

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

Кафедра «Технічний сервіс та системи в АПК»

ГІДРАВЛІКА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до самостійної роботи «РОЗРАХУНОК ГІДРОПРИВОДУ»

для студентів ОС «Бакалавр»
зі спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної форми навчання

Мелітополь, 2019

УДК 62-82(075.8)

Гідравліка. Методичні вказівки до самостійної роботи «Розрахунок гідроприводу» для студентів зі спеціальності 208 – «Агроінженерія» - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2019. – 52 с.

Розробники: к.т.н., доцент, Журавель Д.П., асистент Петренко К.Г.

Рецензент: к.т.н., доцент, Вовк О.Ю.

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри технічного сервісу та систем в АПК

Протокол № ____ від " ____ " _____ 201__ р.

Затверджено методичною комісією механіко-технологічного факультету

Протокол № ____ від " ____ " _____ 201__ р.

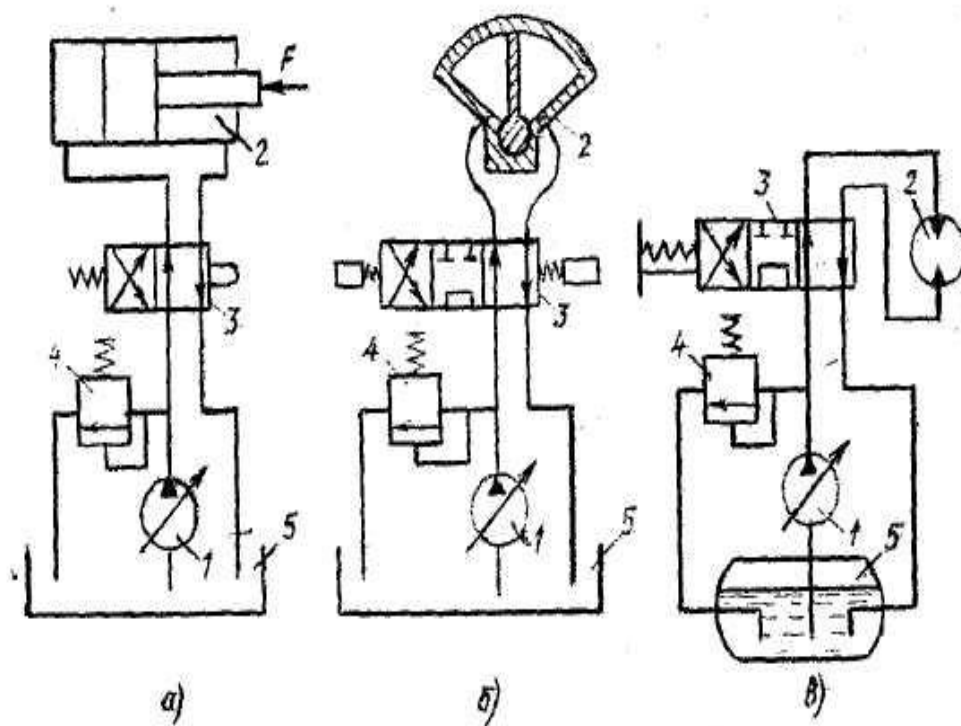
Вступ.....	4
1. Загальні положення з гідроприводу.....	4
2. Завдання для виконання розрахунково-графічної роботи.....	6
3. Розробка блок – схеми гідропривода.....	7
4. Розробка принципіальної схеми гідропривода і описання принципу його роботи.....	8
5. Розрахунок параметрів, вибір і технічна характеристика гідродвигунів...	9
5.1.Гідроциліндри.....	9
5.2.Гідромотори.....	10
6. Вибір елементів гідроапаратури і обґрунтування її призначення.....	11
7. Розрахунок дроселя.....	11
8. Гідравлічний розрахунок гідроліній.....	12
9. Розрахунок параметрів, вибір і технічна характеристика гідронасоса...	14
10. Розрахунок гідробака.....	15
11. Тепловий розрахунок гідропривода.....	17
12. Економічне обґрунтування гідропривода.....	17
13. Техніка безпеки при експлуатації гідроприводів.....	19
14. Порядок оформлення графічної частини курсової роботи.....	19
Додаток А Блок-схеми гідропривода.....	20
Додаток Б Вихідні дані гідропривода.....	29
Додаток В Умовні позначення елементів гідравлічних систем.....	32
Додаток Г Основні параметри гідроциліндрів.....	38
Додаток Д Основні параметри радіально - поршневих гідромоторів.....	40
Додаток Є Основні параметри планетарних гідромашин.....	42
Додаток Ж Основні параметри шестерневих гідромашин.....	43
Додаток З Основні параметри елементів гідроапаратури.....	44
Додаток К Стандартні елементи трубопроводів і рукава.....	50
Додаток Л Основні параметри робочих рідин.....	51
Література.....	52

Загальні положення з гідроприводу

Гідропривод – це пристрій, призначений для передавання механічної енергії двигуна робочому органу машини за допомогою рідини. Він складається з двох основних ланок вхідної – насоса і вихідної – гідродвигуна та допоміжних елементів, з'єднаних між собою гідролініями. Гідропривод ділиться на об'ємний гідропривод і гідродинамічні передачі.

Об'ємний гідропривод – це сукупність об'ємних гідромашин (насоса і гідродвигуна), гідроапаратури, гідроліній (трубопроводів) і допоміжних пристроїв, призначених для передачі енергії і зміни виду руху за допомогою рідини.

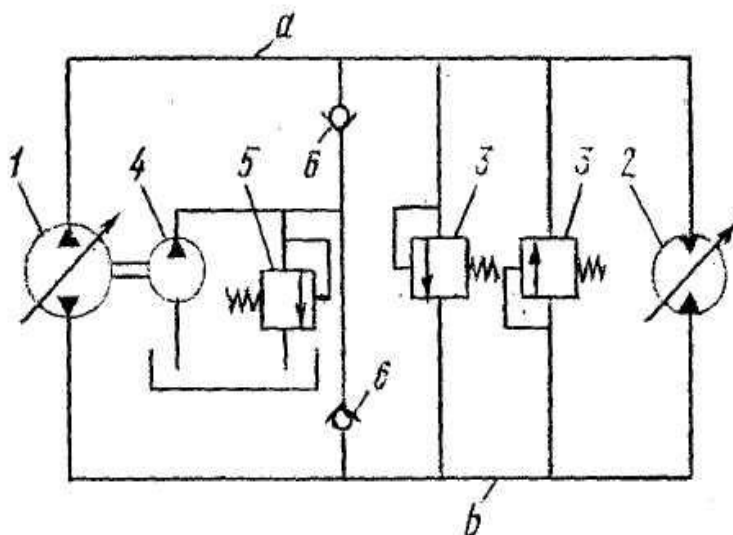
Об'ємний гідропривод класифікується: за характером руху вихідної ланки - з прямолінійним зворотно-поступальним рухом, з обертотворним рухом і з поворотним рухом вихідної ланки; за характером циркуляції робочої рідини – з розімкнутою циркуляцією і з замкнутою циркуляцією рідини; за регульованістю – регулюємий і нерегулюємий, рисунки 1, 2.



а – зворотно-поступального руху; б– поворотного руху; в– обертового руху.

1 – регулюємий насос; 2 - гідродвигуни (вихідна ланка), відповідно: 2а – гідроциліндр; 2б – поворотний гідродвигун; 2в – гідромотор; 3 – гідророзподільник, відповідно: 3а – двохпозиційний з управлінням від кулачка з пружинним поверненням; 3б – трьохпозиційний з управлінням від електромагнітів; 3в – трьохпозиційний з ручним управлінням; 4 - запобіжний клапан; 5 - бак.

Рисунок 1 – Схеми об'ємного гідропривода з розімкнутою циркуляцією рідини.



1 - регульований насос з реверсом подачі; 2 - регульований гідро-мотор з реверсом обертання; 3 - запобіжні клапани, які захищають гідролінії *a* і *b* від надмірно високого тиску, кожна з яких може бути напірною; 4 - допоміжний насос системи підживлення; 5 - переливний клапан; 6 - зворотні клапани, які застерігають гідролінії *a* і *b* від надмірно низького тиску з метою уникнення кавітації в насосі.

Рисунок 2. Схема гідропривода обертового руху вихідної ланки з замкнутою циркуляцією рідини.

Розглянемо принцип дії гідропривода з розімкнутою циркуляцією рідини зі зворотно-поступальним рухом вихідної ланки (див. рис. 1а). Робоча рідина з бака 5 насосом 1 подається в гідросистему. За допомогою гідророзподільника 3 робоча рідина поперемінно подається в штокову чи без штокову (надпоршневу) порожнину гідроциліндра. При цьому, якщо рідина подається в штокову порожнину поршень рухається вліво, приводячи в дію зв'язаний з ним робочий орган машини. З без штокової порожнини робоча рідина зливається в бак. При наступному циклі рідина гідророзподільником направляється в надпоршневу порожнину, приводячи в рух поршень і відповідний робочий орган машини, а з штокової порожнини рідина зливається в бак. Запобіжний клапан спрацьовує у випадках досягнення тиску в системі вищого за допустимий.

Що стосується інших схем, наведених тут, то студент може розібратися, користуючись рекомендованою літературою.

Гідропривод застосовується для підняття і, відповідно, опускання робочих органів сільськогосподарських машин і механізмів чи приведення їх в дію.

1. Завдання для виконання розрахунково-графічної роботи

Розробити об'ємний гідравлічний привод знаряддя сільськогосподарської техніки чи інших механізмів, згідно з завданням, блок – схема до якого приймається за додатком А, згідно з порядковим номером студента в груповому журналі, а вихідні дані приймаються згідно з останньою цифрою номера залікової книжки студента за додатком Б.

При розробці гідропривода студент згідно блок-схеми має виконати принципову гідравлічну схему гідропривода заданого знаряддя чи механізму, виконати необхідні розрахунки і підібрати за їх результатами гідравлічне обладнання, а також виконати тепловий розрахунок.

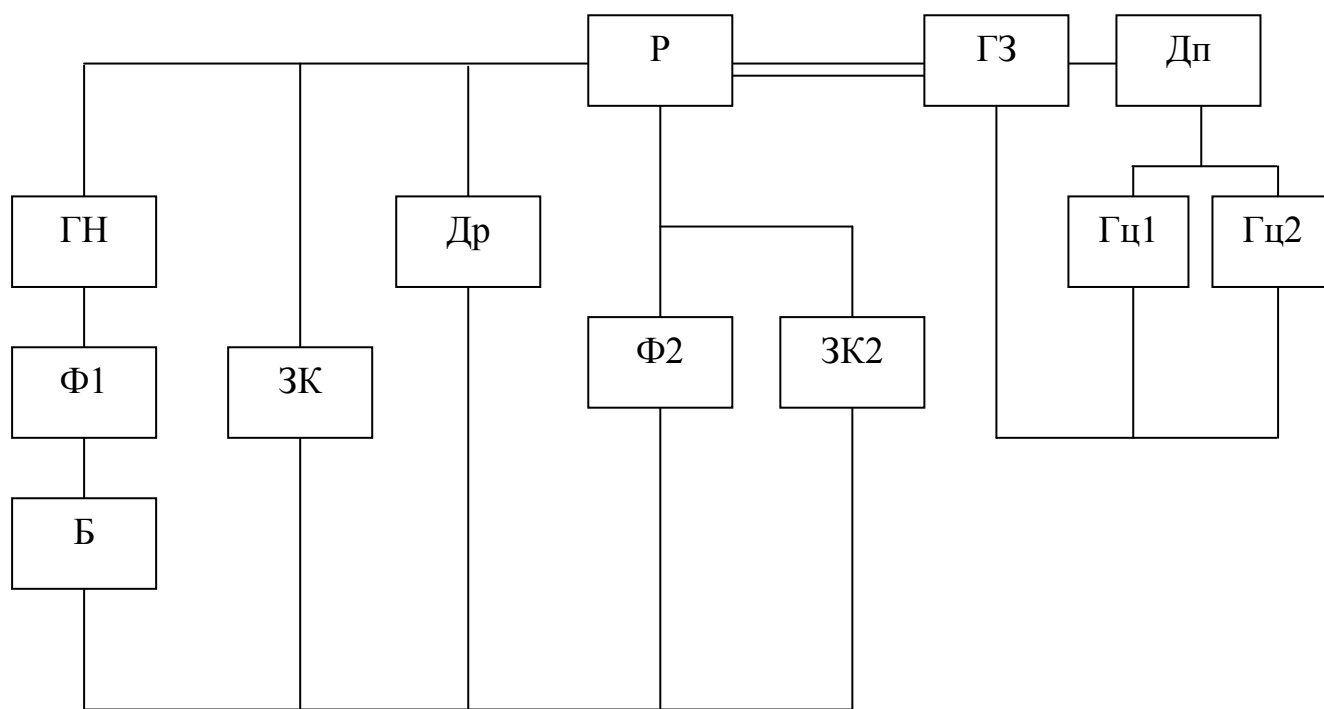
Обґрунтувати економічні витрати на збірку і установку розробленої гідро-системи.

В графічній частині проекту студент повинен розробити принципову гідравлічну схему гідропривода.

Нижче, у відповідних розділах, наведені методичні рекомендації по виконанню розрахунково-графічної роботи.

3. Розробка блок-схеми гідропривода

Блок-схема — це графічне зображення умовними позначеннями окремих елементів гідропривода, з'єднаних між собою гідролініями (трубопроводами). (рис. 3)



Б – гідробак; Φ_1 , Φ_2 – фільтр, відповідно грубого і тонкого очищення; ГН – гідронасос; ЗК1, ЗК2 – запобіжні клапани; Др – дросель; Р – розподільник; ГЗ – гідро-замок; Дп – дільник потоку; $\Gamma_{ц1}$, $\Gamma_{ц2}$ – гідроциліндри.

Рисунок 3. Блок – схема гідропривода зворотно-поступального руху (з розімкнутою циркуляцією рідини).

На блок – схемах, наведених в додатку А зустрічаються й інші умовні позначення елементів гідроприводу: ЗВК – зворотній клапан; ГМ – гідромотор; ЗК – 3, ЗК – 4 – запобіжні клапани; Гц – гідроциліндр.

Складається блок-схема на підставі технічного завдання, тобто на підставі конкретного виробничого процесу, який необхідно гідромеханізувати.

