ЛЕКЦІЯ № 4

РОБОЧІ РІДИНИ

Матеріал лекції

Класифікація робочих рідин.

Розробляючи машини й апарати, приходитися зустрічатися з проблемою вибору робочої рідини, що у гідроприводах в основному виконує функції робочого тіла. Крім того, робоча рідина є мастильним і охолодним агентом пар тертя, середовищем, що видаляє з пар тертя продукти зносу і забезпечує їх від корозії.

У деяких типах гідросистем рідина виконує основну функцію, але не є робочим тілом.

У системах змащення їх називають – маслами; у системах охолодження – охолодними чи мастильно-охолодними рідинами (МОР); у гідроприводах гальм - гальмовими рідинами.

Гідравлічні масла (гідравлічні рідини для гідравлічних систем) розділяють на нафтові, синтетичні і водно-гликолеві. По призначенню їх поділяють відповідно до області застосування:

- для мобільної наземної, авіа, річкової і морської техніки;
- для гідрогальмових і амортизаторних пристроїв різних машин;
- для гідроприводів, гідропередач і циркуляційних масляних систем різних агрегатів, машин, механізмів складових устаткування різних підприємств.

Основна функція робочих рідин для гідроприводів – передача механічної енергії від її джерела до місця використання зі зміною значення чи напрямку прикладеної сили.

Гідропривід не може діяти без рідкого робочого середовища, що є необхідним конструкційним елементом будь-якої гідравлічної системи. У постійному удосконалюванні конструкції гідроприводів відзначаються наступні тенденції:

- підвищення робочих тисків і зв'язане з цим розширенням верхніх температурних меж експлуатації робочих рідин;
- зменшення загальної маси привода або збільшення відношення переданої потужності до маси, що обумовлює більш інтенсивну експлуатацію робочої рідини;
- зменшення робочих зазорів між деталями робочих органів, що посилює вимоги до чистоти робочої рідини.

З метою задоволення вимог, продиктованих зазначеними тенденціями розвитку гідроприводів, сучасні робочі рідини (гідравлічні масла) повинні мати визначені характеристики:

- оптимальний рівень в'язкості і гарні в'язкості на - температурні властивості в широкому діапазоні температур, тобто високий індекс

в'язкості;

- відрізнятися високим антіокисним потенціалом, а також термічною і хімічною стабільністю, що забезпечують тривалу беззмінну роботу рідини в гідросистемі;
- захищати деталі гідроприводу від корозії;
- володіти гарної фільтруемістю;
- мати необхідні деаеирирующі, деемульгирующі і антипінні властивості;
- охороняти деталі гідросистеми від зносу;
- бути сумісними з матеріалами гідросистеми.

Більшість масових сортів гідравлічних масел виробляють на основі добре очищених базових масел, одержуваних з рядових нафтових фракцій з використанням сучасних технологічних процесів екстракційного і гідрокаталітичного очищення.

Основні властивості робочих рідин.

Фізико-хімічні й експлуатаційні властивості сучасних гідравлічних масел значно поліпшуються при введенні в них функціональних присадок-антіокісних, антикорозійних, протиізносних, антипінних, в’язкісно-температурних і ін.

У складі гідравлічних масел украй небажана наявність механічних домішок і води. Унаслідок дуже малих зазорів робочих пар гідросистем (особливо, оснащених аксиально-поршневыми механізмами) наявність забруднень може привести не тільки до зносу елементів гідроустаткування, але і до заклинювання деталей. Для очищення робочої рідини від забруднень у гідросистемах застосовують фільтри різних типів. Навіть незначна кількість (0,05...0,1 %) води негативно впливає на роботу гідросистем. Вода, що попадає в гідросистему у процесі експлуатації, прискорює процес окислювання робочої рідини, викликає гідроліз гідролітично нестабільних компонентів масла (зокрема, присадок-солей металів). Продукти гідролізу присадок викликають електрохімічну корозію металів гідросистеми. Вода сприяє утворенню шламу неорганічного й органічного походження, що забиває фільтри і зазори устаткування, тим самим порушуючи роботу гідросистеми.

Система позначення гідравлічних масел

Прийнята у світі класифікація мінеральних гідравлічних масел заснована на їхній в'язкості і наявності присадок, що забезпечують необхідний рівень експлуатаційних властивостей. Позначення вітчизняних гідравлічних масел складається з груп знаків, перша з який позначається буквами «МГ» (мінеральне гідравлічне), друга - цифрами і характеризує клас кінематичної в'язкості, третя - буквами і показує на приналежність масла до групи експлуатаційних властивостей. За ДСТ 17479.3-85 (аналогічно міжнародному стандарту ISO 3448) гідравлічні масла за значенням в'язкості

при 40 °С поділяються на 10 класів (табл. 2).

У залежності від експлуатаційних властивостей і складу (наявності відповідних функціональних присадок) гідравлічні масла поділяють на групи А, Б и В.

Група А (група НН по ISO) - нафтові масла без присадок застосовувані в малонагруженных гідросистемах із шестеренними чи поршневими насосами, що працюють при тиску до 15 МПа і максимальній температурі до 80^0С.

