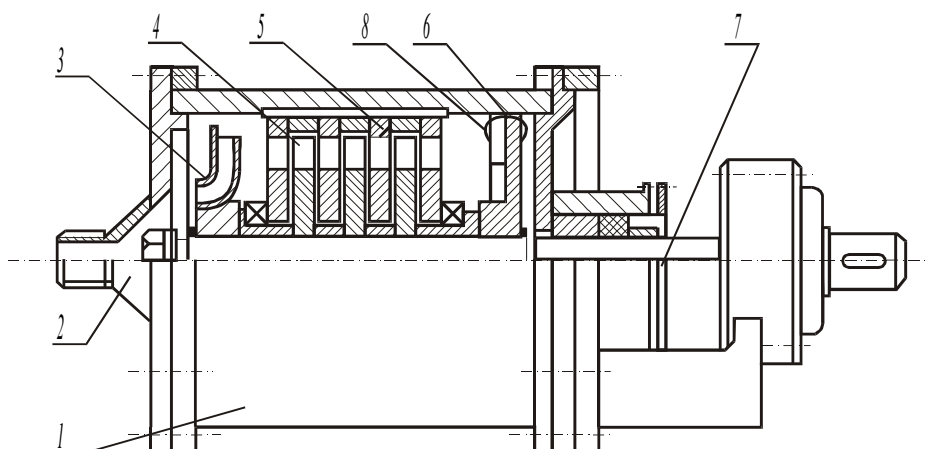
Принцип роботи ультразвукового гідродинамічного випромінювача мембранного типу (рисунок 4.3, б) полягає у подачі оливи через вхідний патрубок 1 в порожнину 2, обмежену мембраною 3, в центрі якої прорізана вузька прямокутна щілина. Між консольно укріпленою пластиною 4 і кромками щілини збуджуються інтенсивні коливання вібруючого елемента, внаслідок чого відбувається диспергування, після чого олива через вихідний патрубок 5 надходить у систему.



а) стрижньового типу; б) мембранного типу

*Рисунок 4.3 – Ультразвукові гідродинамічні випромінювачі*

В диспергаторі роторного виконання (рисунок 4.4) з пульсуючим потоком рідини робочим органом є набір перфорованих нерухомих 5 і 4 дисків, що обертаються, розташованих на валу 7 в циліндровому корпусі 1. Олива через вхідний патрубок 2 надходить на крильчатку 3, що обертається з великою частотою і просувається послідовно через прорізи в дисках всіх ступенів ротора і статора. В результаті швидкого поєднання і перекриття прорізів у дисках в оливі виникають змінні поля швидкостей і тиску, що викликають кавітацію, яка руйнує частинки механічних домішок.

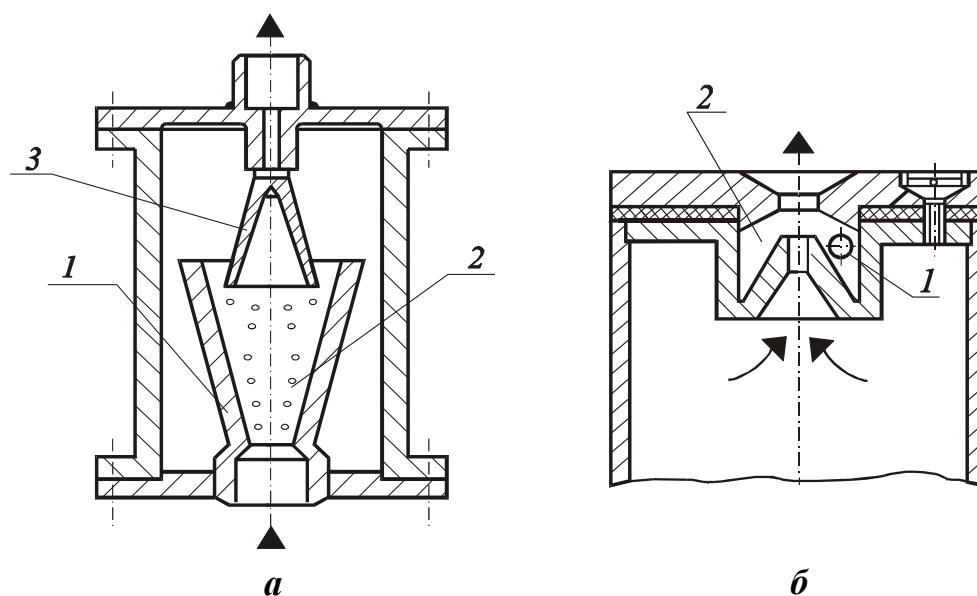


*Рисунок 4.4 – Ультразвуковий диспергатор роторного виконання*

Одночасно з кавітацією на механічні домішки діють прискорення з різним напрямом, які викликають явища зсуву, розриву і т.п. Після проходження всіх ступенів олива, що обробляється, надходить на розвантажувальну крильчатку 6, яка видаляє оливу з диспергатора через тангенціально розташований вихідний патрубок 8. Для отримання середнього розміру частинок 5 мкм і менше (при початковому розмірі 25...30 мкм) оливу необхідно обробляти вісьма ступенями подрібнення.

В кавітуючому диспергаторі дифузійного виконання (рисунок 4.5, а) олива під тиском 2 МПа підводиться до вхідного патрубка 1 і проходить через сопло 2, виконане у формі зворотного конуса. Розширення потоку за рахунок конусності сопла створює зону зниженого тиску, в якій виникає кавітація, що супроводжується інтенсивними коливаннями тиску з ультразвуковою частотою. Такий же ефект виникає в кільці між соплом 2 і резонатором 3. Крім того, ударяючись об резонатор, олива викликає в ньому інтенсивні коливання, що створюють вплив на механічні частинки.

Подрібнення в такому диспергаторі відбувається до розміру 1 мкм і менш. При цьому частинки сталевго порошку розміром 20...30 мкм подрібнюються до розміру 5 мкм за 30 циклів проходження рідини через диспергатор.



а) дифузійне виконання; б) вихрове виконання

Рисунок 4.5 – Кавітуючий диспергатор

В кавітуючому диспергаторі вихрового виконання (рисунок 4.5, б) олива під тиском надходить по тангенціально розташованих вводах 1 у вихрову камеру 2, внаслідок чого потік закручується. Під час переходу потоку оливи в конічну частину частота обертання різко зростає, що супроводжується виникненням інтенсивних пружних коливань і кавітацією в цій області.

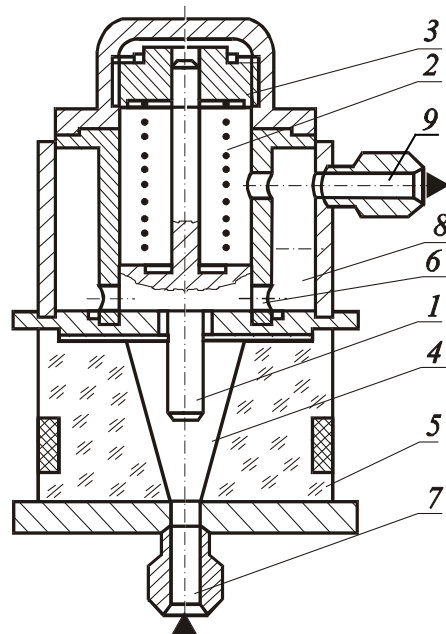


Рисунок 4.6 – Кавітуючий диспергатор дифузорного виконання

З метою забезпечення оптимальних і стабільних режимів диспергування в системах із змінним потоком оливи створений ряд регульованих пристроїв. Зокрема, на рисунку 4.6 показана схема кавітуючого диспергатора дифузорного виконання, регулюючим елементом якого служить диференціальний клапан 1 золотникового типу, що настраюється за допомогою пружини 2 і гвинта 3. Золотникова ступінь клапана (нижня на рисунку) здійснює регулювання робочого перетину дифузора 4, виконаного в корпусі 5, а клапанна ступінь, відповідно, величину перетину вихідних каналів 6. Олива, надходячи у диспергатор через вхідний патрубок 7, відтискає клапанну ступінь золотника 1 і далі через вихідні канали 6, колектор 8 і вихідний канал 9 надходить у систему.