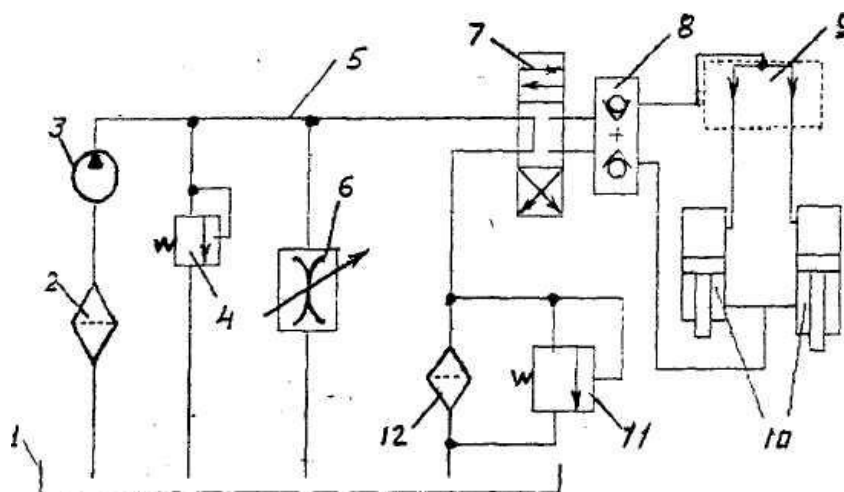
При виконанні розрахунково-графічної роботи студент повинен самостійно розробити блок-схему у відповідності з завданням, але для полегшення в методичних вказівках студенту надається вже розроблена блок – схема, на підставі якої і після виконання гідравлічних розрахунків розробляється принципова гідравлічна схема.

Умовні позначення елементів гідропривода на блок-схемах, які не наведені в методичних вказівках, слід приймати згідно з матеріалами лекцій і лабораторних занять.

4. Розробка принципіальної схеми гідропривода і описання принципу його роботи

Згідно з блок-схемою гідропривода розробляється принципіальна гідравлічна схема, зразок якої показаний на рисунку 4.

При розробці принципіальної гідравлічної схеми елементи гідропривода зображаються згідно стандартів (додаток В) і у відповідності з блок-схемою і з'єднується гідролініями.



1- гідробак; 2- фільтр грубої очистки; 3- гідронасос; 4- запобіжний клапан високого тиску; 5- гідролінія; 6- дросель; 7- розподільник; 8- гідрозамок; 9- дільник потоку; 10- гідроциліндри; 11- запобіжний клапан низького тиску; 12- фільтр тонкої очистки.

Рисунок 4. Принципіальна гідравлічна схема гідропривода зворотньо-поступального руху (з розімкнутою циркуляцією рідини).

В розрахунково-графічній роботі студентом описується принцип роботи прийнятої системи гідроприводу у відповідності зі зразком, який подається нижче і в якому описується принцип роботи системи показаної на рисунку 4.

Згідно з цією схемою робоча рідина з бака 1 через фільтр грубої очистки 2 подається гідронасосом 3 в гідросистему. По гідролінії 5 під тиском рідина подається до розподільника 7, який направляє потік до гідроциліндрів 10 в поршневу, або штокову порожнину. При надходженні рідини в поршневу порожнину гідроциліндра, поршень під її тиском буде переміщуватись, внаслідок чого приводиться в дію робочий орган машини, а рідина з штокової порожнини по зливних гідролініях через фільтр тонкої очистки 12 надходить в гідробак 1.

При надходженні рідини в штокову порожнину гідроциліндра поршень, як і в попередньому випадку, під її тиском буде переміщуватись, але в протилежному напрямку, забезпечуючи при цьому здійснення відповідної операції робочим органом машини, чи механізму, а рідина з поршневої порожнини надходить в гідробак 1 (аналогічно попередньому випадку).

Таким чином вхідною ланкою гідропривода є насос 3, створюваний ним тис робочої рідини реалізується на гідродвигунах, якими в цьому випадку є два гідроциліндри 10.

Гідрозамок 8 фіксує робочий орган машини в певному положенні. Дільник потоку 9 розділяє рівномірно потік рідини на два і більше потоків, залежно від кількості гідродвигунів. Запобіжні клапани 4 і 11 призначені для підтримання номінального тиску в системі, шляхом обмеження його максимально допустимого значення. Фільтри 2 і 12 призначені для очистки робочої рідини від забруднень і домішок.

5. Розрахунок параметрів, вибір і технічна характеристика гідродвигунів

5.1. Гідроциліндри

Гідроциліндри - це гідродвигуни зворотньо-поступальної дії.

Гідроциліндри підбирають за такими основними технічними показниками: необхідне зусилля на штоку, перепад тиску, витрата робочої рідини.

Необхідне зусилля на штоку гідроциліндра приймається як необхідне зусилля для приведення в дію робочого органу машини, яке визначається за окремим розрахунком. Для полегшення це зусилля надається в завданні, або розраховується згідно завданих параметрів.

За заданим (знайденим) зусиллям F за додатком Γ підбирається відповідний гідроциліндр і в таблиці 1 подаються його технічні параметри.

Таблиця 1. Технічні параметри гідроциліндра.

Типорозмір	Номінальний тиск, МПа	Зусилля на штоку при номінальному тиску, кН		Номінальна швидкість поршня, м/с	К К Д		Маса, кг
		Штовхаюче	Тягнуче		Механічний	Повний	

Для знаходження витрати рідини вираховуємо площу поршня за формулою

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (5.1)$$

де d - діаметр поршня, приймається з додатку Г, за маркіровкою типорозміру гідроциліндра.

Знаходимо швидкість руху поршня за формулою

$$V = \frac{l}{t}, \quad (5.2)$$

де l - хід штока, приймається за додатком Г;
 t - час робочого руху поршня, приймається з технічних міркувань, залежно від операції, 20...50 с, або згідно завдання.

Вираховуємо витрату робочої рідини за формулою

$$Q_{ГЦ} = V \cdot S, \quad (5.3)$$

де V - швидкість руху поршня;
 S - площа поршня.

Знаходимо перепад тиску в гідроциліндрі

$$\Delta P_{ГЦ} = \frac{F}{S \cdot \eta_m}, \quad (5.4)$$

де F - зусилля на штоку гідроциліндра, приймається згідно з завданням, або розрахункове;

S - площа поршня;

η_m - механічний К.К.Д. гідропривода, приймається з таблиці 1.

5.2. Гідромотори

Гідромотори це гідродвигуни обертової дії.

Якщо згідно завдання в розрахунково-графічній роботі треба розробити гідропривод обертової дії, то студентом виконуються розрахунки і підбір гідромотора.

Гідромотор підбирається за двома основними параметрами: крутячому моменту на валу гідромотора, $M_{кр}$ і частоті обертання вала гідромотора, n .

Підбирається гідромотор за додатками Д, Є, Ж, а його технічні параметри подаються в таблиці 2.

Таблиця 2. Технічні параметри гідромотора.

Крутячий момент, $M_{кр}$, Н·м	Частота обертання вала, n , s^{-1}		Робочий об'єм, $q_0 \cdot 10^{-6}$, m^3	Номинальний тиск, P , МПа	К.К.Д. механічний, η_m	К.К.Д. повний, $\eta_{пов}$	Потужність, N , кВт	Маса, m , кг
	n_{min}	n_{max}						

Знаходимо мінімальну і максимальну витрату гідромотора за формулами:

$$Q_{гм}^{min} = n_{min} \cdot q_0, \quad (5.5)$$

$$Q_{гм}^{max} = n_{max} \cdot q_0, \quad (5.6)$$

де $n_{\min}, n_{\max}$ - мінімальна і максимальна частота обертання вала гідромотора, приймається згідно завдання;

q_0 - робочий об'єм гідромотора, приймається з таблиці 2.

Знаходимо перепад тиску на гідромоторі за формулою

$$\Delta P_{\text{зм}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_{\text{кр}}}{\eta_{\text{м}} \cdot q_0}, \quad (5.7)$$

де $M_{\text{кр}}$ - крутячий момент на валу гідромотора, приймається згідно завдання;

$\eta_{\text{м}}$ - механічний К.К.Д. гідромотора, приймається з таблиці 2;

q_0 - робочий об'єм гідромотора, приймається з таблиці 2.

6. Вибір елементів гідроапаратури і обґрунтування її призначення

До гідроапаратури відносяться: дроселі, фільтри, клапани, розподільники, дільники потоку, гідрозамки і інше.

При виборі елементів гідроапаратури необхідно забезпечити дотримання умови – пропускна здатність кожного елемента гідроапаратури повинна бути більшою витрати рідини гідроциліндра, або гідромотора, тобто $Q_{\text{га}} \geq Q_{\text{гм}}$, або $Q_{\text{га}} \geq Q_{\text{гц}}$, а також номінальний тиск повинен бути більшим перепаду тиску на гідродвигуні, тобто $P_{\text{га}} \geq \Delta P_{\text{гм}}$, $P_{\text{га}} \geq \Delta P_{\text{гц}}$

Враховуючи ці умови за додатком 3 підбираємо елементи гідроапаратури і технічні параметри їх вносимо в таблицю 3.

Таблиця 3. Технічні параметри гідроапаратури.

Назва	Тип	Номінальний тиск, $P_{\text{ном}}$, МПа	Номінальна витрата, $Q_{\text{ном}}$, л/хв ($\text{м}^3/\text{с}$)	Перепад тиску, ΔP , МПа	Маса, кг

Далі в розрахунково-графічній роботі обґрунтовується (описується) призначення кожного з елементів гідроприводу.

7. Розрахунок дроселя

Розрахунок дроселя на відміну від інших елементів, виконується в зв'язку з тим, що дроселем безпосередньо регулюється витрати рідини в гідросистемі і встановлюється певний зв'язок між перепадом тиску до і після дроселя та витратою рідини.

Діаметр дросельного отвору знаходиться за формулою

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{dp}}{\mu \cdot \pi \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \Delta P}}, \quad (7.1)$$

де Q_{dp} – витрата рідини (пропускна здатність дроселя), приймається як раніше вирахована $Q_{dp \min} = Q_{zd \min}$, або $Q_{dp \max} = Q_{zd \max}$ (див. підрозділи 5.1 або 5.2);

μ – коефіцієнт витрати 0,4...0,8;

ΔP – втрати тиску, див. додаток 3;

ρ – густина робочої рідини, див. додаток Л.

Таким чином, для забезпечення необхідної технологічної швидкості вихідної лапки у вибраному стандартному дроселі має бути встановлений отвір з діаметром, що відповідає вирахованому вище.

8. Гідравлічний розрахунок гідроліній

Гідравлічний розрахунок гідроліній полягає в знаходженні діаметра трубопроводів, швидкості руху рідини і втрат тиску в них.

Діаметр трубопроводів знаходиться за формулою

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{zd \max}}{\pi \cdot V_e}}, \quad (8.1)$$

де Q_{zd} - витрата рідини на гідродвигуні – гідроциліндрі ($Q_{гц}$), або гідромоторі ($Q_{гм}^{\max}$),

V_e - економічно доцільна швидкість руху рідини в трубопроводі, приймається 2...4 м/с.

Одержаний за формулою 8.1 діаметр округляємо до ближчого стандартного значення, яке приймається за додатком К, як внутрішній діаметр в залежності від перепаду тиску на гідродвигуні ΔP гц, або ΔP гм.

Знаходимо дійсну середню швидкість руху рідини спочатку в трубопроводах, а потім в рукавах по формулі.

$$V = \frac{4 \cdot Q_{zd}}{\pi \cdot d^2}, \quad (8.2)$$

де Q_{zd} - витрата гідродвигуна, приймається за формулою 5.3, або 5.6;

d - діаметр трубопроводу або рукава.

Втрати тиску в трубопроводі ΔP_v складаються з втрат в місцевих опорах і по довжині, що можна описати такою формулою

$$\Delta P_v = \Delta P_m + \Delta P_{дов}, \quad (8.3)$$

де ΔP_m - втрати тиску в місцевих опорах;

$\Delta P_{дов}$ - втрати тиску по довжині.

Втрати тиску в місцевих опорах визначаються за залежністю

$$\Delta P_m = \zeta \frac{\rho \cdot V^2 \cdot z}{2}, \quad (8.4)$$

де ζ - коефіцієнт місцевого опору, 0.99;

ρ - густина робочої рідини, приймається за додатком Л (робоча рідина вибирається в залежності від технологічної операції);

V - середня швидкість руху рідини в гідролініях, приймається, як знайдена згідно з залежністю 8.2. Так як при проектуванні можливі варіанти при яких діаметр різних ділянок (трубопровода, або рукава), має різне значення, то і втрати тиску в місцевих опорах в цьому випадку слід вираховувати окремо з врахуванням різних значень швидкості руху рідини;

z - кількість місцевих гідравлічних опорів(поворотів), приймається згідно з технічними умовами роботи гідроприводу, рекомендується прийняти 4...7 опорів.

Втрати тиску по довжині визначаються за залежністю

$$\Delta P_{\text{дов}} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho, \quad (8.5)$$

де λ - коефіцієнт гідравлічного тертя, знаходиться за порядком, який викладений нижче;

l - довжина трубопроводів (гідроліній);

d - діаметр трубопроводів (гідроліній), приймається як знайдений за формулою 8.1;

V - середня швидкість руху рідини в гідролінії, приймається аналогічно залежності 8.2

ρ - густина робочої рідини, 890 кг/м³.

Коефіцієнт гідравлічного тертя розраховується за формулами залежно від режиму руху рідини. Режим руху рідини встановлюється по числу Рейнольдса, яке вираховується за формулою

$$R_e = \frac{V \cdot d}{\nu}, \quad (8.6)$$

де V - середня швидкість руху робочої рідини, див. формулу 8.2;

d - діаметр трубопроводу (гідролінії), див. формулу 8.1;

ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості робочої рідини, $13 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Режим руху рідини визначається шляхом порівняння вирахованого числа Рейнольдса, R_e з критичним, $R_{e \text{ кр}} = 2320$.

Якщо R_e менше $R_{e \text{ кр}}$ - режим руху води ламінарний і коефіцієнт λ вираховується за формулою

$$\lambda = \frac{64}{R_e}, \quad (8.7)$$

де R_e - вираховане число Рейнольдса.