Група Б (група HL по ISO) - масла з антіоксидними, антикорозійними присадками. Призначені для середньо напружених гідросистем з різними насосами, що працюють при тисках до 25 МПа і температурі масла понад 80 °С.

Група В (група НМ по ISO) - добре очищені масла з антиоксидними, антикорозійними і противозносними присадками. Призначені для гідросистем, що працюють при тиску понад 25 МПа і температурі масла понад 90 °С.

Таблиця 1. Класи в'язкості гідравлічних масел

Клас в’язкості	Кінематична в’язкість при 40 ºС, мм^2/с	Клас в’язкості	Кінематична в’язкість при 40 ºС, мм^2/с
5	4,14-5,06	32	28,80-35,20
7	6,12-7,48	46	41,40-50,60
10	9,00-11,00	68	61,20-74,80
15	13,50-16,50	100	90,00-110,00
22	19,80-24,20	150	135,00-165,00

В маслах всіх зазначених груп можуть бути введені загущуючи (в’язкостні) і антипінні присадки.

Загущені в’язкостними полімерними присадками гідравлічні масла відповідають групі HV по ISO 6743/4.

У таблиці 2 приведене позначення гідравлічних масел. Крім чисто гідравлічних масел включені масла марок «А», «Р», МГТ, віднесені до категорії трансмісійних масел для гідромеханічних передач. Однак завдяки високому індексу в'язкості, гарним низькотемпературним і експлуатаційним властивостям і через відсутність гідравлічних масел такого рівня в'язкості вони також використовуються в гідрооб'ємних передачах і гідросистемах навісного устаткування наземної техніки.

Таблиця 2 Умовне позначення гідравлічних масел

Умовне позначення масел	Товарна марка	Умовне позначення	Товарна марка
МГ-5-Б	МГЕ-4А, ЛЗ-МГ-2	МГ-22-В	“Р”
МГ-7-Б	МГ-7-Б, РМ	МГ-32-А	“ЭШ”
МГ-10-Б	МГ-10-Б, РМЦ	МГ-32-В	А, МГТ

МГ-15-Б	АМГ-10	МГ-46-В	МГЕ-46В
МГ-15-В	МГЕ-ЮА, ВМГЗ	МГ-68-В	МГ-8А-(М8-А)
МГ-22-А	АУ	МГ-100-Б	ГЖД-14с
МГ-22-Б	АУП		

Деякі давно розроблені гідравлічні масла, що випускаються, за значенням в'язкості нестрого відповідають класу по класифікації, позначеної ДСТ 17479.3-85, а займають проміжне положення. Наприклад, масла ГТ-50, має в'язкість при 40 °С 17-18 мм^2/с, знаходиться в ряді класифікації між 15 і 22 класами в'язкості.

По в’язкостним властивостях гідравлічні масла умовно поділяються на наступні:

малов’язкі - класи в'язкості з 5 по 15;

середньов’язкі - класи в'язкості 22 і 32;

в’язкі - класи в'язкості з 46 по 150.

Гальмові й амортизаційні рідини є особливою групою рідких робочих середовищ для гідравлічних систем. Перші з них використовують як робочу рідину гідроприводу гальмової системи автомобіля й у ходових системах сільськогосподарської техніки, другі - як рідке середовище в телескопічних і ричажно-кулачкових амортизаторах автомобілів, а також у телескопічних стійках.

Основне призначення ***гальмової рідини*** - передача енергії від головного гальмового циліндра до колісних циліндрів, що притискають гальмові накладки до гальмових дисків чи барабанів.

Робочий тиск у гідроприводі гальм досягає 10 МПа, а температура гальмової рідини в дискових гальмах піднімається до 150-190 ^{0}С. У результаті постійних коливань температури в гальмову систему через гумові ущільнення проникає атмосферна волога. При цьому гальмова рідина «воложиться», і, відповідно, знижується її температура кипіння.

Якщо в процесі експлуатації температура кипіння гальмової рідини стає нижче 150 ^{0}С, то при високих швидкостях руху й інтенсивних гальмуванях створюється небезпека її «закипання». При цьому в рідині виділяються пухирці газу і пари, утворюються парові пробки, що може привести до відмовлення гальм і можливості аварії.

Температура кипіння гальмової рідини - найважливіший показник, що визначає гранично припустиму робочу температуру гідроприводу гальм.

При експлуатації внаслідок обводнювання температура кипіння гальмової рідини неминуче знижується, тому поряд з температурою кипіння «сухої» гальмової рідини визначають температуру кипіння «зволоженої» рідини, що містить 3,5 % води.

Температура кипіння «зволоженої» рідини побічно характеризує температуру, при якій рідина буде «закипати» через 1,5-2 роки її роботи в гідроприводі гальм автомобіля.

В останні роки основним напрямком у поліпшенні якості гальмових

рідин було збільшення температури кипіння, особливо в «зволоженому» стані.

Гальмові рідини повинні мати гарні в'язкісно-температурні характеристики, антикорозійні, змазуючими властивостями, достатньою сумісністю з гумовими ущільненнями, стабільністю при високих і низьких температурах.