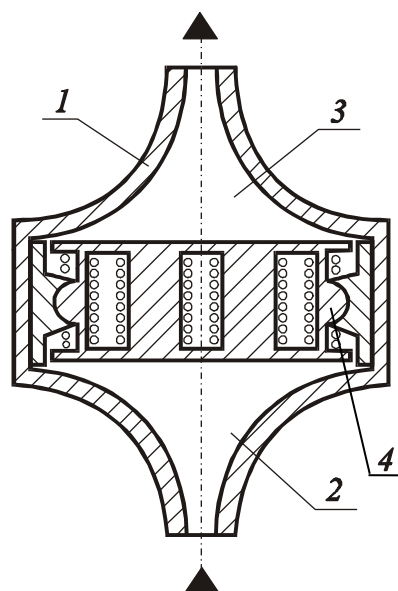


Рисунок 4.7 – Магнітострикційний диспергатор

Магнітострикційний диспергатор (рисунок 4.7) включає корпус 1 з вхідним 2, вихідним 3 патрубками і сердечник 4, має декілька стрижнів, кінці яких з'єднуються між собою прокладкою, утворюючи замкнений магнітопровід.

Обмотка наноситься на стрижень так, щоб в сусідніх стрижнях поле мало протилежний напрям. Принцип дії диспергатора полягає в тому, що олива,

проходячи між стрижнями, озвучується і надходить у систему. Для роботи таких диспергаторів необхідні громіздкі і дорогі генератори.

В гідроприводах бурових верстатів СВБ-50Г, СБШ-400 і «Руслан» протягом двох років функціонувала система очищення, яка поєднувала центрифуги з регульованим диспергатором.

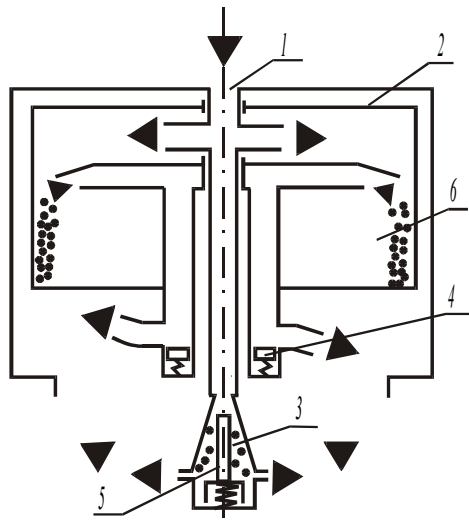


Рисунок 4.8– Схема очищення робочої рідини в гідроприводах бурових верстатів

Олива з гідросистеми, надходячи у вхідний патрубок 1 (рисунок 4.8), розділяється на два потоки. Перший подається в центрифугу 2, а другий – в регульований кавітуючий диспергатор 3 дифузорного виконання. Розподіл потоку оливи забезпечується підпінними клапанами 4, установленими перед реактивними форсунками центрифуги, і золотниковою частиною підпружиненого клапана 5 диспергатора. Відфільтровані частинки концентруються на периферії ротора 6 центрифуги. Аналогічна конструкція була застосована в гідросистемі екскаватора Э-153А.

Диспергування частинок забруднень в гідродинамічному диспергаторі (ГД) здійснюється за рахунок удару частинок об перепону при русі їх в потоці оливи. в гідродинамічному ГД (рисунок 4.9) олива з частинками під тиском надходить у конічне сопло 1, розганяється до великої швидкості і ударяється об перепону 2. В результаті удару частинки диспергуються, після чого олива через проріз 3 надходить у систему. Наявність у будь-якій системі машини ГД не виключає застосування традиційних оливоочисних пристроїв.

Вибір типу диспергуючого пристрою для застосування у будь-якій системі машин повинен здійснюватися з позицій максимальної його простоти і надійності конструкції, а також досягнення очікуваного ефекту при мінімальних енергетичних витратах. Аналіз конструкцій, принципів роботи і технічних характеристик диспергаторів показує наступне.

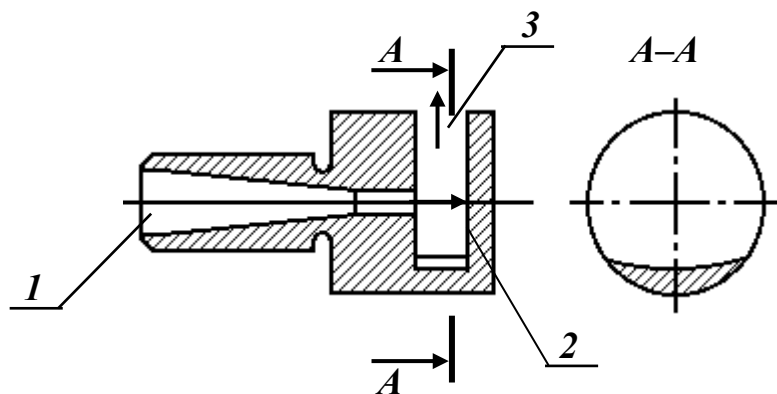


Рисунок 4.9 – Принципова схема ГД

Застосування в ДВЗ і об'ємних гідроприводах диспергуючих пристроїв, що працюють в діапазоні ультразвукових частот, небажано, оскільки це може привести до механічної деструкції молекул вуглеводнів олив, що супроводжується зниженням в'язкості і погіршенням мастильної здатності.

Як відомо, оливи, що застосовуються в гідроприводах, працюють в умовах високого тиску, особливо при дроселюванні з великим перепадом тиску. Це приводить до молекулярно-структурних змін оливи, що істотно обмежує час її експлуатації. Накладення на оливу, крім вказаного, додаткових полів (ультразвукового) викличе інтенсифікацію процесу деструкції.

Недоліком ультразвукових диспергаторів також є необхідність їх регулювання перед експлуатацією, висока чутливість до змін тиску, при флуктуації якого порушується ультразвуковий режим, а отже, якість диспергування. До того ж є відомості про досить швидке руйнування резонуючої пластинки.

Доцільність застосування в об'ємних гідроприводах і ДВЗ диспергаторів, які здійснюють подрібнення домішок за рахунок утворення в оливі зон активної кавітації, також викликає сумнів, оскільки при кавітації у момент схлопування пухирців газу і пари виникають високі локальні температури (1273...1773 К) і тиск (150...200 МПа). І те, й інше у край шкідливо для оливи, оскільки при таких температурах інтенсивно відбуваються крекінг-процеси, що приводять до зменшення молекулярної маси оливи і її окислення, при якому утворюються лаки, смоли тощо. Високий

тиск прискорює деструкцію молекул вуглеводнів. Крім того, при кавітації інтенсивно виділяється повітря і відбувається ерозія деталей, зокрема, розподільних елементів.

Найдоцільнішим є застосування в об'ємних гідроприводах і ДВЗ ГД, який при порівняно простій конструкції і технологічності не викликає деструкції молекул вуглеводнів оливи, не вимагає підготовки і регулювання перед експлуатацією, ефективність роботи його при флуктуаціях тиску перед соплом не знижується. ГД енергетично економічний, не викликає труднощів при монтажі, довговічність його вище, ніж ультразвукових і кавітуючих диспергаторів. Крім того, в результаті обробки оливи за допомогою ГД не тільки ефективно подрібнюються частинки забруднень, але і відбувається механо-хімічна активація оливи. Залежно від тиску перед ГД (0,3...0,7 МПа) олива в зоні удару об перепону нагрівається до температури 95...117 °С. Така термообробка приводить до структурних перетворень, що впливають на об'ємні і поверхневі властивості олив. При вказаних вище температурах відбувається плавлення зв'язнодисперсної структури і перехід її в вільнодисперсний стан. При цьому відбувається інтенсивна адсорбція поверхнево-активних компонентів оливи на поверхнях тертя і, як наслідок, зниження зносу трибоповерхонь.