Якщо ж R_e більше $R_{e\text{кр}}$ режим турбулентний і тоді необхідно визначити його зону, що робиться за допомогою першого і другого граничних чисел Рейнольдса, тобто $R_{e\text{гр1}}$ і $R_{e\text{гр2}}$, які в свою чергу визначаються за залежностями

$$R_{e\text{гр1}} = 50 \cdot \frac{d}{\Delta} \text{ і } R_{e\text{гр2}} = 1100 \cdot \frac{d}{\Delta}, \quad (8.8)$$

де d - діаметр трубопроводу, див. формулу 8.1;

Δ - висота виступів шорсткості на внутрішній поверхні трубопроводу, 0,3...0,7 мм.

Отже, якщо вираховане число Рейнольдса $R_e < R_{e\text{гр1}}$ буде мати місце гідравлічно гладка зона і коефіцієнт λ вираховується за залежністю

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{R_e}}. \quad (8.9)$$

Якщо ж $R_e > R_{e\text{гр1}}$, але $R_e < R_{e\text{гр2}}$ буде мати місце перехідна зона і коефіцієнт вираховується за залежністю

$$\lambda = 0,11 \cdot \sqrt[4]{\frac{68}{R_e} + \frac{\Delta}{d}}. \quad (8.10)$$

Якщо ж $R_e > R_{e\text{гр2}}$, то зона буде шорстка і коефіцієнт вираховується за залежністю

$$\lambda = 0,11 \cdot \sqrt[4]{\frac{\Delta}{d}}. \quad (8.11)$$

Знайшовши ΔP_m і $\Delta P_{\text{дов}}$ за формулою 8.3 знаходяться загальні втрати тиску.

9. Розрахунок параметрів, вибір і технічна характеристика гідронасоса

Гідронасос підбирається за двома основними технічними показниками — тиском і подачею рідини, які потрібні для забезпечення роботи гідропривода.

Тиск визначається за залежністю

$$P_{\text{ГН}} = \Delta P_{\text{зд}} + \Delta P_{\text{в}} + \Delta P_{\text{за}}, \quad (9.1)$$

де $\Delta P_{\text{зд}}$ – перепад тиску на гідродвигуні (гідроциліндрі, або гідромоторі), приймається як раніше знайдений за формулами 5.4 або 5.7;

$\Delta P_{\text{в}}$ – загальні втрати тиску в гідролінії, приймаються як раніше знайдені за формулою 8.3;

$\Delta P_{\text{за}}$ – перепад тиску в елементах гідроапаратури, приймається згідно з таблицею 3.

Подача рідини приймається, як раніше знайдена витрата для гідродвигунів – гідроциліндра $Q_{\text{гц}}$, чи гідромотора $Q_{\text{гм}}$ див. формули 5.3 і 5.6.

На підставі знайдених тиску і подачі за додатками Є і Ж підбирається насос і його технічні параметри заносяться в таблицю 4.

Таблиця 4. технічні параметри гідронасоса.

Марка	Робочий об'єм насоса q_0 , $\text{см}^3/\text{об}$	Номінальний тиск, P_n , МПа	Номінальна подача, Q_n , $\text{м}^3/\text{с}$	Частота обертання, n , с^{-1}		Номінальна потужність N , кВт	К. К. Д., $\eta_{\text{гн}}$	Коефіцієнт подачі насоса, η_0	Маса m , кг
				максимальна	мінімальна				

Для забезпечення необхідної подачі насоса його вал повинен мати певну частоту обертання, знаходиться вона за формулою

$$n = \frac{Q_{\text{гн}}^{\text{max}}}{q_0 \cdot \eta_{0\text{б}}}, \quad (9.2)$$

де $Q_{\text{гн}}^{\text{max}}$ – подача гідронасоса максимальна, приймається як максимальна витрата гідромотора або гідроциліндра, див. формули 5.3 або 5.6;
 q_0 - робочий об'єм гідронасоса, приймається з таблиці 4;
 η_0 – коефіцієнт подачі насоса, приймається з таблиці 4.

У відповідності із знайденою необхідною частотою обертання вала гідронасоса підбирається двигун для його приводу, в розрахунково-графічній роботі двигун не підбирається.

Визначимо К.К.Д. гідропривода за формулою

$$\eta_{\text{гн}} = \frac{Q_{\text{гд}} \cdot \Delta P_{\text{гд}}}{Q_{\text{гн}} \cdot P_{\text{гн}}} \cdot \eta_{\text{гд}} \cdot \eta_{\text{гн}}, \quad (9.3.)$$

де $Q_{\text{гд}}$ – витрата гідродвигуна, (гідроциліндра $Q_{\text{гц}}$ чи гідромотора $Q_{\text{гм}}$), приймається згідно з одержаними значеннями за формулами 5.3. чи 5.6
 $\Delta P_{\text{гд}}$ – перепад тиску на гідродвигуні, приймається аналогічно формулі 9.1;
 $P_{\text{гн}}$ – тиск гідронасоса, приймається згідно з визначенням за формулою 9.1;
 $Q_{\text{гн}}$ – подача гідронасоса див. формулу 9.2;
 $\eta_{\text{гд}}$ – повний К. К. Д. гідродвигуна, приймається з таблиць 1 чи 2;
 $\eta_{\text{гн}}$ – повний К. К. Д. гідронасоса, приймається з таблиці 4.

10. Розрахунок гідробака.

Гідробак призначений для зберігання, охолодження і відстою робочої рідини. Схема гідробака показана на рисунку 5.

Його об'єм повинен дорівнювати не менше 30...120 секундним подачам насоса виражених в м^3 , що можна виразити такою формулою

$$W_0 = (30...120) Q_{\text{гн}}, \quad (10.1)$$

де $Q_{\text{гн}}$ – подача гідронасоса, $\text{м}^3/\text{с}$.

Висота бака визначається за формулою

$$H_{\bar{o}} = (0,25 \dots 2) \cdot \sqrt[3]{W_{\bar{o}}}, \quad (10.2)$$

де $W_{\bar{o}}$ – об'єм бака, м^3 .

Площа основи бака визначається за формулою

$$S = \frac{W_{\bar{o}}}{H_{\bar{o}}} \quad (10.3)$$

Площа бака знаходиться за формулою

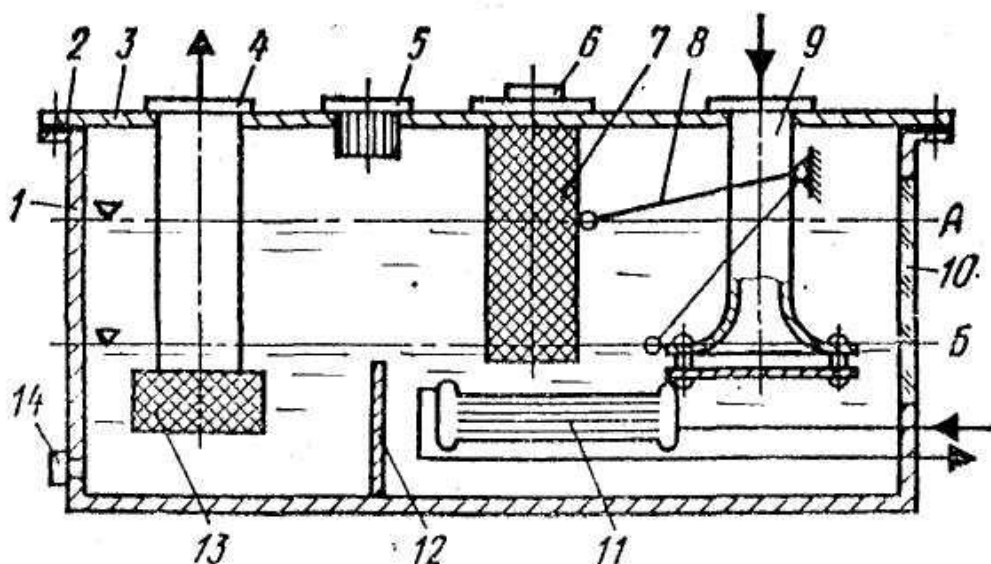
$$S_{\bar{o}} = \sqrt[3]{W_{\bar{o}}^2}, \quad (10.4)$$

Мінімальний рівень рідини в баку визначається за залежністю

$$h_{\min} = \frac{3}{4} \cdot H_{\bar{o}} \quad (10.5)$$

Висота перегородки в баку визначається за формулою

$$h_n = \frac{2}{3} h_{\min} \quad (10.6)$$



1-корпус; 2- ущільнююча прокладка; 3 – кришка; 4- усмоктувальний патрубок; 5- сапун; 6- заливна горловина; 7-фільтр (сітка); 8 - поплавкове реле; 9-зливний патрубок; 10-оглядова щілина (засклена); 11-водяний охолоджувач; 12-перегородка; 13-сітчатий фільтр грубої очистки; 14-зливна пробка; А-максимальний рівень рідини; Б-мінімальний рівень рідини.

Рисунок 5. Схема гідробака, який працює при атмосферному тиску.

Глибини занурення усмоктувального та зливного патрубків в рідину визначається за формулою

$$\Delta h_z = (2 \dots 3) d_{nmp}, \quad (10.7)$$

де d_{nmp} - діаметр патрубка, приймається рівним діаметру трубопровода, див. формулу 8.1.

Відстань усмоктувального патрубку від дна визначається за формулою

$$\Delta h_g = 2d_{nmp}, \quad (10.8)$$

де d_{nmp} - діаметр усмоктувального патрубку, див. формулу 8.1.

Площа поверхні трубопроводів визначається по формулі

$$S_{mp} = (\pi \cdot d_3^{cm} \cdot L_{cm}) + (\pi \cdot d_3^p \cdot L_p), \quad (10.9)$$

де d_3^{cm} - зовнішній діаметр сталевих трубопроводів;

d_3^p - зовнішній діаметр гідравлічних рукавів.

11. Тепловий розрахунок гідропривода.

Метою його є обґрунтування необхідності системи охолодження гідропривода. Тепловий розрахунок гідропривода ведеться на основі балансу кількості тепла, яке розсіюється в атмосферу і кількості його яке утворюється при роботі гідропривода, що можна описати формулою

$$N(1 - \eta_{en}) = K_i \cdot S \cdot \Delta t, \quad (11.1)$$

де N – потужність, яка підводиться до гідропривода, порядок знаходження її поданий нижче;

η_{en} - К.К.Д. гідропривода, див. формулу 9.3;

K_i - коефіцієнт тепловіддачі, приймається з літературних джерел, тут рекомендується його значення 12 Вт/(м²·К);

S – площа зовнішньої поверхні всіх елементів гідропривода, порядок знаходження її поданий нижче.

Δt - перепад температури робочої рідини, приймається 30...40°С.

Потужність, N , яка підводиться до гідропривода визначається по формулі

$$N = \frac{P_{en} \cdot Q_{en}}{\eta_{en}}, \quad (11.2)$$

де P_{en} - тиск, який розвиває гідронасос, див. формулу 9.1;

Q_{en} - подача гідронасоса, див. формули 5.3, або 5.6;

η_{en} - повний К.К.Д. гідронасоса, приймається з таблиці 4.

Площа зовнішньої поверхні всіх елементів гідропривода визначається по формулі

$$S = 6 \cdot \left(\frac{G}{K \cdot \rho} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (11.3)$$

де G – сумарна маса всіх елементів гідропривода;

K – коефіцієнт заповнення об'єму гідросистеми, 0,7;

ρ – густина матеріалів з яких виготовлені елементи гідропривода, для спрощення приймається 7800 кг/м^3 .

Висновок що до застосування системи охолодження гідропривода робиться на підставі аналізу рівняння 11.1. Якщо $N(1 - \eta) > K \cdot S \cdot \Delta t$, тобто, якщо кількість тепла яке утворюється при роботі гідропривода більше кількості тепла, яке розсіюється в атмосферу, то в системі гідропривода необхідно влаштовувати додаткове охолодження.

В якості охолоджувачів в гідроприводах сільськогосподарської техніки застосовуються радіатори. Для спрощення розрахунків і конструювання охолоджувача в роботі не виконуються.

12. Економічне обґрунтування використання гідроприводу.

Економічне обґрунтування розробленої системи гідропривода полягає в знаходженні її повної вартості.

Вартість розробленої конструкції гідросистеми складається із вартості конструктивних елементів ($B_{\text{кон}}$), вартості трубопроводів ($B_{\text{тр}}$), вартості масла або робочої рідини ($B_{\text{м}}$), вартості зборки системи ($B_{\text{зб}}$) і загально виробничих витрат ($B_{\text{зв}}$)

$$B_{\text{к}} = B_{\text{кон}} + B_{\text{тр}} + B_{\text{м}} + B_{\text{зб}} + B_{\text{зв}}, \quad (12.1)$$

Вартість комплектуючих конструктивних елементів знаходиться за формулою

$$B_{\text{кон}} = \sum B_{\text{ел}}, \quad (12.2)$$

де $B_{\text{ел}}$ – вартість окремих елементів.

Вартість елементів вибирається із додатків Г, Д, Е, Ж, З, К, Л.

Вартість трубопроводів знаходиться за формулою

$$B_{\text{тр}} = C_{\text{тр}} \cdot \ell_{\text{тр}} + C_{\text{р}} \cdot \ell_{\text{р}}, \quad (12.3)$$

де $C_{\text{тр}}$ – вартість одного погонного метра трубопроводу, грн.;

$\ell_{\text{тр}}$ – довжина трубопроводів, м, приймається із розрахунків;

$C_{\text{р}}$ – вартість одного погонного метра гідравлічних рукавів, грн.;

$\ell_{\text{р}}$ – довжина гідравлічних рукавів, м, приймається із розрахунків.

Вартість масла в системі, в залежності від об'єму бака, знаходиться за формулою

$$B_{\text{м}} = C_{\text{м}} \cdot M, \quad (12.4)$$

де $C_{\text{м}}$ – вартість одного кілограма робочої рідини, грн.;

M – кількість робочої рідини, кг

$$M = 0,8 \cdot W_{\text{б}} \cdot \rho_{\text{м}}, \quad (12.5)$$

де $W_{\text{б}}$ – об'єм бака, м^3 ;

$\rho_{\text{м}}$ – густина робочої рідини, кг/м^3 .

Вартість зборки гідросистеми знаходиться за формулою

$$B_{\text{зб}} = n_{\text{ел}} \cdot K_{\text{б}} \cdot C_{\text{б}} + n_{\text{ел}} \cdot K_{\text{г}} \cdot C_{\text{г}}, \quad (12.6)$$

де $n_{\text{ел}}$ – кількість елементів в системі гідроприводу (насос, гідродвигун, розподільники і т.д.);

K_6 – кількість болтових кріплень;

C_6 – вартість одного болтового кріплення, 0,1 грн;

K_e – кількість гаєчних з'єднань гідроліній;

C_e – вартість одного гаєчного з'єднання гідроліній, 0,35 грн.