Сучасні гальмові рідини являють собою суміші різних ефірів з низькомолекулярними полімерами з добавленням антикорозійних і антіокісних присадок.

Характеристики робочих рідин.

Гальмова рідина «Нева» працездатна при температурі навколишнього повітря -40...+45 ^{0}С. Застосовують у гідроприводі гальм і зчеплень старих моделей вантажних і легкових автомобілів (випуску до 1985 р.). Строк служби - не більш одного року.

Гальмова рідина «Томь» має кращі експлуатаційні властивості, чим «Нева», більш високу температуру кипіння. Сумісна з «Невою» при змішуванні в будь-яких співвідношеннях.

Працездатна при температурі навколишнього повітря від -40 до +45^{0}С. Застосовують у гідроприводі гальм і зчеплень усіх моделей вантажних і легкових автомобілів, за винятком переднеприводных автомобілів ВАЗ. Термін служби рідини «Томь» - 2 роки.

Гальмові рідини «РосаДОТ-4», «Роса-3» і «Роса» - високотемпературні рідини, що представляють собою композиції на основі боруутримуючих поліефірів, містять антіокісні й антикорозійні присадки.

Рідини «Роса» і «Роса-3» відрізняються від рідини «Роса ДОТ-4» наявністю в її складі різних пластифікаторів, однак через відсутність сировини ці марки практично не випускають. Рідини мають високі значення температури кипіння (260 ^{0}С) і температури кипіння «зволоженої» рідини (165 °С). Працездатні в діапазоні температур навколишнього повітря від -40 до +45 ^{0}С. Застосовуються в гальмових системах сучасних вантажних і легкових автомобілів у тому числі переднеприводных автомобілів ВАЗ.

Сумісні з гальмовими рідинами «Томь» і «Нева» у будь-яких співвідношеннях. Термін служби - 3 роки.

Гальмова рідина БСК - суміш рівних частин касторової олії і бутанола. За рахунок органічного барвника пофарбована в оранжево-червоний колір. Працездатна при температурі навколишнього повітря від -20 до +30 °С. Застосовують у гідроприводі гальм і зчеплень старих моделей вантажних і легкових автомобілів, за винятком автомобілів ВАЗ.

Амортизаторні рідини є робочим середовищем у гідравлічних амортизаторах ричажно-кулачкового і телескопічного типу, а також у

телескопічних стійках.

Основним показником амортизаторных рідин є (кінематична в'язкість при позитивних і негативних температурах. Так, при температурі -20 °С в'язкість не повинна перевищувати 800мм^3/с. При більш високій в'язкості робота амортизаторів різко погіршується і відбувається блокування підвіски.

Амортизаторні рідини повинні володіти гарними властивостями, що змащують, забезпечуючи достатню зносостійкість амортизаторів, не повинні бути схильні до піноутворенню, тому що це знижує енергоємність амортизатора і порушує умови змащення пара тертя.

Також важливими характеристиками амортизаторних рідин є стабільність проти окислювання, механічна стабільність, випаровуваність і сумісність з гумовими ущільненнями.

Амортизаторні рідини являють собою маловязку нафтову основу, що містить, як правило, в’язкісну, депресорну, антиокисну, противозносну, диспергірующу й антипінну присадки.

Випускають кілька марок амортизаторних рідин: АЖ-12Т, ГРЖ-12 і МГП-12 (під торговою маркою «Славолаж»).

Кондиціонери робочих рідин.

Кондиціонери робочої рідини є апарати, призначені для підтримки визначених фізичних властивостей рідини і її температурного режиму під час роботи гідроприводу.

Серед фізичних властивостей робочої рідини важливою її характеристикою є забруднення. Забруднення рідин різними домішками в процесі транспортування й експлуатації є об'єктивним процесом і знижує надійність і термін служби гідроагрегатів. На всіх етапах використання робочих рідин прагнуть забезпечити її очищення. Вплив якості очищення (фільтрації) рідин на роботу гідроагрегатів настільки велике, що термін служби гідромашин і гідроагрегатів може бути збільшений чи знижений у залежності від якості очищення рідин в декілька (до десятка) раз.

Фільтром називають пристрій, у якому рідина піддається очищенню від твердих і грузлих забруднюючих домішок, що попадають у гідросистему.

Відділення від рідин твердих забруднюючих домішок здійснюють механічним чи силовим методами. У першому випадку фільтрація здійснюється застосуванням різних щілинних і пористих фільтрувальних елементів (матеріалів), а в другому - застосуванням силових полів - магнітного, електричного, відцентрового й ін.

У гідроприводах застосовують переважно перший метод очищення, при якому від рідини при проході його через фільтрувальний елемент відокремлюються частки в наслідок розходження розмірів цих часток і прохідних капілярних каналів фільтрованого матеріалу.

У гідроприводах сільськогосподарських машин найбільше поширення одержали фільтроелементи з латунної сітки. В основному застосовують сітки із наступними параметрами 0,046; 0,06; 0,071; 0,09; 0,1; і 0,15. Номер сітки

одночасно вказує розмір сторони ячейки у світлі в міліметрах.