Отже, можна констатувати, що застосування гідродинамічного диспергування позитивно впливає на протизношувальні властивості рідких мастильних матеріалів. Але ефективність дії ГД залежить від тиску, при якому проводиться обробка олив. Очевидно також, що найкрупніші частинки не подрібняються до розмірів 5 мкм і менш за один цикл обробки. Тому обробка оливи ГД повинна проводитися в перебігу всього часу роботи машини. При цьому відбуватиметься диспергування не тільки тих частинок, які вже раніше брали участь в цьому процесі, але і що знов з'явилися. Як показує багато дослідів, діапазон тиску перед ГД, при якому може бути проведене ефективне диспергування різних олив, становить від 0,25 до 1,3 МПа. Від величини тиску залежить і кількість проходів оливи через диспергатор для досягнення максимальної ефективності диспергування, яка у свою чергу визначає необхідну продуктивність насоса, що подає оливу до ГД.



## Програма та методика лабораторної роботи

Для застосування гідродинамічного диспергування рідких мастильних матеріалів у будь-якій системі машин (змащування двигуна, гідропривід тощо) потрібно визначитися із робочим тиском рідини у цій системі та можливою продуктивністю насоса. Після цього потрібно встановити геометричні параметри ГД, який би забезпечив обробку оливи при даному тиску із максимально можливою продуктивністю.

В роботі потрібно провести розрахунок геометричних параметрів диспергатора за заданими вихідними параметрами системи, в яку вбудовується ГД (таблиця 4.1), та проаналізувати взаємозв'язок між параметрами ГД та параметрами системи.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Номер варіанта	Продуктивність насоса системи $Q_H$ , л/хв	Тиск перед диспергатором $P_{ГД}$ , МПа	Мастильна рідина	
			марка	густина, кг/м <sup>3</sup>
1	54	0,3	М-10-В <sub>2</sub>	905
2	46	0,5	МГ-15-Б	850
3	32	0,8	ТАп-15В	930
4	25	1,0	Т-1500	885
5	16,2	1,2	М-14-В <sub>2</sub>	910
6	8	0,4	вісьова	990
7	6	0,6	МГ-15-В	870
8	10	0,9	МГ-32-А	850
9	14	1,1	М-6 <sub>3</sub> /10-Г <sub>1</sub>	900
10	17,5	1,2	ТАД-17и	907
11	22	0,4	ТЕп-15	950
12	30,3	0,8	Т-750	895
13	42,6	1,0	І-Г-С-46	885
14	48	1,1	М-4 <sub>3</sub> /6-В <sub>1</sub>	880
15	12	0,6	І-Г-А-32	890

### Порядок виконання роботи:

1 Проаналізувати марку мастильної рідини, яка підлягає обробці на ГД згідно з завданням.

2 Розрахувати потрібний діаметр отвору ГД  $d_{гд}$ , м, за формулою

$$d_{гд} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_H}{\mu \cdot \pi \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{P_{гд}}{\rho}}}} \quad (4.1)$$

де  $Q_H$  - продуктивність гідронасоса, м<sup>3</sup>/с (таблиця 4.1);

$\mu$  - коефіцієнт гідравлічних витрат. Залежить від кута конусності сопла ГД  $\alpha$  та приймається за таблицею 4.2;

$P_{гд}$  - тиск оливи перед диспергатором, Па (таблиця 4.1);

$\rho$  - густина оливи, яка підлягає диспергуванню, кг/м<sup>3</sup> (таблиця 4.1).

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнта гідравлічних витрат

Кут конусності сопла ГД $\alpha$	5°	10°	13°	13°24'	16°	20°	25°
Значення $\mu$	0,92	0,937	0,945	0,946	0,938	0,922	0,908

При проведенні розрахунку прийняти кут конусності сопла  $\alpha$ , при якому створюється якнайменший опір пропуску через нього рідини.

3 Дослідити залежність потрібного діаметра отвору диспергатора  $d_{гд}$  від тиску мастильної рідини перед диспергатором  $P_{гд}$ . Для цього при заданій, згідно з варіантом (таблиця 4.1), продуктивності насоса  $Q_H$  обрахувати формулу (4.1), при п'яти різних значеннях тиску перед ГД  $P_{гд}$  із діапазону 0,2... 1,2 МПа. Побудувати графік  $d = f(P_{гд})$  (рисунок 4.10).

4 Дослідити залежність потрібного діаметра отвору диспергатора  $d_{гд}$  від продуктивності гідронасоса системи  $Q_H$ . Для цього при заданому, згідно з варіантом (таблиця 4.1), тиску у системі  $P_{гд}$  обрахувати формулу (4.1), при п'яти різних значеннях продуктивності насоса гідросистеми із діапазону 6... 54 л/хв. Побудувати графік  $d = f(Q_H)$  (рисунок 4.10).

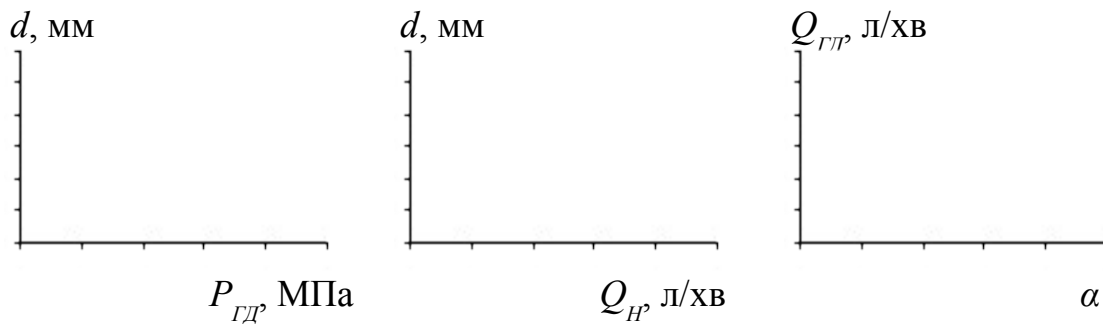


Рисунок 4.10 – Графіки досліджених залежностей

5 Дослідити, як впливає кут конусності сопла диспергатора на його продуктивність. Для цього вивести із формули (4.1) формулу для визначення пропускної здатності диспергатора  $Q_{ГД}$ . Розрахувати за виведеною формулою значення  $Q_{ГД}$  при всіх значення коефіцієнта  $\mu$ , наведених в таблиці 4.2, при цьому прийняти тиск рідини перед диспергатором  $P_{ГД}$  згідно з варіантом завдання (таблиця 4.1) та діаметр отвору диспергатора  $d_{ГД}$ , отриманий при обчисленні формули (4.1) для заданих параметрів системи (таблиця 4.1). Побудувати графік  $Q_{ГД} = f(\alpha)$  (рисунок 4.10).

6 Крім розрахунку діаметра сопла, потрібно призначити довжину його вихідного отвору  $l_0$  (рисунок 4.11). Цей параметр приймається із умови  $l_0 = (3 \div 4) \cdot d_{ГД}$ .

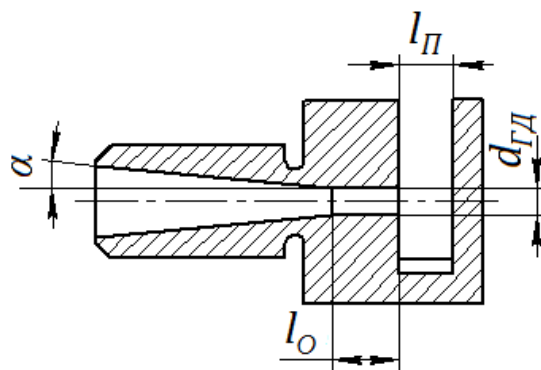


Рисунок 4.11 – Геометричні розміри ГД

7 Прийняти відстань між границею циліндричної частини сопла і перепону  $l_П$  рівною визначеному діаметру  $d_{ГД}$ .

8 Визначити потужність  $N$ , Вт, яка витрачається на одноразове гідродинамічне диспергування рідини при заданих параметрах, за формулою

$$N = \frac{P_{ГД} \cdot Q_H}{\eta}, \quad (4.2)$$

де  $P_{ГД}$  - тиск оливи перед диспергатором, Па;  
 $Q_H$  - продуктивність гідронасоса, м<sup>3</sup>/с;  
 $\eta$  - ККД системи,  $\eta = 0,8 \dots 0,85$ .

9 Заповнити звіт з роботи.

### **Зміст звіту**

Звіт з лабораторної роботи повинен містити таку інформацію:

- назва, мета та задачі роботи;
- основні теоретичні відомості за темою роботи;
- стисле викладення порядку проведення роботи;
- схематичне зображення ГД із нанесенням розмірів, визначених під час виконання роботи;
- графіки із результатами проведених досліджень;
- висновки з роботи.