Вартість загально виробничих витрат складає 40 % від усіх виконаних робіт, тобто

$$B_{зв} = 0,4 (B_{кон} + B_{тр} + B_{м} + B_{зб}), \quad (12.7)$$

Одним з важливих техніко – економічних показників є питома вартість конструкторської гідросистеми, яка визначається за залежністю

$$B_{num} = B \kappa / G, \quad (12.8)$$

де G – сумарна маса всіх елементів гідропривода, див. формулу 11.3.

Економічна ефективність встановлюється шляхом порівняння економічних показників розробленого гідропривода з економічними показниками механічного привода.

13. Техніка безпеки при експлуатації гідроприводів.

При експлуатації гідроприводів слід додержуватись певних правил, які забезпечують безпечну роботу обслуговуючого персоналу.

Перед включенням гідропривода в роботу його необхідно оглянути і впевнитись, що всі елементи надійно закріплені, з'єднані між собою, в системі відсутнє витікання робочої рідини. Обладнання гідросистеми повинно бути забезпечене захисними щитками, згідно технічних умов. Перед початком роботи гідропривода перевіряється рівень рідини в баку, він повинен бути не нижче мінімального рівня.

Ремонтні роботи в системі гідропривода слід виконувати тільки при відключеному двигуні.

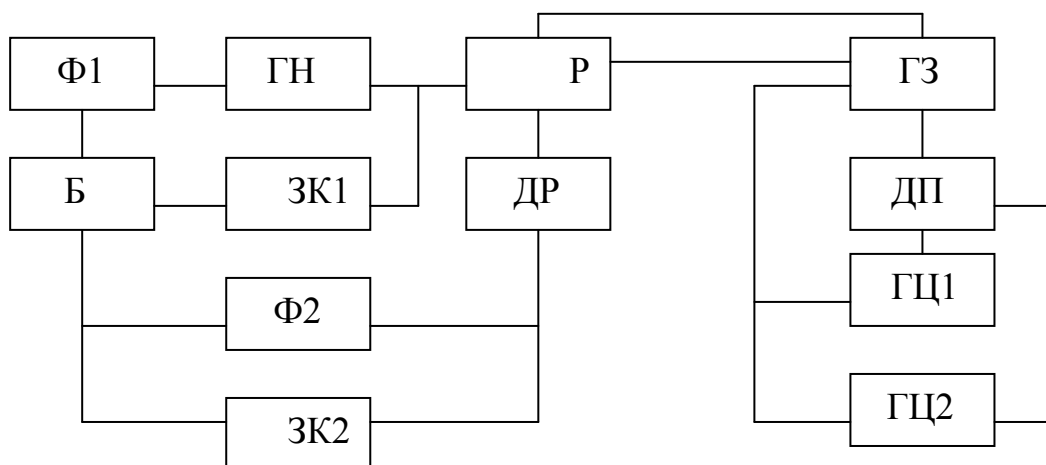
Особи, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки при експлуатації гідропривода, до роботи з ним не допускаються.

14. Порядок оформлення графічної частини розрахунково-графічної роботи.

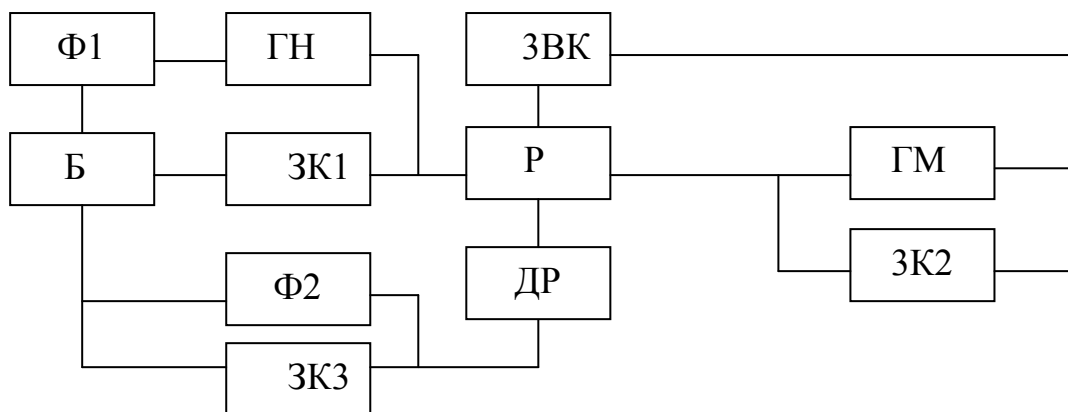
В графічній частині розрахунково-графічної роботи студент зображає принципову схему гідропривода згідно з стандартними умовними їх позначеннями наведеними в додатку В.

Додаток А (обов'язковий)
Блок-схеми гідропривода.

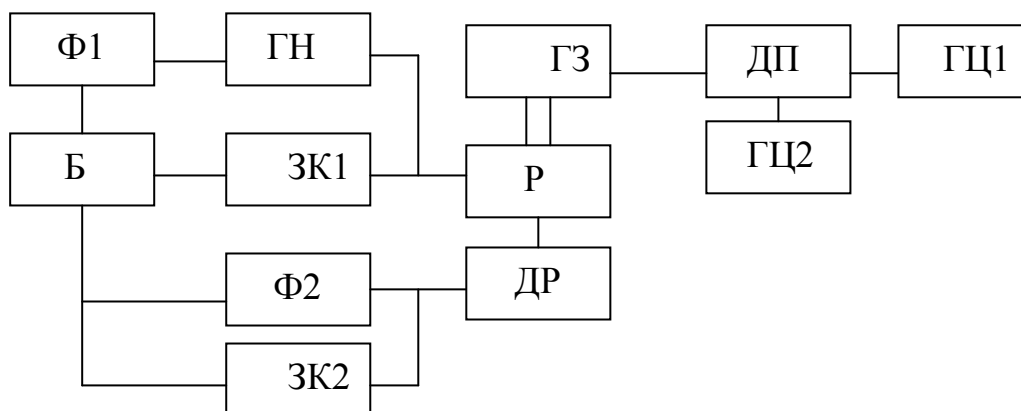
Блок-схема 1. Гідравлічний привод підняття жатки комбайна (гідроциліндри двохсторонньої дії).



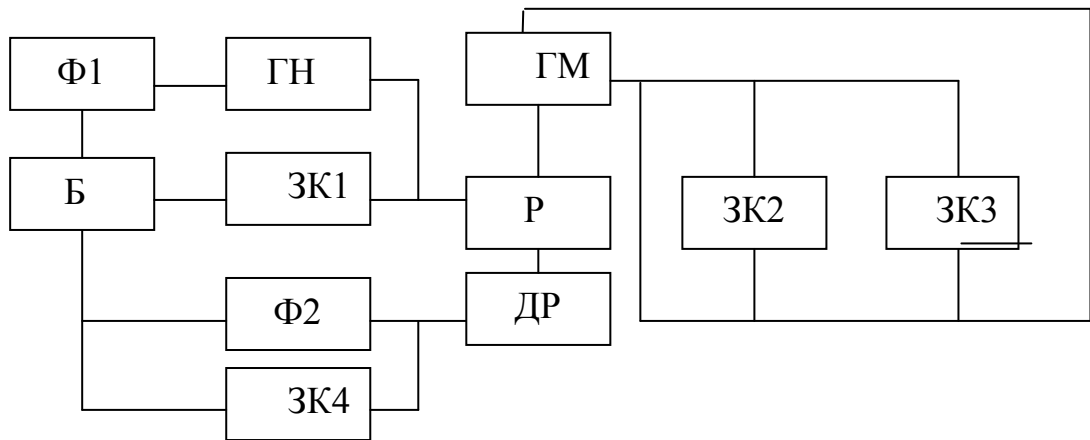
Блок-схема 2. Гідравлічний привод роторів плуга.



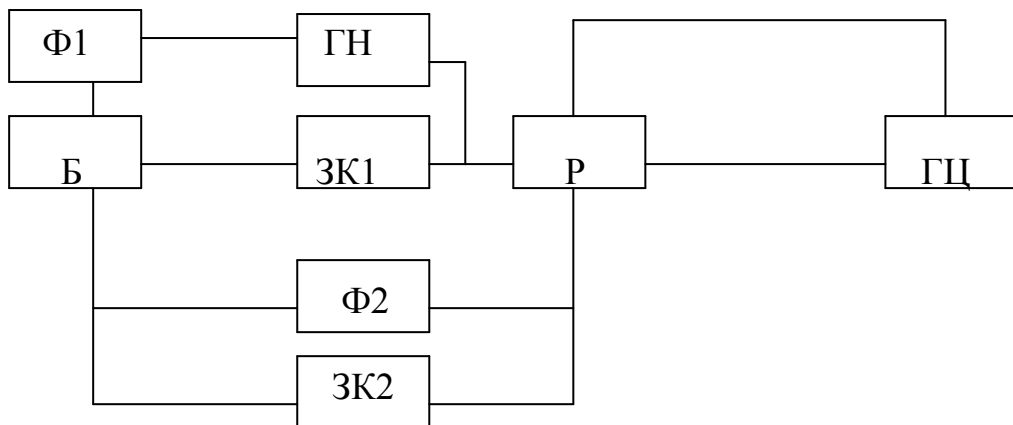
Блок-схема 3. Гідравлічний привод підняття жатки комбайна (гідроциліндри односторонньої дії).



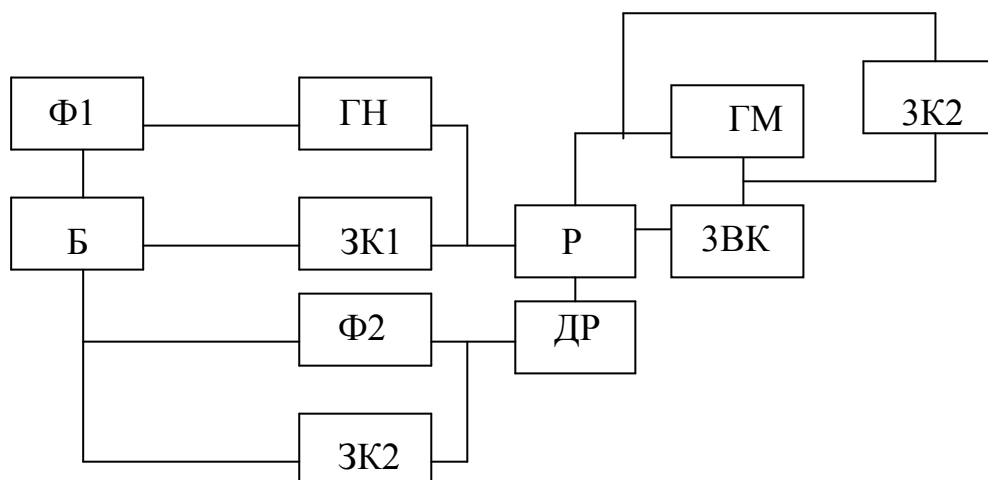
Блок-схема 4. Гідравлічний привод транспортера гноєрозкидача



Блок-схема 5. Гідравлічний привод відкриття і закриття воріт ремонтної майстерні.

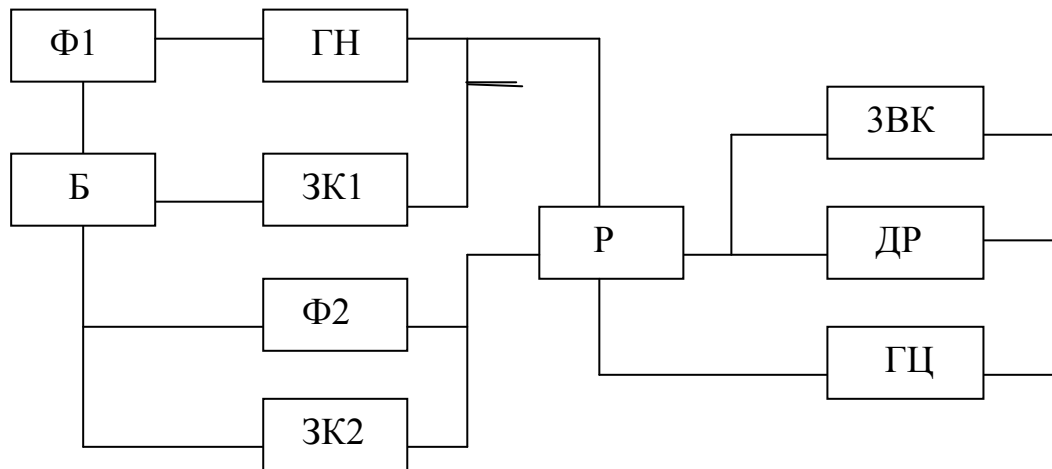


Блок-схема 6. Гідравлічний привод роторів гноєрозкидача (односторонньої дії).