Фільтруючі якості цих фільтрів (тонкість – фільтрації і витрата рідини) характеризуються розміром ячейки у світлі і щільністю чи площею живого (прохідного) перетину ячейок в одиниці площі поверхні. Останній параметр виражають через коефіцієнт живого перетину b, що представляє собою відношення площі прохідних ячейок S_o до загальної площі сітки:

$$b = \frac{S_0}{S} = \left(\frac{a}{a+d}\right)^z,$$

де d- діаметр дроту сітки; a - розмір сторони ячейки у світлі.

Зменшення при всіх інших однакових умовах величини ячейки супроводжується зменшенням коефіцієнта живого перетину сітки, і, як наслідок збільшення гідравлічного опору фільтра.

Для захисту фільтра від ушкодження при засміченні чи пуску насоса в умовах низької температури в ньому чи в паралельній йому гідролінії встановлюють запобіжний (пропускний) клапан, відрегульований на тиск фільтра $P_{пр.кл} \geq 2P_{Ф}$, але вище 0,5Мпа.

Тонкість фільтрації цими фільтрами залежить від розміру ячейки сітки у світлі, мінімальне значення якого для сіток простого переплетення дорівнює 0,08-0,1мм.

Пористі фільтри розділяють на поверхневі (фільтроелемент із паперу, картону, рідше – тканини) глибинні (фільтроелемент із пористої пластмаси).

Глибинні фільтри. Фільтри, у яких рідина проходить через товщу пористого матеріалу (наповнювача), називають глибинними. Фільтри цього типу, кожен капіляр якого має велику кількість послідовно розташованих порів, можна порівняти по ефективності фільтрування з багатошаровими фільтрами поверхневого типу з тією же довжиною капілярів і кількістю порів у них. Тому що домішки затримуються в цих фільтрах в основному в порах товщі матеріалу. Ці фільтри при однаковому забрудненні рідини мають у порівнянні з поверхневими фільтрами більш високі ємкість і термін служби.

Широко поширені фільтри глибинного типу з наповнювачем із пористих металів і кераміки, одержувані шляхом спікання сферичних і несферичних порошків.

Розмір пір у такому матеріалі дорівнює:

$$d = 0{,}1D,$$

де D - діаметр зерна (шарика) вихідного порошку.

Представляється можливим отримувати мінімальний розмір сфери металевого порошку приблизно 5мкм, що відповідає умовному діаметру d порів елемента 0,5 мкм.

Цей умовний діаметр пори і визначає номінальну тонкість очищення рідини глибинним фільтром.

Розрахунок фільтрів зводиться до визначення витрати рідини і гідравлічного опору на одиницю площі поверхні фільтроматеріалу.

Гідравлічні характеристики фільтроматеріалу визначаються, як правило, експериментальним шляхом.

Питома пропускна здатність q л/(хв·см^2) і відповідно витрата рідини через фільтр Q л/хв можуть бути виражені залежностями, що витікають з закону Пуазейля:

$$q = k\frac{\Delta p}{\mu},$$

$$Q = qS = k\frac{\Delta pS}{\mu},$$

де $k = q\mu / \Delta p$ - коефіцієнт пропорційності, що представляє собою питому пропускну здатність одиниці площі поверхні фільтроматеріалу в л/(хв·см^2) при перепаді тиску 1 кг/см^2 і динамічній в'язкості рідини 1 *пз*; μ - динамічна в'язкість, *пз*; ΔP - перепад тиску на фільтрі в кг/см^2;S - площа поверхні елемента в см^2

Досвід показує, що коефіцієнт К для конкретного фільтроматеріалу зберігається при всіх інших рівних умовах практично постійним у широкому діапазоні витрат і перепадів тиску, завдяки чому представляється можливість використовувати його як порівняльну оцінку гідравлічного опору цього матеріалу. Значення цього коефіцієнта приводяться в заводських характеристиках матеріалів.

Схеми включення установи фільтрів. Фільтрують або весь потік рідини, або його частину. Першу схему називають схемою послідовного, а другу схемою паралельного включення фільтра. Схема послідовного включення фільтра забезпечує фільтрацію всієї рідини, що приймає участь у циркуляції. Фільтр у цьому випадку повинний бути розрахований на повну витрату рідини.

Фільтрацію частини потоку звичайно застосовують у тому випадку коли пред’являються вимоги особливо ретельного очищення рідини, для дуже відповідальних гідроагрегатів, а також для профілактичного тонкого очищення рідини. Для фільтрації частини потоку звичайно застосовують глибинні фільтри тонкого очищення.

У більшості випадків доцільно застосовувати одночасно обидві схеми фільтрації: для фільтрації всього потоку застосовують фільтр, що має відносно високу пористість, а для захисту особливо відповідальних агрегатів – фільтри тонкого очищення.

При виборі місця для установки фільтра повної витрати керуються наступними міркуваннями. Для захисту насоса, що найбільш чуттєвий до забруднення рідини, фільтр бажано встановлювати на усмоктувальній лінії. (рис. 1а).