### **Контрольні питання**

1 Якими способами можна покращити протизношувальні властивості рідких мастильних матеріалів?

2 Для чого застосовуються диспергатори?

3 Які відомі види диспергуючих пристроїв за механізмом впливу на частинки механічних забруднень?

4 В чому полягає принцип дії кавітуючих диспергаторів?

5 В чому полягає принцип дії магнітострикційних диспергаторів?

6 В чому полягає принцип дії ультразвукових диспергаторів?

7 В чому полягає принцип дії гідродинамічного диспергатора?

8 В чому полягають позитивні відмінності гідродинамічного диспергатора перед диспергуючими пристроями інших типів?

9 Назвіть параметри системи, в яку вбудовується ГД, від яких залежить розрахунковий діаметр ГД.

10 Яким чином впливають тиск у системі і продуктивність насоса системи на діаметр вихідного отвору ГД?

11 З яких умов визначаються геометричні параметри ГД, відмінні від діаметра вихідного отвору?

## **Лабораторна робота 5**

### **ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ДИСПЕРГАТОРІВ. РОЗРАХУНОК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ДЛЯ ДИСПЕРГУВАННЯ**

#### **Мета роботи**

1 Закріплення знань за темою "Технічні методи покращення протизношувальних властивостей мастильних матеріалів".

2 Ознайомлення з різновидами конструкцій ГД.

3 Вивчення порядку розрахунку системи диспергування.

4 Дослідження системи диспергування рідких мастильних матеріалів із заданими вихідними параметрами.

#### **Завдання**

1 Вивчити різновиди конструкцій ГД.

2 Розрахувати параметри системи диспергування.

3 Оцінити залежність технічних характеристик системи для гідродинамічного диспергування рідких мастильних матеріалів від параметрів процесу диспергування.

4 Скласти звіт з роботи.

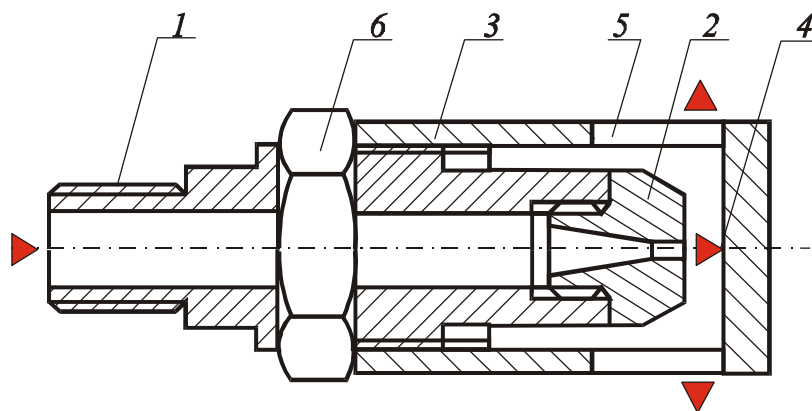
#### **Домашнє завдання**

- 1 Детально ознайомитись із теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, наведеним у методичних вказівках.
- 2 Ознайомитися із змістом і порядком виконання роботи.
- 3 Відповісти на контрольні питання.

### Теоретичні положення

Для обробки рідких мастильних матеріалів доцільно застосувати якомога простіший за конструкцією гідродинамічний диспергатор (ГД), що дозволить позбутися труднощів із його встановленням та обслуговуванням під час експлуатації. На даний час розроблено декілька конструкцій ГД, які мають дещо різне технологічне призначення й відрізняються за своєю складністю і технологічністю.

На рисунку 5.1 наведена конструкція ГД, який має регульований зазор між перепону та соплом і змінне сопло. У такому ГД змінне сопло 2 кріпиться до штуцера 1 за допомогою різьбового з'єднання. Також за допомогою різьбового з'єднання до штуцера кріпиться наконечник 3 з перепону 4 та прорізьми 5. Для фіксації наконечника від провертання служить контргайка 6.

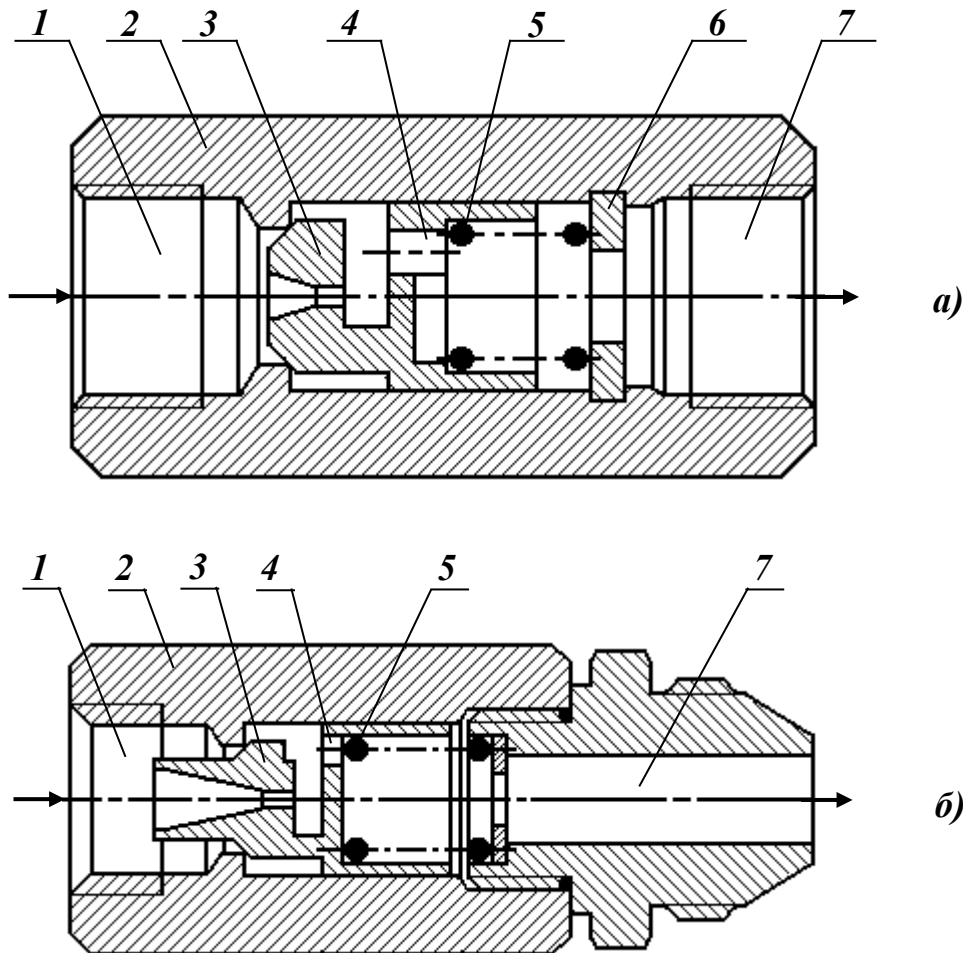


*Рисунок 5.1 – Конструкція ГД з регульованим зазором між соплом і перепону*

Якщо необхідно змінити продуктивність ГД, в нього встановлюється сопло 2 із потрібним діаметром вихідного отвору, і повертанням за різьбою наконечника 3 встановлюється необхідна відстань між торцем сопла і перепону 4 (ця відстань повинна бути приблизно рівною діаметру сопла). Застосовувати таку конструкцію доцільно у випадках, коли об'єми оливи, що

підлягають обробці, часто змінюються. Встановлювати такий ГД треба у такому місці, до якого можна легко добратися і замінити сопло. Є сенс із таким диспергатором використовувати насос із можливістю регулювання об'єму подачі.

Просту конструкцію та високу ефективність мають ГД з перепускним клапаном (рисунок 5.2).