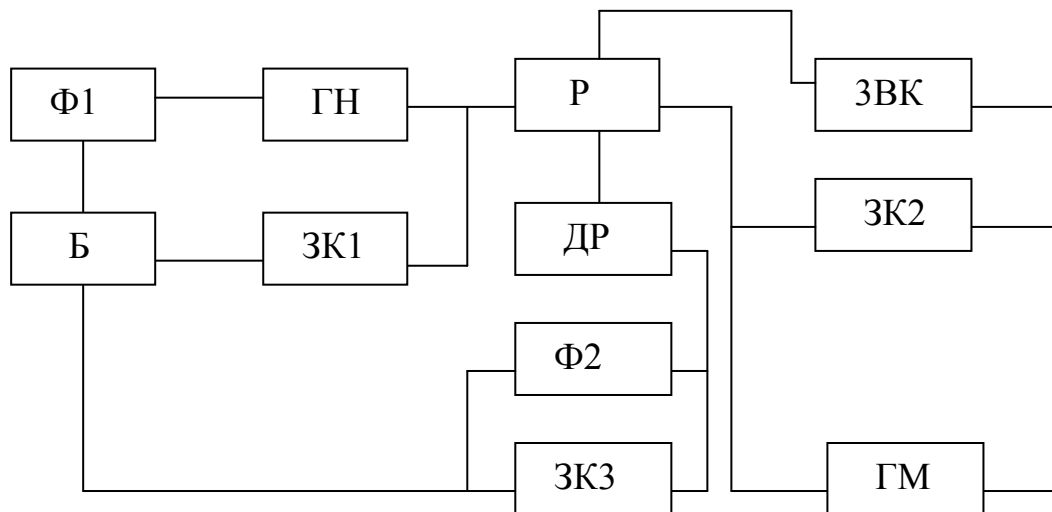


А

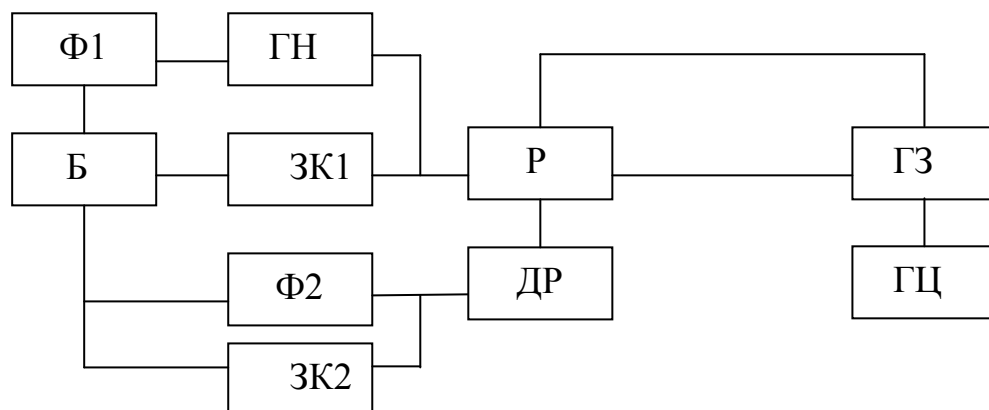
Блок-схема 7. Гідравлічний привод підйому навісного знаряддя трактора.



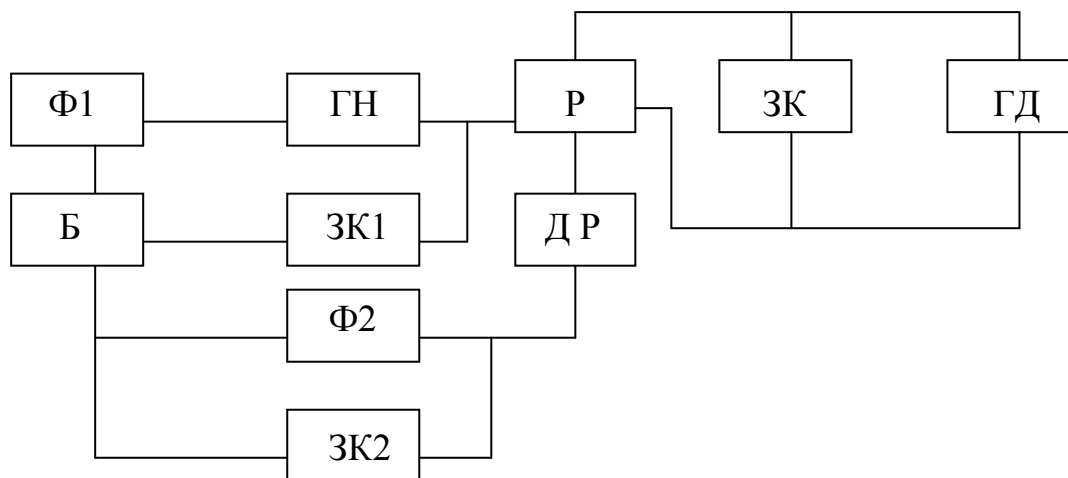
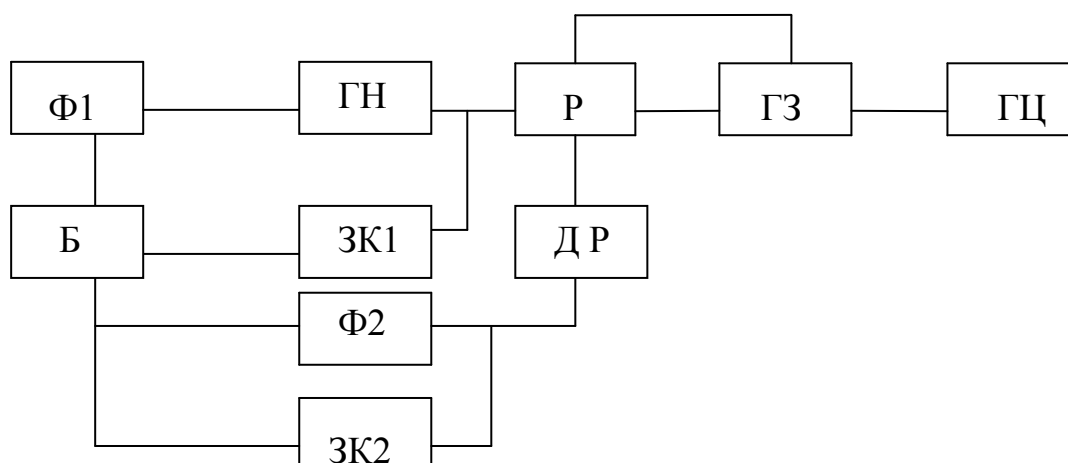
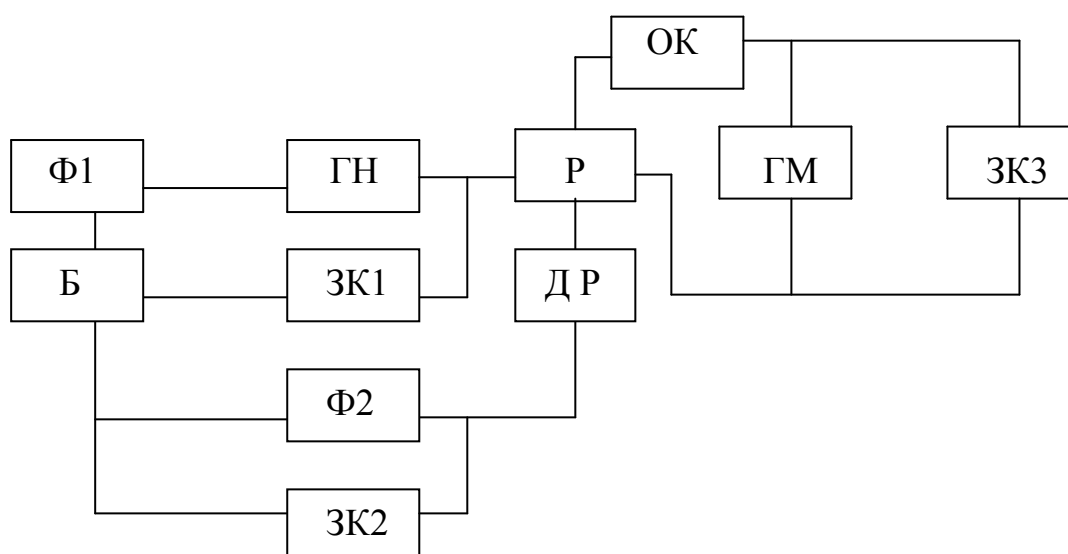
Блок-схема 8. Гідравлічний привод роторів розкидача мінеральних добрив.



Блок-схема 9. Гідравлічний привод перекидача автомашини при розвантаженні зерна (гідроциліндр телескопічний).

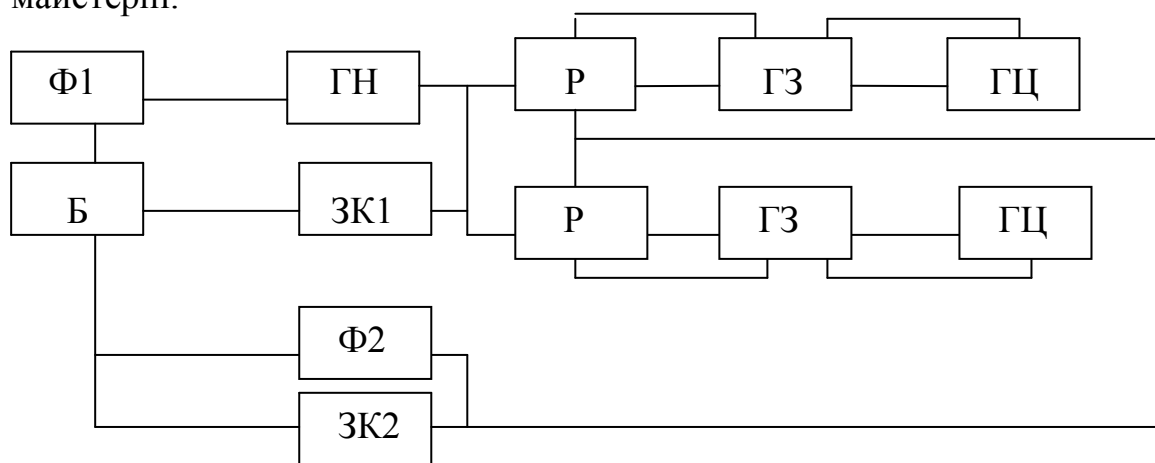


А

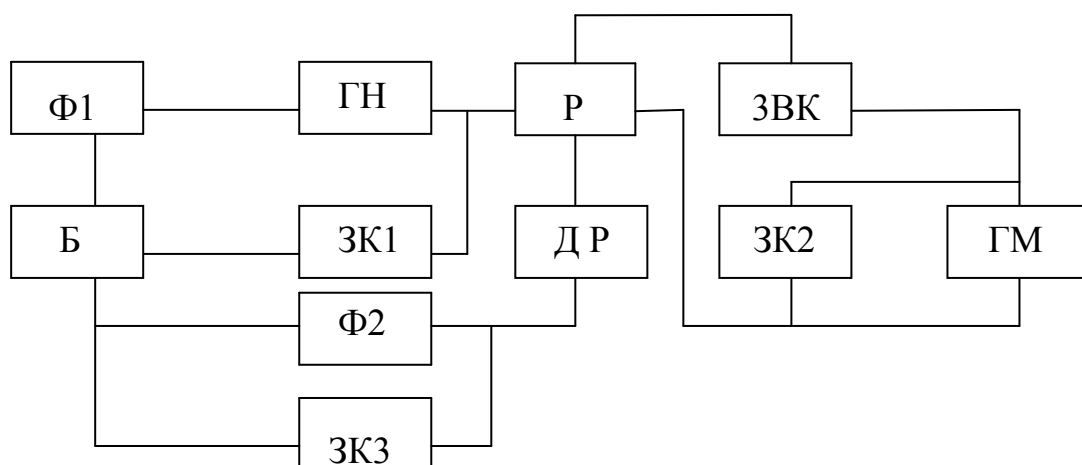
Блок-схема 10. Гідравлічний привід ґрунтової фрези.**Блок-схема 11.** Гідравлічний привід перекидача автомашини при розвантаженні зерна (гідроциліндр поршневий односторонньої дії).**Блок-схема 12.** Гідравлічний привод валкоутворювача.

А

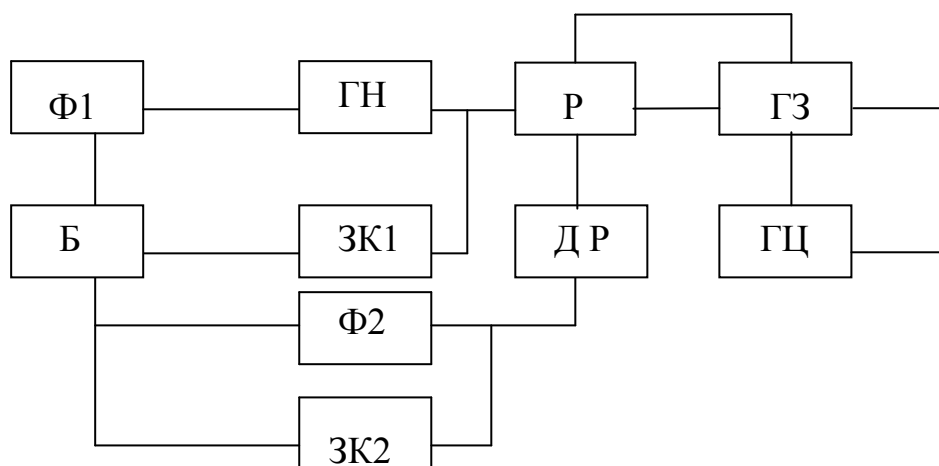
Блок-схема 13. Гідравлічний привод двохходового преса для ремонтної майстерні.

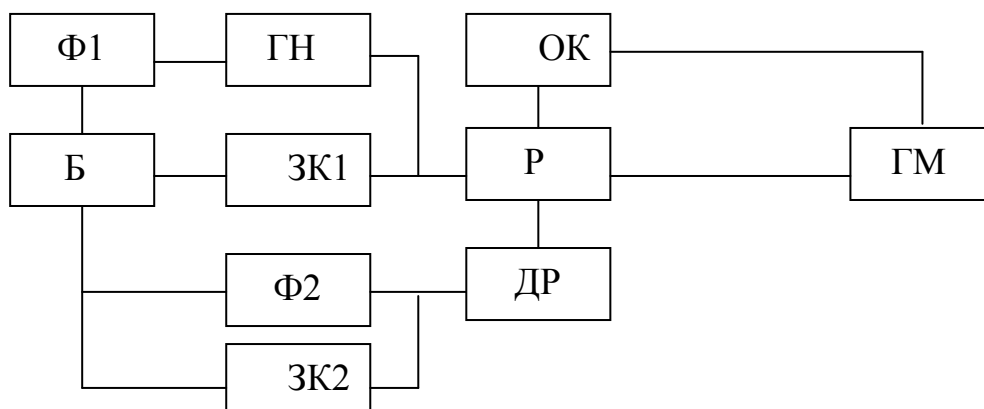
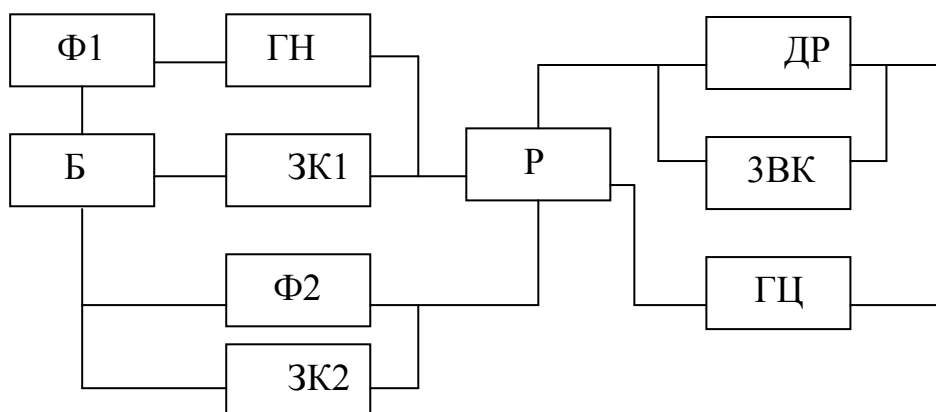
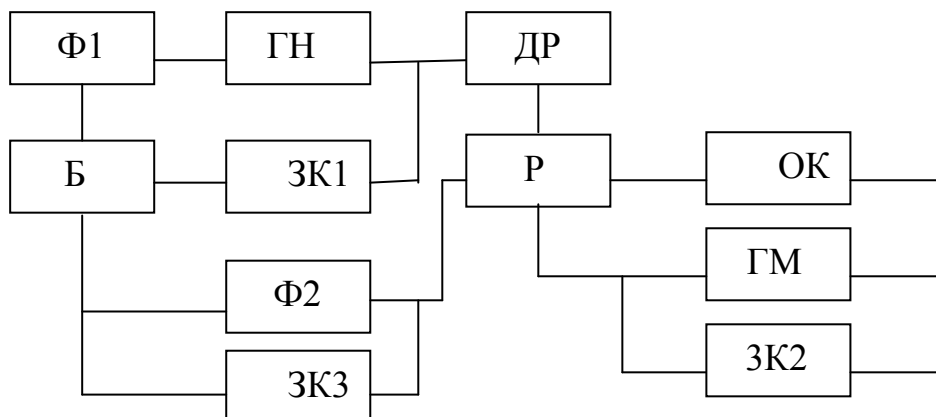


Блок-схема 14. Гідравлічний привод роторів культиватора для обробки міжрядь картоплі.