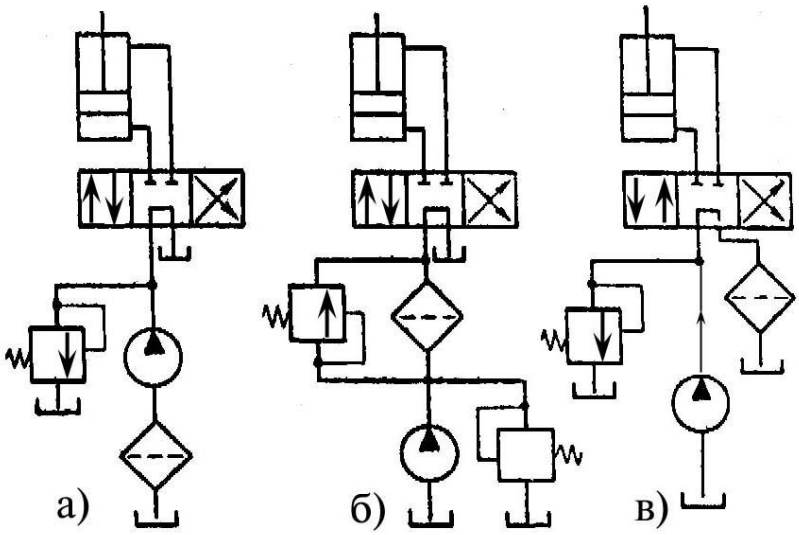

Рис. 1 Схеми розміщення фільтра в гідросистемі.

Однак через те, що фільтр збільшує опір усмоктувальної лінії і погіршує умови заповнення насоса рідиною, цей спосіб установки фільтра в гідроприводах із самоусмоктувальним насосом не розповсюджений.

Звичайно на усмоктувальній лінії установлюють фільтри грубого очищення з малим гідравлічним опором. Ступінь забруднення фільтра визначається вакуумметром. Рекомендується допустиме значення $[P_в]\leq 0{,}025$ МПа.

Основні параметри деяких усмоктувальних фільтрів типу С 41-2 приведені в. При установці фільтрів на лінії нагнітання (рис. 1, б) можуть бути допущені більш високі опори. Корпус фільтра в цьому випадку буде знаходитися під робочим тиском $P_{раб}>10$ МПа. У зв'язку з цим підвищуються вимоги до характеристик корпуса фільтра, а значить і збільшується його маса, однак така схема дозволяє використовувати фільтри з великим гідравлічним опором $P_Ф>0{,}6$ МПа.

Застосовують також установку фільтра в зливальній магістралі (рис. 1, в). При цьому через фільтр проходить рідина також і в період розвантаження насоса. В якості робочих елементів таких фільтрів використовуються пористі перегородки з робочим тиском $P_м\leq 0{,}63$ МПа, що працюють з рідиною до 1600 мм^2/с (сСт).

При експлуатації гідроприводів необхідно стежити за показаннями приладів, що заміряють тиск. Не допускати, щоб спрацьовував запобіжний клапан фільтра (при $P_{изб.}>P_{пр.кл.}$), тому що в цих випадках масло фактично не фільтрується і всі агрегати гідроприводу піддаються прискореному зносу, збільшується імовірність їхніх відмовлень.

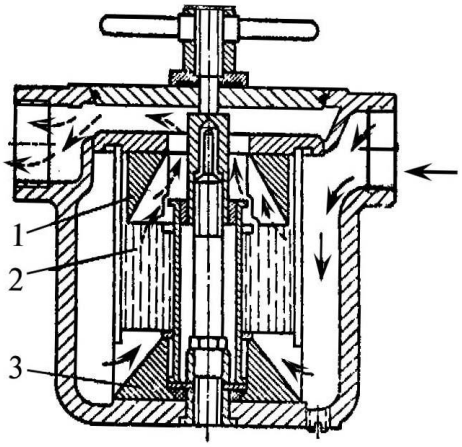

Рис. 2 Щілинний фільтр із магнітними вставками

Магнітні фільтри. Для уловлювання феромагнітних часток

застосовують магнітні фільтри, які звичайно комбінують з щілинним (пористим) фільтром. Першою ступінню таких комбінованих фільтрів є магнітний елемент, а другий пористий фільтр, що затримує діамагнітні частки, а також феромагнітні, що відірвалися від першої ступіні. Застосування магнітного поля в подібному комбінованому фільтрі підвищує тонкість фільтрації і термін служби пористого фільтра. На рис. 2 показаний комбінований фільтр, що складається із сітчастого фільтровального пакета 2 і двох установлених на вході і виході постійних магнітів 1 і Магнітні фільтри затримують дрібні феромагнітні частки, що з'єднуючись у магнітному полі разом з феромагнітними частками утворять легко віддільні великі частки.

Відцентрові очисники рідини. **У** гідросистемах деяких машин застосовують відцентрові очисники рідини (центрифуги). Ці фільтри очищають рідину від часток забруднювача з щільністю, що перевищує щільність робочої рідини.