*а) з фіксацією пружини клапана стопорним кільцем;  
 б) з фіксацією пружини клапана штуцером; 1 – вхідний канал;  
 2 – корпус ГД; 3 – поршень; 4 – прохідний отвір; 5 – пружина;  
 6 – стопорне кільце; 7 – вихідний канал*

*Рисунок 5.2 – Конструкція ГД з перепускним клапаном*

До функцій перепускного клапана входить запобігання аварійному виходу з ладу системи диспергування мастильних матеріалів при забрудненні сопла диспергатора. Клапан також призначається для обмеження максимального перепаду тиску на ГД (не більше 1,3 МПа), перевищення якого веде до збільшення

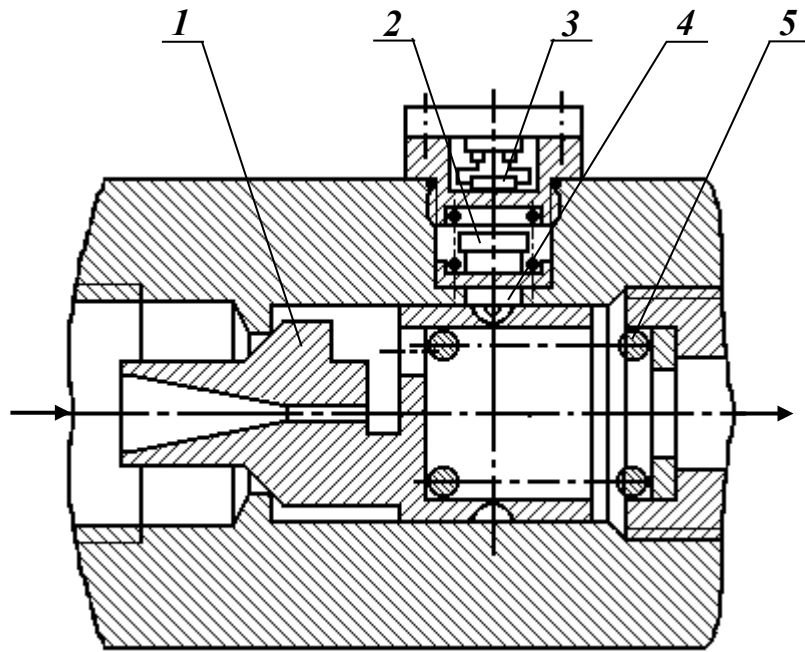
енерговитрат без адекватного підвищення ефективності диспергування.

Якщо тиск перед ГД перевищує той, на який відрегульована пружина 5, вона стискається, і поршень 3 із соплом переміщується у крайнє праве положення. В результаті такого переміщення поршня утворюється кільцева щілина, через яку виходить із диспергатора мастильна рідина. Пружина в таких ГД може фіксуватися або стопорним кільцем 6 (рисунок 5.2, а), або штуцером (рисунок 5.2, б). Застосування таких конструкцій ГД дозволяє дещо спростити улаштування системи для диспергування мастильних рідин.

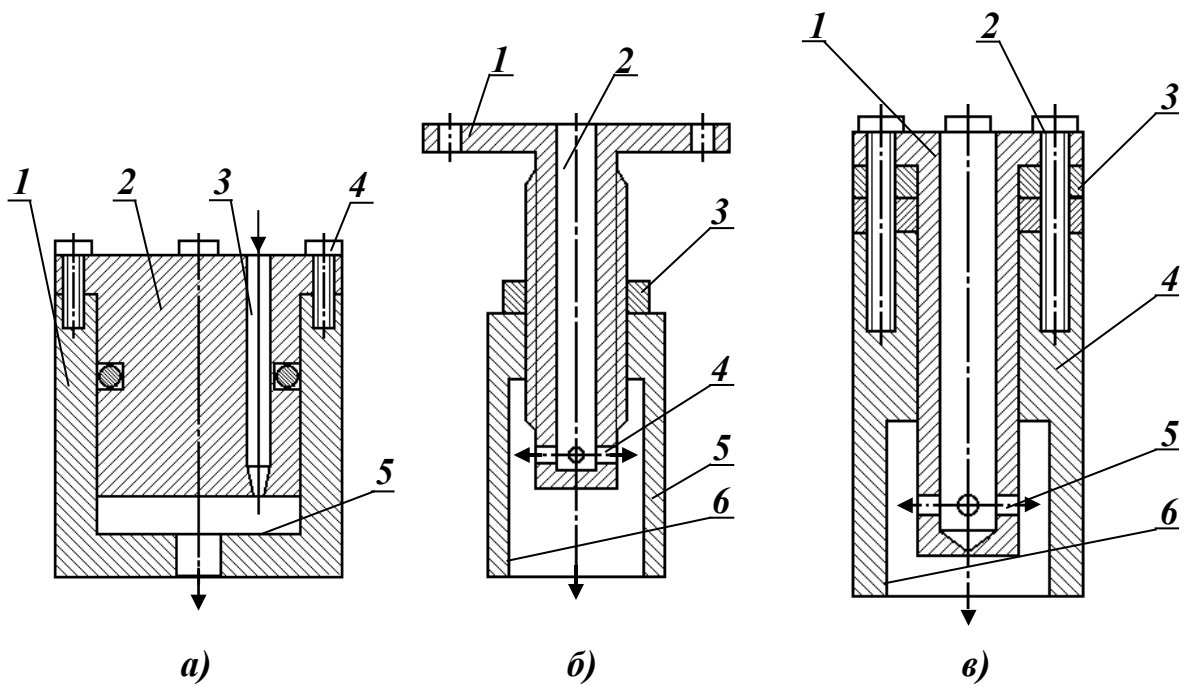
Для контролю процесу диспергування розроблена конструкція ГД з перепускним клапаном, наведена на рисунку 5.3. У цьому ГД застосований герметичний контакт (геркон) 3, який замикається при наближенні до нього постійного магніту 2, що з'єднаний з повідком 4, який входить у контакт з поршнем 1 ГД. Якщо тиск перед диспергатором перевищує з будь-яких причин той, на який відрегульована пружина 5, поршень 1 переміщується праворуч і тим самим піднімає повідок 4 разом з магнітом 2. Магнітне поле впливає на геркон, і його контакти замикаються, в результаті чого загорається контрольна лампа, яка сигналізує про припинення процесу диспергування. Якщо диспергування мастильних матеріалів здійснюється на транспортному засобі, то лампу раціонально встановити у кабіні машини, а якщо за допомогою пересувної установки, то лампу краще встановлювати на пульті керування установки.

Якщо мастильна рідина, яка підлягає диспергуванню, має значну забрудненість, через постійне "бомбардування" частинками забруднень на поверхні перепони через деякий час утворюється пляма гідроабразивного зносу. Змінюються характеристики контакту частинок забруднень і перепони, у зв'язку з чим погіршується ефективність диспергування. Для таких випадків створена конструкція ГД, наведена на рисунку 5.4.





*Рисунок 5.3 – Конструкція ГД з перепускним клапаном і пристроєм для контролю процесу диспергування*



*Рисунок 5.4 – Конструкція гідродинамічного диспергатора зі збільшеним терміном служби перепони*

У ГД, наведеного на рисунку 5.4, а, сопло 3, яке проточене у штуцері 2, може повертатися відносно наконечника 1. Після утворення на перепоні 5 плями зношення більше допустимої (2 мм) виконується перестановка сопла на кут, який відповідає кутовому кроку болтів 4, і фіксування його в новому положенні. Такі дії можна повторювати декілька разів, до повного зношення перепони.

ГД, наведений на рисунку 5.4, б, має штуцер 1 з осьовим свердленням 2 і соплами 4, спрямованими перпендикулярно до головного отвору. Штуцер 1 може пересуватися завдяки різьбовому з'єднанню вздовж своєї осі. При цьому сопла змінюють своє положення відносно перепони 6. Штуцер 1 фіксується відносно наконечника 5 контргайкою 3.

ГД, конструкція якого наведена на рисунку 5.4, в, має аналогічну конструкцію, але в ньому сопла 5 змінюють своє положення відносно перепони 6 шляхом повертання штуцера 1 відносно наконечника 4 на кут, який відповідає кутовому кроку болтів 2, або встановленням прокладок 3.