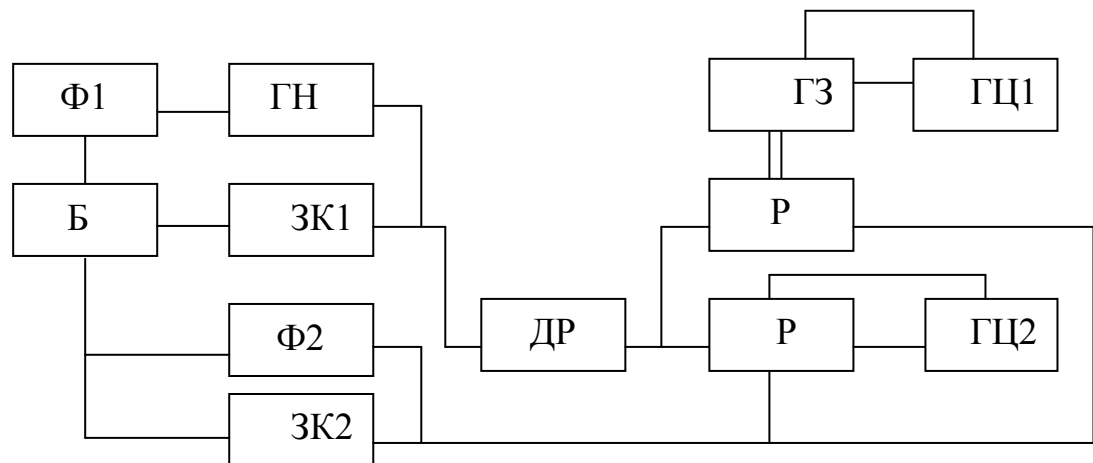


Блок-схема 15. Гідравлічний привод одноходового преса для ремонтної майстерні.

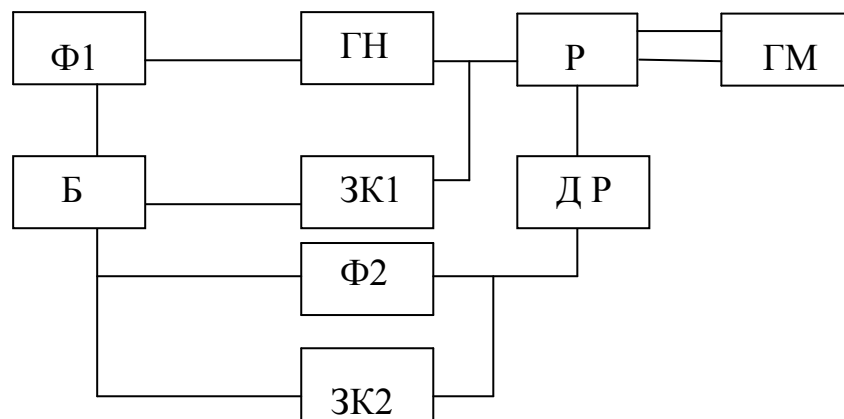


Блок-схема 16. Гідравлічний привод насоса обприскувача.**Блок-схема 17.** Гідравлічний привід одноходового преса.**Блок-схема 18.** Гідравлічний привід вентилятора обприскувача.

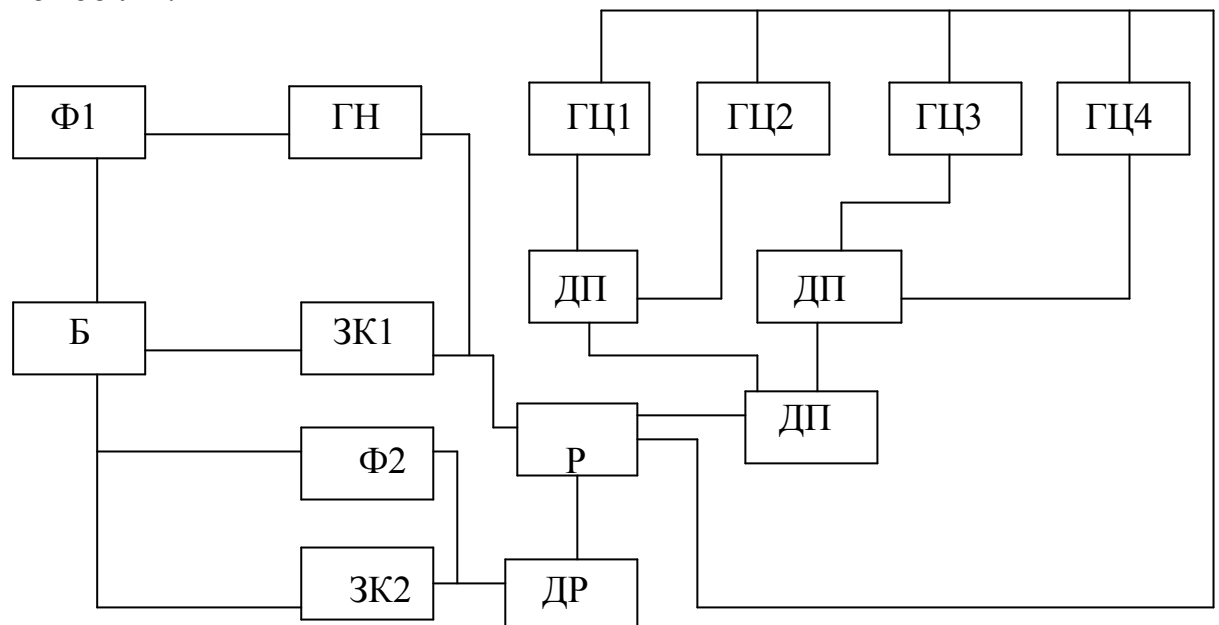
Блок-схема 19. Гідравлічний прес для ремонтної майстерні.



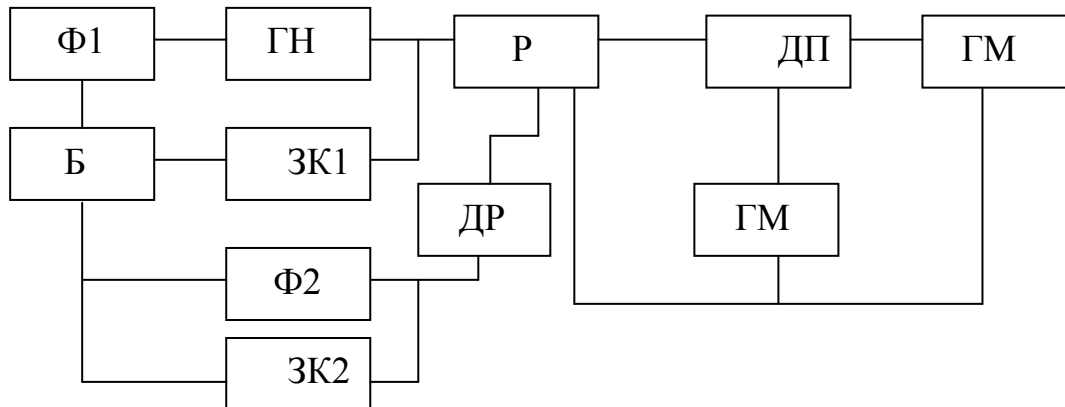
Блок-схема 20. Гідравлічний привод сегментного апарата косарки.



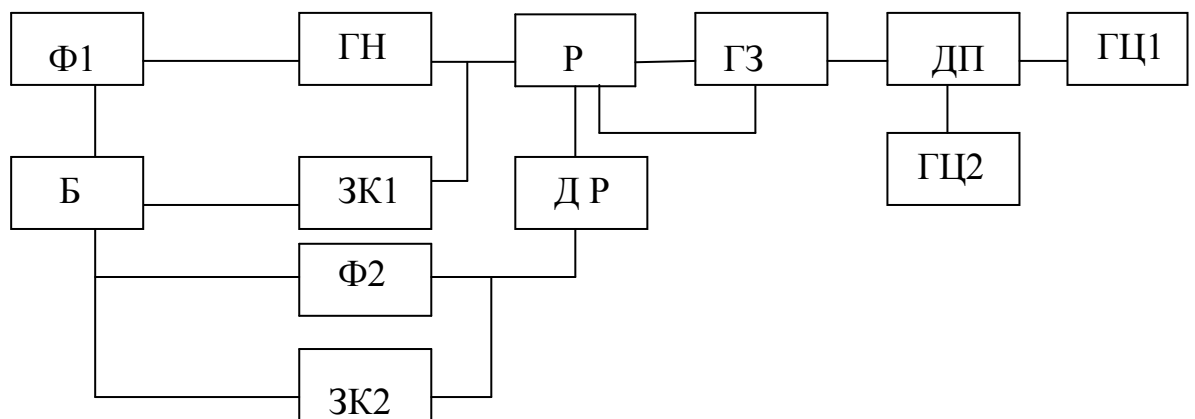
Блок-схема 21. Гідравлічний привод підйомника для обслуговування автомобілів.



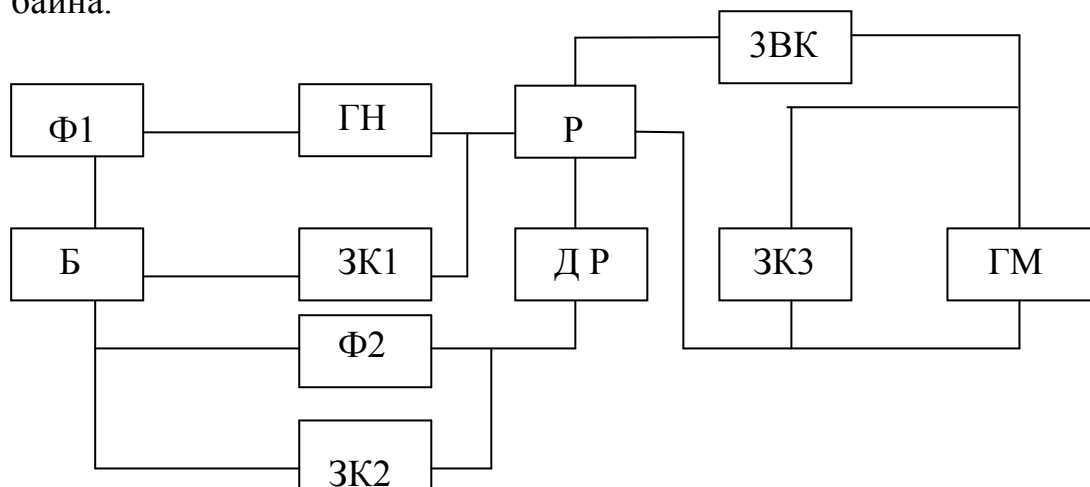
Блок-схема 22. Гідравлічний привод двох роторів сегментно-роторного ріжучого апарата косарки.