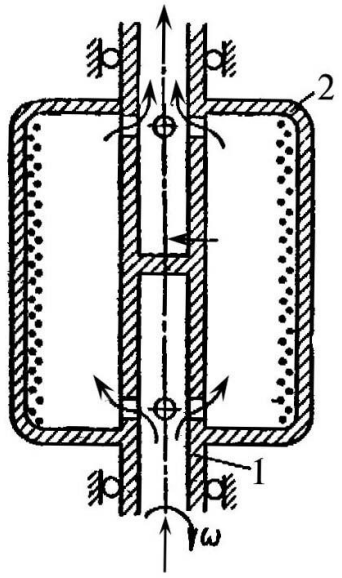

Рис. 3 Схема відцентрового очисника

Принципова схема відцентрового очисника представлена на рис. 3 Рідина, що підлягає очищенню, подається через порожню вісь 1 під тиском 0,3-0,6 МПа в обертовий ротор *2,* у которому вона здобуває кутову швидкість, що наближається до швидкості ротора. Частки забруднювача з щільністю, що перевищує щільність рідини, відкидаються під дією відцентрової сили до стінок ротора й осаджуються на них.

Центрифуги працюють як з гідрореактивним приводом, так і з механічним чи електричним приводом. Оскільки практично неможливо одержувати великі значення реактивної сили, очищення з гідрореактивним приводом не може забезпечити високих умовних швидкостей ротора (6000-7000 об/хв), а отже не може забезпечити високої тонкості очищення. Для порівняння центрифуги з механічним чи електричним приводом у деяких конструкціях досягають 20 000 об/хв.

Охолоджувачі рідини. Різниця між потужністю, споживаної насосом, і корисною потужністю гідродвигунів перетворюється в тепло і робоча рідина в процесі роботи гідроприводу нагрівається. Це особливо відноситься до гідросистем із дросельним регулюванням.

Потужність ΔN, що витрачається, у гідросистемі можна визначити як різницю між потужністю насоса $N_н$ і корисною потужністю споживачів $N_п$

$$\Delta N = N_н(1-\eta)$$

де η - повний КПД гідроприводу.

У гідроприводах з насосами невеликих потужностей (менш 6 кВт) робоча рідина охолоджується звичайно без застосування спеціальних охолоджувачів - шляхом теплового випромінювання і конвенційного

переносу тепла навколишнім середовищем. Однак при великих потужностях і тривалих режимах роботи гідросистеми необхідно застосовувати для забезпечення необхідних температурних умов охолоджувальні пристрої (теплообмінні пристрої чи охолоджувачі).

Теплообмінники встановлюють, як правило, на зливальних лініях після гідродвигунів, переливних клапанів чи на лініях відводу витоків з гідросистеми, тому що в цих гідролініях перед поверненням у бак рідина має найбільшу температуру.

Теплообмінники повинні підтримувати оптимальну температуру в основних робочих органах гідропередачі. При високій температурі в'язкість рідини знижується і витоки зростають. Якщо температура мала, а в'язкість рідини відповідно велика, зростають механічні втрати.

При надмірному підвищенні температури і зниженні в'язкості рідини виникає перехід до граничного тертя в навантажених парах і їхнє швидке зношування. Прискорюється при цьому зношування гумових елементів, що ущільнюють, і деструкція робочої рідини.

З розглянутого видно, що максимальні ККД і довговічність гідропередачі можна одержати при використанні робочої рідини в оптимальному інтервалі в'язкості, що відповідає оптимальному інтервалу температури. Найчастіше оптимальні інтервали складають: для в'язкості $\nu_{опт}=(0,16\text{-}0,25)10^{-4}$ $м^2/с$ при температурі $t_{опт}=60\text{-}40$ ^oC. Мінімально припустима в'язкість $\nu_{min}=(0,04\text{-}0,06)10^{-4}$ $м^2/с$ при максимальній температурі $t_{max}=90\text{-}80$ ^oC. У зазначених граничних умовах роботи гідропередачі використовують тільки короткочасно.

Гідроємкості і гідролінії.

Гідробаки. Гідробаком називають гідроємкість призначену для збереження, відстою, очищення й охолодження робочої рідини, а також видалення з неї пухирців повітря і температурної компенсації зміни її об’єму.

Гідробаки бувають двох типів: відкриті – під атмосферним тиском; закриті – із внутрішнім тиском.

На рис. 4 представлена типова схема й умовна позначка гідробаку з теплообмінником. Корпус бака 1 з оглядовим вікном 2, закритий кришкою Через кришку 3 у бак входить труба зливальної 4 і усмоктувальної 7 гідроліній. Заливна горловина 5 з фільтром призначена для заповнення бака рідиною. На кришці встановлюють сапун 6 для з’єднання внутрішньої порожнини бака з атмосферою. До складу сапуна входить пневмоклапан і повітряний фільтр.

У корпусі бака встановлені зливальні пробки 8, виконані у виді магнітного уловлювача. Дно бака має ухил 5...10° убік пробок 8, що забезпечує повне спорожнювання бака. У баці між зливальною й усмоктувальною трубами розташована перегородка 9 яка збільшує шлях гарячої робочої рідини в баці. Це поліпшує відділення від робочої рідини

повітря і підвищує ефективність її охолодження в теплообміннику 10. З цією же метою труба зливальної гідролінії має зріз під кутом 45°, спрямований убік стінки бака.