Описані вище конструкції ГД можуть бути застосовані для обробки рідких мастильних матеріалів за різними варіантами:

- постійна обробка, безпосередньо на транспортному засобі, шляхом вбудовування ГД у відповідну систему машини (гідропривід, систему змащення двигуна тощо);

- періодично або постійно, залежно від необхідності, безпосередньо на транспортному засобі, шляхом створення автономної системи диспергування, паралельної до основної системи;

- періодично, під час проведення технічних обслуговувань машин, шляхом створення установки (пересувної або стаціонарної) яка поєднується із системами машини, які заправлені рідкими мастильними матеріалами.

При першому варіанті застосування ГД потрібно враховувати можливості насосного обладнання відповідної системи машини (тиск і подача) і тільки розрахувати геометричні розміри ГД за наведеними у лабораторній роботі 4 цих вказівок формулами. При виборі місця вбудовування ГД у систему потрібно проаналізувати розгалуженість останньої і встановити його на магістралі із тиском найближчим до оптимального, із

максимальною пропускною здатністю і так, щоб обслуговування ГД не викликало значних труднощів. Такий варіант дозволяє обробляти мастильну рідину, як правило, з незначною продуктивністю, але постійно, що і забезпечує ефективність процесу.

Другий варіант застосування ГД вибирають, коли його не можна вбудувати у систему з будь-яких причин (недостатній тиск або подача штатного насосного обладнання, чи коли ГД створює перешкоду на шляху руху рідини і впливає на робочий процес системи). Вихідними параметрами в цьому випадку служать потрібна продуктивність системи диспергування і енергетичні можливості машини, оскільки для привода насоса системи диспергування потрібний електродвигун, який живиться від енергосистеми машини. Виходячи із цих параметрів підбирається електродвигун, насос і розраховується геометрія ГД.

Третій варіант ніяк не пов'язаний із можливостями машини, забезпечує повну автономність роботи системи диспергування і дозволяє проводити періодичне покращення властивостей мастильних рідин із максимально можливою ефективністю. Для розрахунку такої системи орієнтуються на об'єм рідини, що підлягає обробці, і необхідну швидкість виконання операції, виходячи з цього підбирають насос для системи диспергування, розраховують геометрію диспергатора та вибирають електродвигун, який живиться від зовнішнього джерела енергії напругою 220 або 380 В, а також вибирається регулююча апаратура для системи, яка дозволяє налаштувати її на роботу при різному тиску перед ГД.

В другому і третьому випадках система для диспергування мастильних рідин буде мати вигляд, як на рисунку 5.5. Рідина забирається із бака 1 (або картера) відповідної системи машини гідронасосом 2 і подається до гідродинамічного диспергатора 3. Необхідний перепад тиску на диспергаторі встановлюється шляхом настроювання перепускного клапана 4 (у схемі може бути застосований регульований редуційний клапан). Для контролю тиску у системі служить манометр 5. Після проходження через гідродинамічний диспергатор паливо повертається знову в бак машини 1.

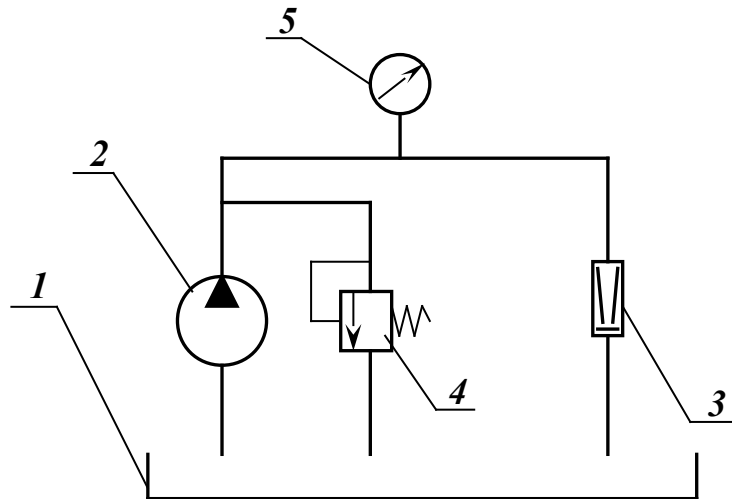


Рисунок 5.5 – Гідравлічна схема системи диспергування

Привод насоса 2 здійснюється від електродвигуна. Поєднуються двигун і насос через муфту. Оскільки для гідродинамічного диспергування мастильних рідин не потрібний дуже високий тиск, то раціонально застосовувати у системі гідронасос шестеренного типу, який є простим у експлуатації, не потребує постійного регулювання і, що важливо, відносно недорогий.

Ефективність роботи системи диспергування може бути оцінена шляхом визначення класу чистоти мастильної рідини, яка обробляється, за ДСТУ ГОСТ 17216:2004 ("Чистота промислова. Класи чистоти рідин"). Також як критерій ефективності диспергування може бути застосований коефіцієнт протизношувальних властивостей  $k_j$ , який розраховується за рівнянням

$$k_j = \frac{\chi_5 \cdot 5}{\chi_{5-10} \cdot 10 + \chi_{10-25} \cdot 25 + \chi_{25-50} \cdot 50 + \chi_{50-100} \cdot 100 + \chi_{100-200} \cdot 200}, (5.1)$$

де  $\chi_5$  - кількість часток забруднення розміром 5 мкм і менше у  $100 \text{ см}^3$  мастильної рідини;

$\chi_{5-10}, \chi_{10-25}, \chi_{25-50}, \chi_{50-100}, \chi_{100-200}$  - кількість часток забруднень розміром 5...10, 10...25 і т.д. мкм у  $100 \text{ см}^3$  мастильної рідини.

І перший, і другий спосіб пов'язані із підрахунком кількості часток забруднень у різних діапазонах розмірів, встановлених ДСТУ ГОСТ 17216:2004, за допомогою автоматичних рахівників часток або мікроскопа, але при визначенні коефіцієнта забруднень враховується кількість часток розміром менше 5 мкм (нешкідливих), які утворюються із більш крупних (шкідливих) в процесі подрібнення.

Таким чином, для впровадження гідродинамічного диспергування рідких мастильних матеріалів у експлуатацію потрібно:

- вибрати найбільш раціональний, із трьох запропонованих вище, варіант обробки рідини;
- вибрати конструкцію ГД для даного варіанта;
- провести розрахунок і підбір необхідних елементів системи диспергування;
- змонтувати та налагодити систему;
- оцінити ефективність роботи системи диспергування.

### **Програма та методика досліджень**

З точки зору якнайменшого впливу на штатні системи (змащування двигуна, гідропривід тощо) і агрегати транспортних засобів та незалежності від технічних характеристик енергосистеми машини більш раціонально організувати періодичну обробку мастильних рідин пересувними установками, оснащеними ГД. Такі установки також можна застосовувати і для відновлення властивостей мастильних рідин, вже злитих з транспортних засобів, після досягнення кінцевого терміну експлуатації. Узагальнена схема такої системи наведена на рисунку 5.5.

В роботі потрібно провести розрахунок елементів системи диспергування за заданими вихідними параметрами умов застосування гідродинамічного диспергування (таблиця 5.1) та проаналізувати взаємозв'язок між окремими технічними параметрами системи.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до розрахунків

Номер варіанта	Об'єм рідини, що підлягає обробці $V_P$ , л	Кратність обробки рідини $n_{ГД}$	Максимальний час обробки рідини $t_{max}$	Тиск перед ГД $P_{ГД}$ , МПа
1	30	14	20 хв	1
2	60	12	25 хв	1
3	110	14	50 хв	1
4	200	10	50 хв	0,8
5	500	14	55 хв	0,8
6	500	11	1 год. 30 хв	0,8
7	850	10	1 год. 40 хв	0,6
8	1200	10	2 год	0,6
9	1100	10	1 год. 40 хв	0,6
10	750	12	1 год. 30 хв	0,9
11	350	12	50 хв	0,9
12	250	14	1 год	0,9
13	180	14	50 хв	0,5
14	90	14	30 хв	0,5
15	50	15	20 хв	0,5

### Порядок виконання роботи

1 Визначити потрібну продуктивність гідронасоса  $Q_{НАС}$ , м<sup>3</sup>/с, для обробки мастильної рідини за заданими параметрами, за формулою

$$Q_{НАС} = \frac{V_P \cdot n_{ГД}}{t_{max}}, \quad (5.2)$$

де  $V_P$  - об'єм рідини, що підлягає диспергуванню, м<sup>3</sup> (таблиця 5.1);

$n_{ГД}$  - кратність обробки рідини (таблиця 5.1);

$t_{max}$  - максимальний час обробки рідини, с (таблиця 5.1).