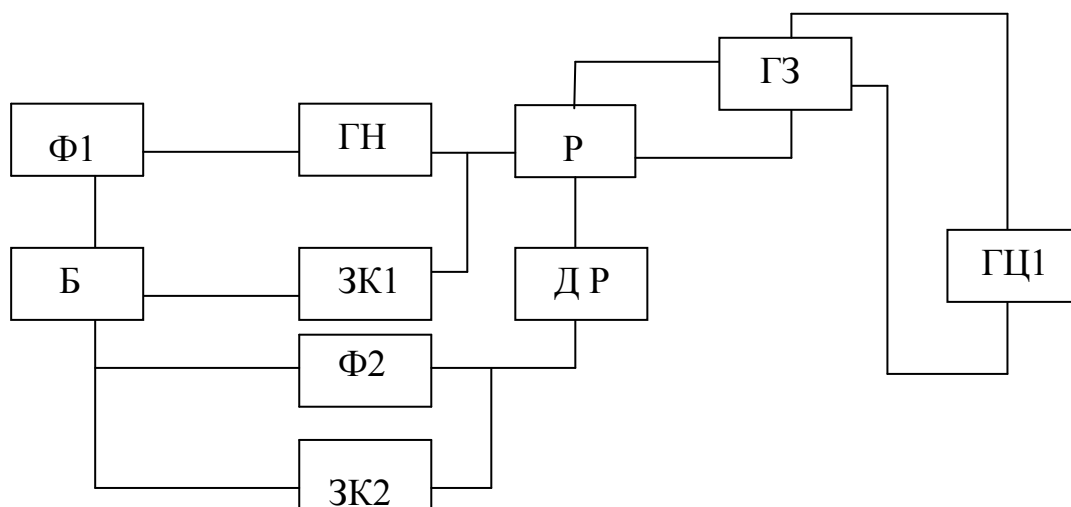
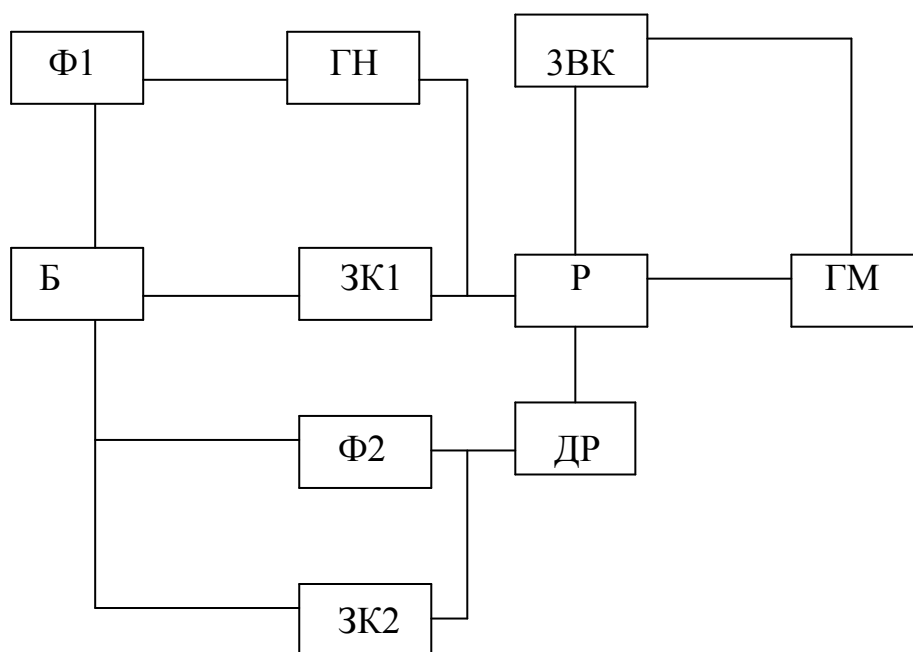


Блок-схема 23. Гідравлічний привод підйомника для обслуговування автомобілів.



Блок-схема 24. Гідравлічний привод клавіш соломотряса зернового комбайна.



Блок-схема 25. Гідравлічний привод пересувного домкрата для майстерні.**Блок-схема 26.** Гідравлічний привод підбирача.

[illegible]

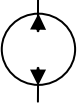
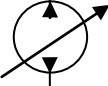
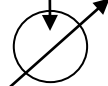
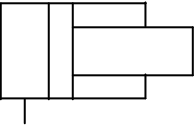
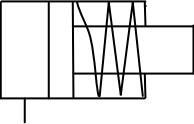
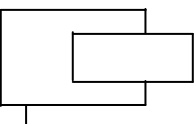
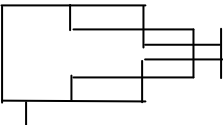
[illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24	Кількість клавiш, К	3	4	5	6	3	4	5	6	4	5
	Крутячий момент на клавiші, Мкр, Н·м	80	70	60	50	90	80	70	60	90	60
	Частота обертання колінчастого вала, $n=1,6...4,5 \text{ c}^{-1}$; корисне навантаження, $M_k = K \cdot M_{kr}$										
25	Зусилля на штоці, F, кН	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
	Висота підняття домкрата, H=1 м; час підняття, $t_p=30 \text{ с}$; час опускання, $t_x=20 \text{ с}$.										
26	Ширина захвату, В, м	5	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	1,5	1,8	2,1
	Частота обертання вала, $n=1,2...3 \text{ c}^{-1}$; питомий крутячий момент на метр ширини захвату, $K=50 \text{ Н·м}$; корисне навантаження, $M_k = K \cdot В$										

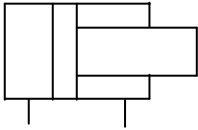
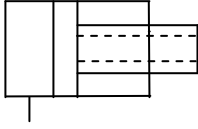
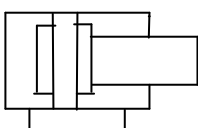
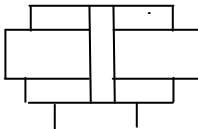
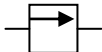
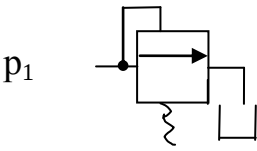
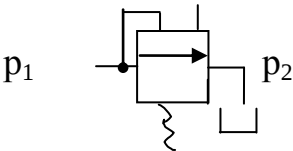
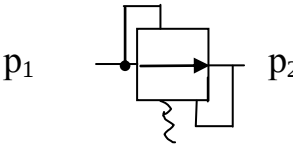
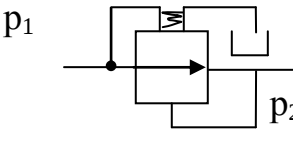
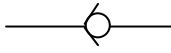
Додаток В (дорадчий)
Умовні позначення гiдравлічних систем

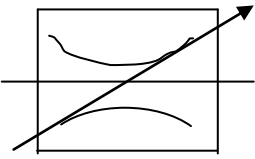
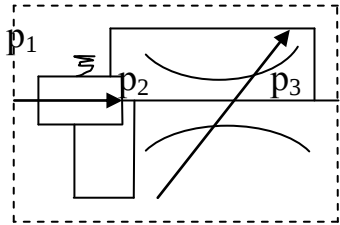
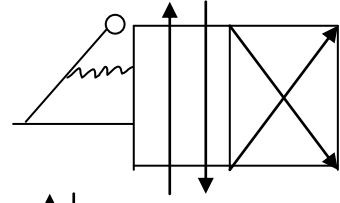
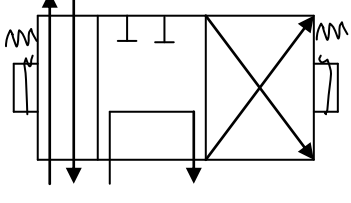
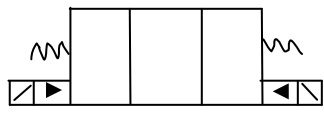
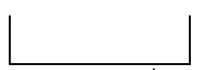
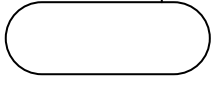
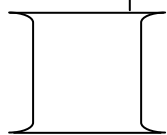
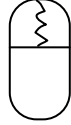
Позначення	Назва
1	2
	<i>Принципiальнi схеми</i> <i>Лiнii зв'язку ДСТ 2.303-78(СТ СЭВ 1.78-78)</i> усмоктування, напiр, злива керування дренажнi (вiдвiд витокiв) пiдведення рiдини пiд тиском злив рiдини iз системи з'єднання лiнii зв'язку перехрещування лiнii зв'язку лiнii зв'язку з указiвкою мiсяця випуска повітря кiнець трубопроводу з заглушкою Насоси ДСТ 2.782-68 нерегульований з одним напрямком потоку

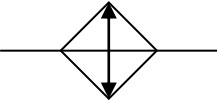
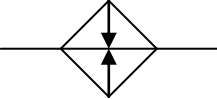
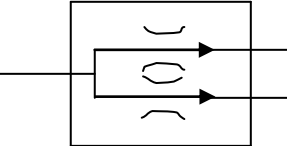
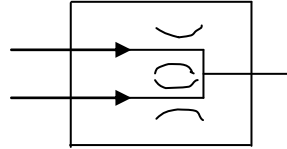
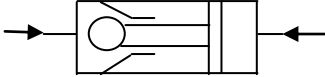
В

1	2
	нерегульований з двома напрямками потоку
	регульований з одним напрямком потоку
	регульований з двома напрямками потоку
Гідромотори ДСТ 2.782-68	
	нерегульований з одним напрямком потоку
	нерегульований з двома напрямками потоку
	регульований з одним напрямком потоку
	регульований з двома напрямками потоку
	поворотний гідродвигун
Силові циліндри ДСТ 2.782-68	
	поршневий односторонньої дії
	поршневий односторонньої дії з поверненням штока пружиною
	плунжерний односторонньої дії
	телескопічний односторонньої дії

В

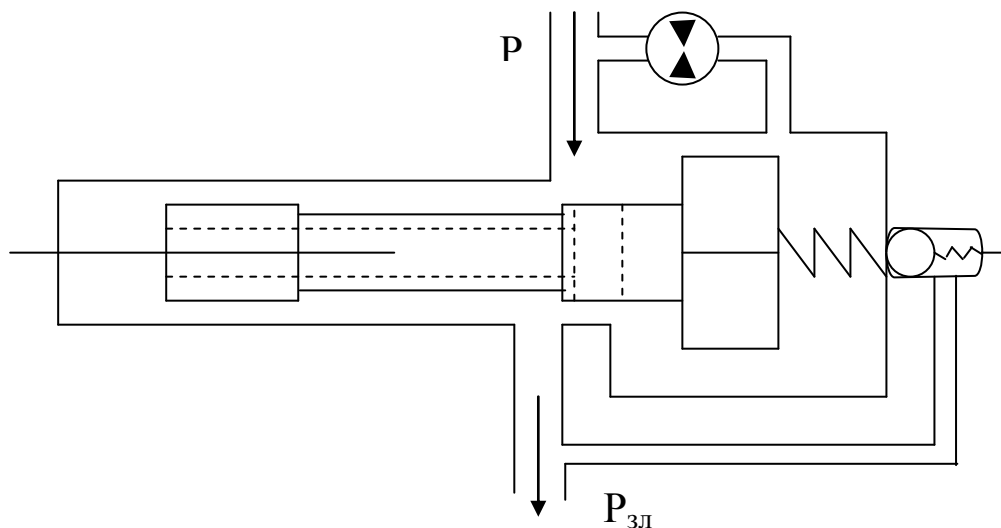
1	2
	поршневий двохсторонньої дії
	поршневий двохсторонньої дії з підведенням рідини через шток
	поршневий двохсторонньої дії з двохстороннім гальмуванням поршня в кінці ходу
	поршневий двохсторонньої дії з двохстороннім штоком
Клапани регулювання тиску	
	нормально закритий
	нормально відкритий
Запобіжні клапани ДСТ 2.781-68	
	з власним керуванням
	з додатковим підведенням тиску від магістралі
	напірний підтримуючий перепад тисків $p_1 - p_2$
	редукційний
	зворотній без керування

1	2
        	Апарати регулювання потоку ДСТ 2.780-68 дросель дросель з регулятором тиску розподільник двохпозиційний з фіксатором та ручним керуванням розподільник трьохпозиційний з електромагнітним керуванням розподільник з електрогідравлічним керуванням Кондиціонери робочої рідини і допоміжне гідрообладнання ДСТ 2.793-79 бак відкритий під атмосферним тиском бак закритий, з тиском вище атмосферного бак закритий, з тиском нижче атмосферного гідроаккумулятор гідравлічний пружинний

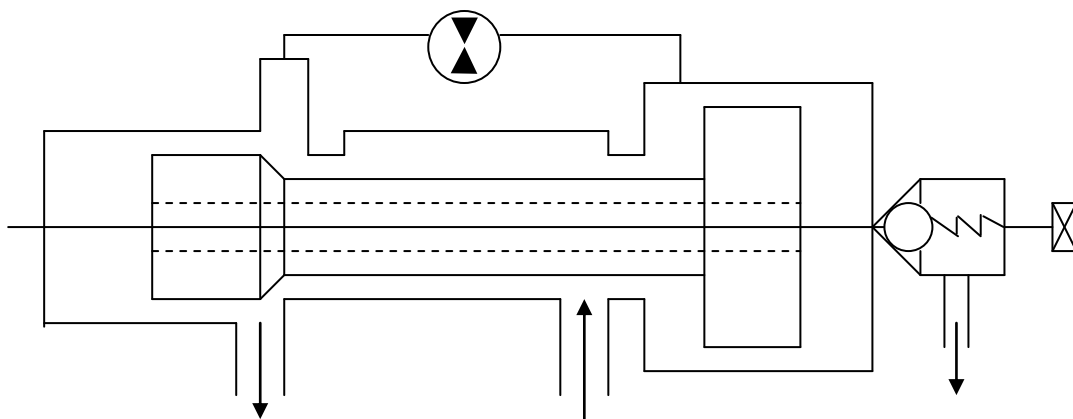
1	2
	охолоджувач
	нагрівач
	запірний вентиль, кран
	манометр
	термометр
	витратомір
	фільтр
	дільнийник потоку ДСТ 2.781-68
	суматор потоку
	гідрозамок односторонній
	гідрозамок двосторонній

Функціональні схеми

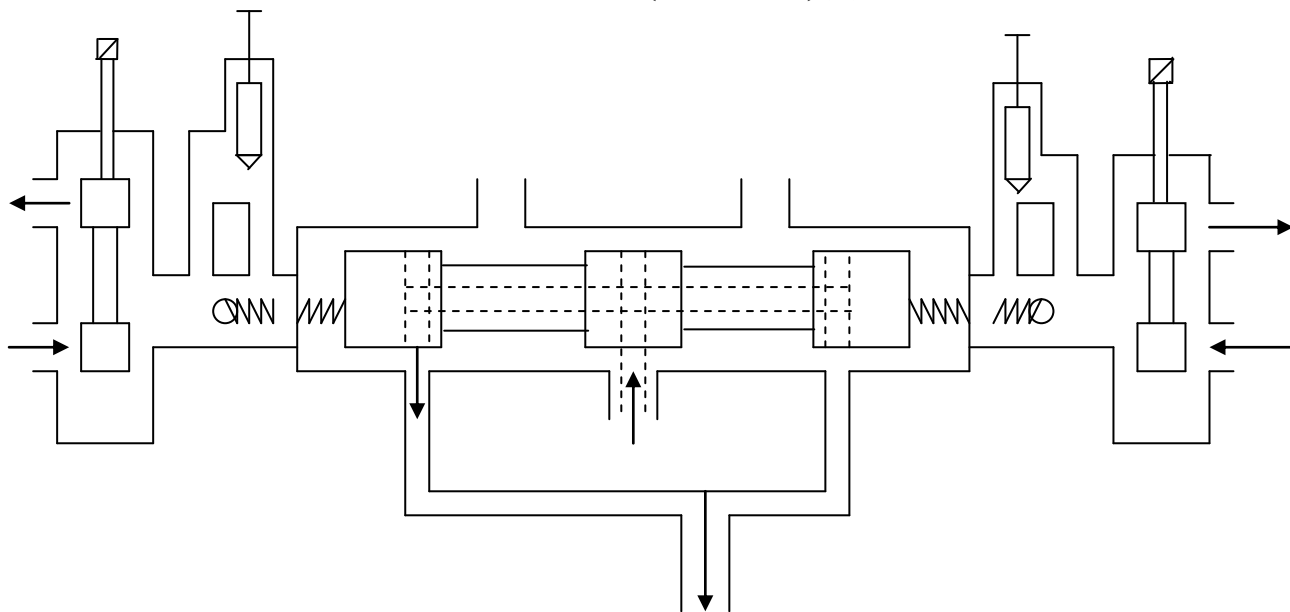
Клапан запобіжний з переливним золотником (Тип БГ 52-1) ДСТ 2.781-68



Клапан редукційний (Тип КР) ДСТ 2.781-68



Розподільник (Тип Г-63) ДСТ 2.781-68



Примітка: Умовні зображення не поданих тут елементів гідропривода на функціональних схемах слід приймати згідно каталогів.