Форма бака повинна забезпечувати мінімальний рівень 0-0 масла h_2 = =150 мм над усмоктувальним отвором при роботі агрегату на схилах, а максимальний рівень $0\text{-}0H \leq 0{,}8L$; висота перегородки $h_1 = 2/3H$; глибина занурення труб зливальної й усмоктувальних ліній $h_2 \geq (2\ldots3)d$; зріз усмоктувальної труби повинний відстояти від дна бака на відстані $h_3 \geq 2d$. Бак варто встановлювати на машині так, щоб усмоктувальний фланець насоса знаходився над рівнем робочої рідини 0-0 у баці на висоті $h_{вс} \leq 700$ мм.

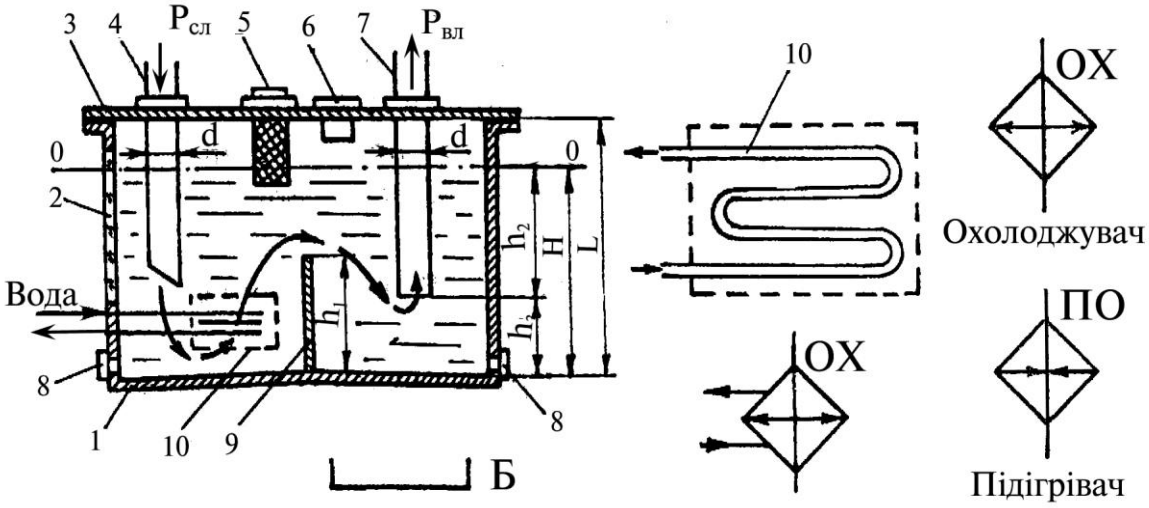

Рис. 4 Типова схема й умовні позначки гідробаку і теплообмінника.

Закриті баки найчастіше застосовують як *гідроакумулятори,* що призначені для акумулювання і повернення енергії робочої рідини, що знаходиться під тиском.

Гідравлічний розрахунок кондиціонерів, гідроемкостей і гідроліній.

Подача рідини під робочим тиском від джерела витрати до споживачів і відвід її під зливальним тиском виконується через магістралі (гідролінії), у якості яких служать жорсткі й еластичні, металеві і неметалеві трубопроводи, а також канали, виконані в корпусах гідроагрегатів.

По призначенню гідролінії підрозділяють на усмоктувальні, напірні, зливальні, дренажні і лінії керування.

Для гідроліній використовують металеві труби, гнучкі шланги і їхні з'єднання. У гідроприводах застосовують сталеві безшовні холоднодеформовані труби, холодно – і тепло деформовані, а також мідні при тиску до 10 мПа.

Трубопроводи, крім навантажень від дії тиску, вібрації і температури, іспитують додаткові навантаження внаслідок монтажних напруг, що виникають у результаті виробничих відхилень від норм точності виготовлення труб, а також точності розташування місць їхньої установки, тому зібрану гідромережу необхідно випробувати на міцність під спробним тиском рідини, прийнятим рівним $P_{исп}>1,5P_{ном}$ і перевірити герметичність усіх з'єднань при максимальному тиску.

Розрахунок трубопроводів роблять виходячи з об'ємної чи масової витрати рідини через живий перетин каналу. Відповідно до цього:

$$Q = fV; m = fV\rho$$

де Q і m - об'ємна і масова витрата рідини; ρ - щільність рідини; V - швидкість плину рідини.

При виборі швидкості плину рідини керуються тим, що підвищення її приводить до збільшення опору і відповідно втрати потужності, а зниження – до збільшення питомої металоємності трубопроводів і арматури.

На підставі практики можна рекомендувати для трубопроводів напірних магістралей наступні швидкості плину рідини в залежності від тиску [ ].

р, мПа	5	10	150	200
V,м/с	3,0	4,5	5,5	6,0

Для усмоктувальних трубопроводів швидкість рідини вибирається 0,5-1,5 м/с, причому менше значення приймають для трубопроводів малого (10-20мм) перетину. Швидкість рідини у трубопроводах зливальних магістралей звичайно обмежують 2...2,5 м/с.