2 Дослідити залежність потрібної продуктивності гідронасоса від встановленого часу обробки рідини. Для цього провести розрахунок формули (5.2) при постійних (заданих за варіантом)  $V_P$  та  $n_{ГД}$  та різних значеннях максимального

часу  $t_{max}$  роботи ГД із діапазону від 20 хв до 2 год. Побудувати графік залежності  $Q_{НАС} = f(t_{max})$  (рисунок 5.6).

3 Дослідити залежність потрібної продуктивності гідронасоса від кратності обробки рідини. Для цього провести розрахунок формули (5.2) при постійних (заданих за варіантом)  $V_P$  та  $t_{max}$  та різних значеннях кратності обробки  $t_{max}$ , змінюючи її від 8 до 16 разів. Побудувати графік залежності  $Q_{НАС} = f(n_{ГД})$  (рисунок 5.6).

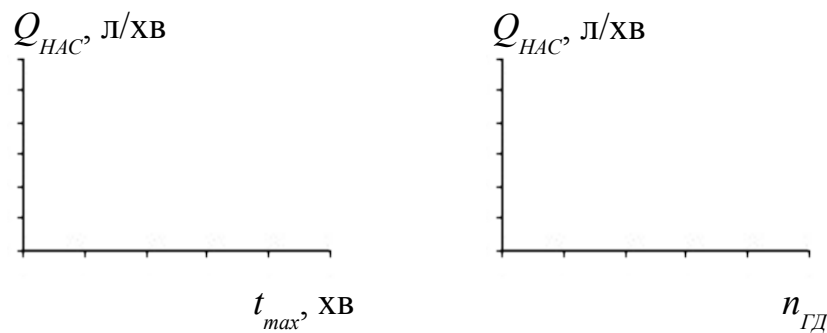


Рисунок 5.6 – Графіки досліджених залежності продуктивності гідронасоса від параметрів процесу диспергування

4 Визначити потужність, яку споживатиме гідронасос для диспергування мастильної рідини при заданих параметрах  $N_{НАС}$ , Вт, за формулою

$$N_{НАС} = \frac{Q_{НАС} \cdot P_{ГД}}{\eta_{НАС}}, \quad (5.3)$$

де  $P_{ГД}$  - тиск перед ГД, Па (таблиця 5.1);

$\eta_{НАС}$  - загальний ККД насоса,  $\eta_{НАС} = 0,8$ .

5 Оцінити за формулою (5.3) діапазон зміни потужності, яку споживає гідронасос, при різному тиску перед ГД. Для цього провести розрахунок формули (5.3) при визначеній за заданими згідно з варіантом параметрами потрібній подачі насоса  $Q_{НАС}$  та тиску  $P_{ГД} = 0,3 \dots 1,2$  МПа. Побудувати графік залежності  $N_{НАС} = f(P_{ГД})$  (рисунок 5.7).

6 Оцінити за формулою (5.3) діапазон зміни потужності, яку споживає гідронасос, при різній його подачі. Для цього провести розрахунок формули (5.3) при заданому тиску перед ГД та різних подачах (найбільшій та найменшій), отриманих у попередніх розрахунках. Побудувати графік залежності  $N_{НАС} = f(Q_{НАС})$  (рисунок 5.7).

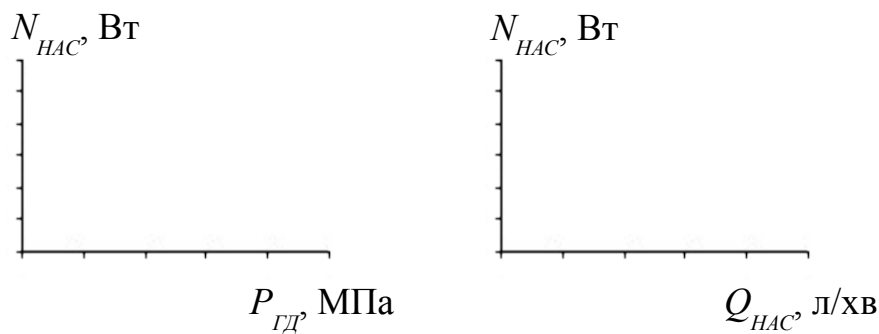


Рисунок 5.7 – Графіки дослідження залежності споживаної насосом потужності від параметрів системи диспергування

7 Підібрати для привода гідронасоса системи диспергування електричний двигун із додатка А. Підбір виконується за потужністю  $N_{ДВ}$ , яка має бути більше або рівною потужності, що споживається гідронасосом.

8 Визначити мінімально необхідний робочий об'єм насоса системи диспергування  $V_{НАС}$ , м<sup>3</sup>, за формулою

$$V_{НАС} = \frac{Q_{НАС} \cdot 60}{n_{ЕД} \cdot \eta}, \quad (5.4)$$

де  $Q_{НАС}$  - розрахована продуктивність насоса, м<sup>3</sup>/с;

$n_{ЕД}$  - частота обертання вала підбраного електродвигуна, хв<sup>-1</sup>;

$\eta$  - ККД насоса,  $\eta = 0,8$ .

9 Підібрати гідронасос для системи диспергування за додатком Б. При підборі орієнтуватися на те, щоб фактичний робочий об'єм насоса  $V_{НАС}^Ф$  був якомога ближчий до розрахункового об'єму  $V_{НАС}$ .



10 Визначити фактичну продуктивність підбраного насоса  $Q_{НАС}^{\Phi}$ , м<sup>3</sup>/с, при роботі від підбраного електричного двигуна за формулою

$$Q_{НАС}^{\Phi} = \frac{V_{НАС}^{\Phi} \cdot n_{ЕД} \cdot \eta}{60}, \quad (5.5)$$

де  $V_{НАС}^{\Phi}$  - робочий об'єм підбраного гідронасоса, м<sup>3</sup>;  
 $n_{ЕД}$  - частота обертання вала електродвигуна, хв<sup>-1</sup>;  
 $\eta$  - ККД насоса,  $\eta_{НАС} = 0,8$ .

11 За графіком  $N_{НАС} = f(Q_{НАС})$  уточнити, яку потужність споживатиме гідронасос  $N_{НАС}^{\Phi}$  при вже уточненій ( $Q_{НАС}^{\Phi}$ ) подачі. Оцінити, чи задовольняє потужність підбраного електродвигуна уточненій потужності насоса. В разі необхідності підібрати іншу марку електродвигуна із скорегованою потужністю  $N_{ДВ}^C$ .

12 За графіком  $Q_{НАС} = f(t_{ГД})$  уточнити, скільки часу піде на диспергування рідини  $t_{ГД}^{\Phi}$  при вже уточненій ( $Q_{НАС}^{\Phi}$ ) подачі насоса.

13 Оцінити залежність часу обробки мастильної рідини  $t_{ГД}^{\Phi}$  від кількості її проходів через ГД  $n_{ГД}$ . Для цього провести відповідні перетворення із формулою (5.2) та розрахувати значення  $t_{ГД}^{\Phi}$  при значеннях  $n_{ГД}$  від 6 до 16. Побудувати графік залежності  $t_{ГД}^{\Phi} = f(n_{ГД})$  (рисунк 5.8)

14 Скласти звіт з роботи.

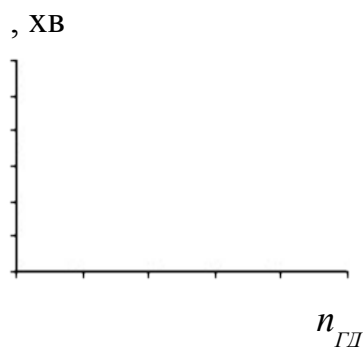


Рисунок 5.8 – Графік дослідження залежності часу обробки від кількості проходів рідини через ГД

## Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити таку інформацію:

- назва, мета та задачі роботи;
- основні теоретичні відомості за темою роботи;
- зображення гідравлічної схеми системи диспергування мастильних рідин;
- розрахунок основних параметрів системи диспергування і підбір виконавчих елементів;
- графіки залежностей, досліджених в ході лабораторної роботи;
- таблиця із результатами розрахунків (таблиця 5.2);
- висновки з роботи.