Розрахунок на подовжній розрив прямих тонкостінних трубопроводів може бути зроблений по формулі:

$$[\sigma_p] = \frac{p_{\max} d}{2\delta},$$

де $[\sigma_p]$ – допустиме напруження матеріалу трубопроводу при розтяганні (по колу) для сталевих трубопроводів $[\sigma_p]$ = 100…180 МН/м^2, для труб з кольорових металів і сплавів $[\sigma_p]$ = 80…100 МН/м^2; p_{max} - максимальний тиск рідини, кг/см^2; D і δ - зовнішній діаметр і товщина стінки труби, см.

Під тонкостінними розуміють трубопроводи, у яких задовольняється умова:

$$i = \frac{d}{\delta} \le 16, \qquad \frac{d}{d_{вн}} \le 1.7$$

де $d_{вн}$ - внутрішній діаметр перетину трубопроводу.

Товщину стінки обчислюють по формулі:

$$\delta = \frac{\rho(d+m)}{2\delta n},$$

де m = 0,3 – відхилення по діаметру трубопроводу, мм; n = 0,9 – коефіцієнт враховуючий відхилення по товщині стінки трубопроводу.

Для розрахунку товстостінного трубопроводу ($i>16$) :

$$\sigma_p = p\frac{d^2 + 2\delta + 2\delta^2}{2\delta(d-\delta)},$$

Мінімальна товщина стінки для цього трубопроводу

$$\delta_{min} = \frac{d}{2}\left(\sqrt{\frac{\sigma_p + p}{\sigma_p - p}} - 1\right),$$

З'єднання окремих трубопроводів між собою із гідроагрегатами бувають різьбовими, фланцевими, швидко роз'ємними, за допомогою гнучких рукавів і інші. Нарізні сполучення розділяють на з'єднання по зовнішньому конусу, по внутрішньому конусі із ущільнювальними гумовими кільцями. Фланцеві з'єднання трубопроводів застосовують, як правило, для труб діаметром d > 40 мм.

У сільськогосподарському машинобудуванні використовують трубопровідну арматуру з шароподібним ніпелем і штуцером з кутом конуса 60°. Гідравлічна трубопровідна арматура обіймає: гідроарматуру сполучення лінійна і кутова, муфти запірні і розривні, клапани заповільні, сапуни, рукава середнього і високого тиску, заглушки захисні.

Запірні муфти призначені для автоматичного запирання заповнених маслом порожнин гідравлічних агрегатів і шлангів (гнучких рукавів), що раптово від'єднуються від напірних гідроліній.

Розривні муфти призначені для автоматичного роз'єднання і запирання шлангів при виникненні аварійних розтяжних зусиль.

Клапани заповільні забезпечують вільний пропуск робочої рідини в одному напрямку і дроселірують її при русі в зворотному напрямку.

Рукава середнього і високого тиску застосовують для з'єднання труб, осі яких не збігаються чи для з'єднання гідроагрегатів, що мають значні відносні переміщення щодо трубопроводу чи один одного.

Для надійного ущільнення всіх рухомих і нерухомих елементів гідроапаратів і гідравлічної трубопровідної арматури широко використовують ущільнення у виді кілець круглого перетину і манжет.

Резинові кільця круглого перетину не складні по конструкції і надійні в експлуатації. Вони призначені для ущільнення деталей нерухомих і рухомих з'єднань зі зворотно-поступальним переміщенням зі швидкістю до 0,3м/с, при тиску до 20 МПа, у діапазоні температур від -50 до 100 °С.

Манжети гумові зменшеного перетину призначені для ущільнення поршнів і штоків гідроциліндрів різних гідравлічних пристроїв, що працюють при тиску до 10 МПа, а з застосуванням у манжеті захисних кілець при тиску до 50 МПа, зі швидкістю зворотньо-поступового руху до 0,5 м/с.

Для ущільнення обертових валів гідромашин призначені манжети гумові армовані. Ці манжети застосовують для швидкостей переміщення V<20м/с, температурі в місці контакту манжети з валом від 45^0С до 150^0С и надлишковому тиску до 0,05 МПа.

Питання для самоконтролю до лекції № 4.

1. Що називається кондиціонерами робочої рідини? Як позначаються вони на принципіальних схемах, згідно стандартів?
2. Що таке хіммотологія?
3. Дайте класифікацію робочих рідин. Які функції виконують робочі рідини?
4. Які хіммотологічні властивості характерні для робочих рідин?
5. Класифікація, пристрій і умовна позначка фільтрів, сепараторів і кондиціонерів робочої рідини.
6. Основні схеми включення фільтрів.
7. Вимоги до робочих рідин.
8. Основні фізико-хімічні властивості робочих рідин.
9. Умовна позначка робочих рідин для об’ємних гідроприводів.
10. Накреслити схему установки: радіатора і клапана, що забезпечують циркуляцію тільки прогрітого масла; фільтра і клапана, що забезпечують надійну роботу гідропривода.