## Контрольні питання

- 1 Які існують на даний момент різновиди ГД?
- 2 В чому полягають особливості конструкції і переваги в експлуатації ГД із змінним соплом?
- 3 В чому полягають особливості конструкції і переваги в експлуатації ГД із вбудованим перепускним клапаном?

Таблиця 5.2 – Результати розрахунків

	Параметр	Значення	
Вихідні дані	Об'єм рідини, що підлягає обробці $V_P$ , л		
	Кратність обробки рідини $n_{ГД}$		
	Максимальний час обробки рідини $t_{max}$ , хв		
	Тиск перед ГД $P_{ГД}$ , МПа		
Результати розрахунків	Розрахункова продуктивність насоса $Q_{НАС}$ , л/хв		
	Потужність, споживана насосом $N_{НАС}$ , Вт		
	Попередньо підібраний електродвигун	марка	
		потужність $N_{ДВ}$ , Вт	
		частота обертання $n_{ЕД}$ , хв <sup>-1</sup>	
	Розрахунковий робочий об'єм насоса $V_{НАС}$ , см <sup>3</sup>		

	Підібраний насос	марка	
		робочий об'єм $V_{НАС}^{\Phi}$ , см <sup>3</sup>	
		номінальна подача $Q_{НАС}^{НОМ}$ , л/хв	
	Фактична подача насоса $Q_{НАС}^{\Phi}$ , л/хв		
	Уточнена потужність, споживана насосом $N_{НАС}^{\Phi}$ , Вт		
	Остаточний підібраний електродвигун	марка	
		потужність $N_{ДВ}^C$ , Вт	
	Уточнений час обробки мастильної рідини $t_{ГД}^{\Phi}$ , хв		

4 В чому полягають особливості конструкції і переваги в експлуатації ГД із пристроєм для контролю процесу диспергування?

5 В чому полягають переваги і принципи роботи диспергаторів із подовженим строком служби перепони?

6 Назвіть варіанти застосування ГД для обробки мастильних рідин на транспортних засобах.

7 Яким чином може бути оцінена ефективність роботи ГД?

8 В чому полягає фізичний зміст коефіцієнта забрудненості мастильних рідин?

9 Назвіть основні етапи на шляху впровадження до застосування гідродинамічного диспергування мастильних рідин у експлуатацію.

10 Від яких параметрів залежить необхідна подача гідронасоса системи диспергування?

11 Від яких параметрів залежить потужність, що споживається насосом системи диспергування?

12 В якій послідовності проводиться підбір основних виконавчих елементів системи диспергування мастильних матеріалів?

13 Яким чином у системі диспергування, встановленій на пересувній установці, регулюється тиск перед ГД?

14 Який характер має залежність потрібної подачі гідронасоса системи диспергування від часу та кратності обробки рідини?

15 Який характер має залежність потужності, що споживається гідронасосом системи диспергування, від тиску перед ГД?

## Додаток А

Таблиця А1 – Технічні характеристики трифазних електродвигунів

Модель	Маса, кг	Потужність, кВт	ККД, %	Частота обертання, хв <sup>-1</sup>
АИР 63 В2	6,6	0,55	76,0	3000
АИР 63 А4	5,8	0,25	68,5	1500
АИР 63 В4	6,6	0,37	69,0	1500
АИР 63 А6	5,8	0,18	56,5	1000
АИР 63 В6	7,0	0,25	59,0	1000
АИР 71 А2	8,6	0,75	79,0	3000
АИР 71 А4	8,3	0,55	75,5	1500
АИР 71 А6	8,1	0,37	66,0	1000
АИР 71 В2	9,3	1,1	79,5	3000
АИР 71 В4	9,4	0,75	76,0	1500
АИР 71 В6	9,7	0,55	69,0	1000
АИР 80 А2	12,4	1,5	82,0	3000
АИР 80 А4	12,6	1,1	76,5	1500
АИР 80 А6	12,3	0,75	71,0	1000
АИР 80 А8	12,1	0,37	63,5	750
АИР 80 В2	15,0	2,2	83,0	3000
АИР 80 В4	14,2	1,5	76,5	1500
АИР 80 В6	15,3	1,1	75,0	1000
АИР 80 В8	13,0	0,55	65,0	750
АИР 90 L2	19,6	3,0	84,0	3000
АИР 90 L4	18,6	2,2	81,5	1500
АИР 90 L6	19,0	1,5	78,5	1000
АИР 90 LA8	17,7	0,75	72,5	750
АИР 90 LB8	20,5	1,1	76,0	750
АИР 100 L6	23,3	2,2	77,0	1000
АИР 100 L4	31,5	4,0	84,0	1500
АИР 100 L2	31,5	5,5	87,0	3000
АИР 100 S2	22,8	4,0	84,5	3000
АИР 100 S4	21,6	3,0	80,0	3000

Таблиця А.2 – Технічні характеристики однофазних електродвигунів

Модель	Маса, кг	Потужність, кВт	Частота обертання, хв <sup>-1</sup>
АИ 1Е 80 В4 Б4	14,1	1,1	1500
АИ 1Е 80 А4 Б4	12,5	0,75	1500
АИ 1Е 80 С4 Б4	16,1	1,5	1500
АИР 1Е 80 А2 Б4	13,0	1,1	3000
АИР 1Е 80 В2 Б4	15,8	1,5	3000
АИР 1Е 80 С2 Б3	17,8	2,2	3000
АИ 1Е 90 L4 Б4	17,9	1,5	1500
АИР 1Е 90 L2 Б3	17,8	2,2	3000
АИР 1Е 90 L2 Д Б3	17,7	2,2	3000

## Додаток Б

Таблиця Б.1 – Технічні характеристики односекційних шестеренних гідравлічних насосів

Позначення	Робочий об'єм, см <sup>3</sup>	Тиск на вході, МПа ном./макс.	Номінальна частота обертання, хв <sup>-1</sup>	Коеф. подачі, не менше	Номінальна подача, л/хв	Споживана потужність, кВт	Маса, кг										
НШ6-3	6,30	16 / 21	3000	0,90	16,20	6,80	1,64										
НШ8Д-3	8,10				17,50	6,10	1,80										
НШ10Б-3	10,0				2400	0,92	22,08	8,40	2,35								
НШ10Г-3																	
НШ10Д-3																	
НШ14В-3	13,75						0,92	0,92	30,36	10,33	2,40						
НШ14Д-3																	
НШ16В-3	15,60								0,92	0,92	34,44	11,72	2,50				
НШ16Д-3																	
НШ25В-3	24,55										0,92	0,92	54,20	18,50	3,70		
НШ25Д-3																	
НШ32В-3	31,70												0,94	0,94	71,50	24,00	4,30
НШ32Д-3																	
НШ32Д-4	20 / 25																
НШ40В-3	40,40	16 / 21	0,94	0,94											91,10	30,50	5,32
НШ40Д-3		20 / 25															
НШ50В-3	49,10	16 / 21			0,94	0,94									110,8	35,6	5,37
НШ50Д-3																	
НШ50ДК-3																	
НШ32ДК-3	31,70						0,94	0,94							71,50	24	4,60
НШ32ДКМ-3																	
НШ71В-3	71,40								1500	121,8					47,10	13,80	
НШ100В-3	100,0								1500	173,4					66,40	14,80	

Д – модифікація з 6-шліцьовим валом і металфторопластовою втулкою;  
 Б – модифікація з 6-шліцьовим валом; Г – модифікація з 4-шліцьовим валом;  
 В – втулки з антифрикційного алюмінієвого сплаву. Насоси серії "ДК"  
 взаємозамінні з насосами серії "А". Насоси серії "ДКМ" – модифікована версія насосів з розширеним спектром застосування





## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

"Засоби підвищення надійності машин  
та економії нафтопродуктів"

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор \_\_\_\_\_.

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_.

Формат паперу 60×84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. \_\_\_\_\_. Обл.-вид. арк. \_\_\_\_\_.

Замовлення № \_\_\_\_\_. Тираж 30. Ціна \_\_\_\_\_.

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК №2874 від 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,

61050, Харків-50, пл. Фейербаха, 7