**Основні параметри гідроциліндрів
Гідроциліндри з однібічним штоком**

Типорозмір	Тиск, МПа				Зусилля на штоку при номінальному тиску, кН		Швидкість поршня, м/с		К.К.Д.		Маса, кг	Орієнт. ціна, грн.
	номін.	макс.	двигання	хол. ходу	штоухаюче	тягнуче	номін.	макс.	механічний	сумарний		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ц55-1010001	14	17,5	0,9	0,5	33,2	23,2	0,12	0,3	0,91	0,91	12,4	195,0
Ц-75-1111001А	14	17,5	0,9	0,5	62	52	0,12	0,3	0,91	0,91	13,6	215,0
Ц-90-1212001А	14	17,5	0,9	0,5	89	79	0,12	0,3	0,91	0,91	17,8	240,0
ЦС-90М	14	17,5	0,9	0,5	89	79	0,12	0,3	0,91	0,91	19,5	250,0
Ц110-1414001А	14	17,5	0,9	0,5	133	115	0,12	0,3	0,91	0,91	34,2	320,0
Ц110А-1414001	14	18	0,9	0,5	133	115	0,12	0,3	0,91	0,91	-	320,0
Ц125.250.160.001-1	16	20	1,5	1,0	196	165	0,12	0,5	0,92	0,92	46,8	315,0
Ц125.250.160.001-П	16	20	-	1,0	196	165	0,12	0,5	0,92	0,92	48	330,0
Ц125.1000.160.011	16	20	-	1,5	196	165	0,15	1,0	0,92	0,91	150	610,0
Ц140Х1250-33	16	20	-	1,5	259	210	0,15	1,0	0,92	0,91	170	630,0
Ц160Х1250-33	16	20	-	1,5	322	241	0,15	1,0	0,92	0,91	257,3	690,0
Ц160Х1400-33	16	20	-	1,5	322	241	0,15	1,0	0,92	0,91	257,3	690,0
Ц40Х250-11	16	20	1,5	0,5	20,1	15,0	0,12	0,5	0,96	0,94	-	78,0
Ц40Х160-12	16	20	-	0,5	-	-	-	-	-	-	3,8	60,0
Ц40Х250-12	16	20	-	0,5	-	-	-	-	-	-	4,8	70,0
Ц63Х800.160.001	16	20	0,9	0,6	49,8	36,9	0,12	0,5	0,93	0,92	30	300,0
Ц100Х200-3	16	20	1,5	0,5	125,6	101,8	0,12	0,5	0,96	0,94	24,9	280,0
Ц50Х200-24	16	20	1,6	1,0	31,4	23,5	0,12	0,5	0,92	0,91	12,4	195,0
Ц63Х200-24	16	20	1,5	1,0	49,8	36,9	0,12	0,5	0,92	0,91	14,6	210,0

Продовження додатку Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ц80X200-24	16	20	1,5	1,0	80,3	60,2	0,12	0,5	0,92	0,91	62	180,0
ГC70X290.20.001	16	20	1,5	0,5	61,6	46,2	0,12	0,5	0,96	0,94	9,7	260,0
ГC70X400.20.001	16	20	1,5	0,5	61,6	46,2	0,12	0,5	0,92	0,91	13,5	280,0
ГC75X410.20.001	16	20	1,5	0,5	70,7	55,3	0,12	0,5	0,96	0,94	13,6	280,0
ГC90X900.20.001	16	20	1,0	1,5	101,0	81,6	0,12	0,5	0,96	0,94	28,7	340,0
Ц100.160.001	16	20	1,5	0,5	125,6	101,8	0,12	0,5	0,92	0,91	20,0	350,0
ГC100X800.20.001	16	20	1,6	0,5	125,6	101,8	0,12	0,5	0,96	0,94	34,0	340,0
Ц110Б-1414001	14	17,5	0,9	0,5	133,0	106,0	0,2	0,5	0,94	0,93	44,0	420,0
Ц125X200-11	16	20	1,5	0,5	196,2	164,8	0,12	0,5	0,96	0,94	39,8	350,0
Ц125X200-21	16	20	1,5	1,0	196,2	164,8	0,12	0,5	0,92	0,91	41,0	360,0
Ц125X200-24	16	20	1,5	1,5	196,2	164,8	0,12	0,5	0,92	0,91	39,8	350,0
Ц125.400.160.001	16	20	1,5	1,0	196,2	164,8	0,12	0,5	0,96	0,94	55,03	280,0
Ц140.710.160.001	14	17,8	0,9	0,6	215,4	161,5	0,15	0,5	0,93	0,93	103,1	650,0

Плунжерні гідроциліндри

Типорозмір	Діаметр плунжера, мм	Хід плунжера, мм	Тиск, МПа		Міжвісьова відстань, мм	Маса, кг	Орієнт. ціна, грн
			номінальний	максимальний			
H20.25.000 (H20.10.000-01)	40	250	14	16	470	6,7	165,0
H020.26.000 (H20.11.000-01)	40	360	14	16	580	8,5	180,0
54-9-145	25	240	14	16	415	3,62	120,0
ЖВС6.04.160	25	180	6,3	-	-	3,42	115,0
34-9-5	25	240	14	16	415	3,41	115,0
РСМ-10.09.02.100А	63	500	16	20	-	19,5	360,0
НО65.15.020.02\03	36	25	0,3	10	-	2,48	95,0

Додаток Д (дорадчий)
Основні параметри радіально-поршневих гідромоторів

Найменування параметра	Марки гідромоторів					
	41 5125 0005 MP-160/160	41 5125 0035 MP-250/160	41 5125 0007 MP-400/160	41 5125 0008 MP-630/160	41 5125 0009 MP-1000/160	
1	2	3	4	5	6	
Тиск нагнітання, МПа (кгс/см ²): номінальний	16(160)	16(160)	16(160)	16(160)	16(160)	
Максимальний	20(200)	20(200)	20(200)	20(200)	20(200)	
Мінімальний тиск на злив, МПа (кгс/см ²)	0,2(2)	0,2(2)	0,2(2)	0,2(2)	0,4(4)	
Максимальний тиск дренажу, МПа (кгс/см ²)	0,05(0,5)	0,05(0,5)	0,05(0,5)	0,05(0,5)	0,05(0,5)	
Номінальний перепад тиску, МПа (кгс/см ²)	15,8(158)	15,8(158)	15,8(158)	15,8(158)	15,6(156)	
Робочий об'єм, см ³	160	250	400	630	1000	
Частота обертання, с ⁻¹ : номінальна	4(240)	4(240)	3,2(192)	2,5(150)	2(120)	
Максимальна	6,45(378)	6,45(378)	5(300)	3,2(192)	3,2(192)	
Мінімальна	0,13(8)	0,13(8)	0,13(8)	0,1(6)	0,1(6)	
Номінальна витрата масла, ×10 ⁻⁴ м ³ /с (л/с)	6,67(40)	10,4(62,5)	13,3(80)	16,67(190)	21,17(127)	
Крутячий момент, Н·м (кгс·м): номінальний	360(36)	570(57)	925(92,5)	1470(147)	2350(235)	
зрушення (% від номінального)	85	85	85	85	85	
Номінальна ефективна потужність, кВт	8,85	14	18,2	22,5	29	
Коефіцієнт корисної дії, %: механічний	90	91	92	93	95	
повний	87	87	88	88	90	
Орієнтовна ціна, грн.	675	790	890	950	1340	

Продовження додатку Д

Найменування параметра	Марки гідромоторів					
	41 5125 0005	41 5125 0035	41 5125 0007	41 5125 0008	41 5125 0009	
1	MP-1600/160	MP-2500/160	MP-4000/160	MP-6300/160	MP-10000/160	
Тиск нагнітання, МПа (кгс/см ²): номінальний	7	8	9	10	11	
Максимальний		16(160)				
Мінімальний тиск на злив, МПа (кгс/см ²)		20(200)				
Максимальний тиск дренажу, МПа (кгс/см ²)		0,4(4)				0,2(2)
Номінальний перепад тиску, МПа (кгс/см ²)		0,05(0,5)				
Робочий об'єм, см ³		15,6(156)				
Частота обертання, с ⁻¹ : номінальна	1600	2500	4000	6300	10000	
Максимальна	1,6(96)	1,6(96)	1,6(96)	1(60)	0,63(37,8)	
Мінімальна	2,5(150)	2,5(150)	2(120)	1,6(96)	1(60)	
Номінальна витрата масла, × 10 ⁻⁴ м ³ /с (л/с)	0,1(6)	0,08(5)	0,08(5)	0,05(3)	0,05(3)	
Крутячий момент, Н·м (кгс·м): номінальний	27(162)	41,67(250)	66,7(400)	66,7(400)	66,7(400)	
зрушення (% від номінального)	3750(375)	5800(580)	9300(930)	15000(1500)	24000(2400)	
Номінальна ефективна потужність, кВт	85	85	85	85	85	
Коефіцієнт корисної дії, %: механічний	37	57	91,5	92,5	93	
повний	95	94	94	95	95	
Орієнтовна ціна, грн.	90	90	90	90	90	
	750,0	880,0	980,0	1050,0	1400,0	

Додаток Є (дорадчий)
Основні параметри планетарних гідромашин

Показники	Насос дозатор ГД-3600	Планетарні гідромотори											
		ПМТ -320	ПМТ -400	ПМТ -500	ПМТТ -630	ПМТТ -800	ПМТТ -1000	МГП -80	МГП -100	МГП -125	МГП -160	МГП -200	МГП -315
Робочий об'єм, $\times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{об}$	120	322,4	403	503,8	644,8	806,0	1007,6	80,5	100	125,7	158,7	200	314,8
Робочий тиск, МПа: номінальний максимальний	1,5 10	12,5 16	12,5 16	12,5 16	12,5 16	12,5 16	12,5 16	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21
Тиск на виході, МПа	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8	0-8	1	1	1	1	1	1
Номінальний перепад тиску, МПа	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	14	14	14	14	11	7
Максимальний тиск дренажу, МПа	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1	1	1	1	1	1
Частота обертання, с^{-1} : номінальна максимальна мінімальна	1 0,1 2	3,2 0,3 6,5	2,5 0,34 6,0	2,5 0,3 5,5	3,2 0,3 5,5	2,5 0,3 5,0	2 0,3 4,5	5,75 0,17 13,5	4,6 0,17 10,8	3,67 0,17 8,67	2,87 0,17 6,67	2,34 0,17 5,41	1,48 0,17 5,5
Крутячий момент, Н·м	3	590	738	922	1180	1459	1824	151	189	234	303	300	300
Повний К.К.Д. не менше	0,75	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Корисна потужність, кВт	-	11,8	11,58	14,48	23,73	22,92	22,92	6	6	6	6	4,5	3
Маса, кг	8	20,8	22	23,5	28,4	31,1	34,1	8,8	10	10,3	10,7	11,7	12,3
К.К.Д. механічний	-	0,88	0,88	0,86	0,85	0,85	0,85	0,8	0,9	0,89	0,89	0,88	0,86
Орієнтовна ціна, грн.		880,0	1020	1100	1300	1800	2100,0	240,0	260,0	250,0	250,0	250,0	260,0

Додаток Ж (дорадчий)
Основні параметри шестерневих гідромашин

Показники	Марки наносів								Марки гідромоторів							
	НШ-6-11	НШ-6Е-3	НШ-10-3	НШ-32-А3	НШ-32У-2	НШ-32У-3	НШ-50А-3	НШ-50У-2	НШ-70А-3	НШ-100А3	НШ-250-3	ГМШ 10-М	ГМШ-50-2	ГМШ-32-3	ГМШ-50-3	ГМШ-100-3
Робочий об'єм, ×10 ⁻⁶ м ³ /об	6,3	6,3	10	31,5	31,7	32	48,1	48,8	68,7	98,8	250	10	48,1	32	50	100
Робочий тиск, МПа: номінальний максимальний	2,5 4	16 20	16 20	16 20	14 17,5	16 20	16 20	14 17,5	16 20	16 20	16 20	10 12,5	14 16	- 17,5	- 17,5	- 17,5
Частота обертання, с ⁻¹ : номінальна максимальна мінімальна	33 42 12	40 - 16	40 50 16	32 40 16	32 40 16	32 40 16	32 40 16	32 40 16	25 32 16	25 32 16	25 32 16	63 80 12,5	25 32 8,33	25 32 8,33	25 32 8,33	25 32 8,33
Номінальна потужність , кВт	0,6	5,12	7,5	17,6	17,9	21	26,2	25,7	30,5	43,15	106	-	-	10,7	16,6	32,9
Номінальний кру- тячий момент, Н· м	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,5	93	69,7	108	213,8
Маса, кг	2,13	2,3	2,48	6,57	5,28	5,55	7,17	6,19	16,8	16,8	46,5	2,45	6,2	6,5	7,3	16,7
Подача, ×10 ⁻⁴ , м ³ /с (л/хв.)	1,9 11,3	1,7 10	2,95 17,3	9,3 55,6	9,3 56	9,3 56	14,4 86,2	14,4 86,2	16 96,2	23,3 139,3	57,5 345,2	-	-	-	-	-
К.К.Д.: об'ємний механічний повний	0,92 0,88 0,83	0,92 0,88 0,8	0,92 0,88 0,82	0,92 0,88 0,87	0,92 0,88 0,88	0,92 0,88 0,82	0,92 0,88 0,9	0,92 0,88 0,9	0,94 0,88 0,88	0,94 0,88 0,86	0,94 0,88 0,7	- 0,88 0,78	- 0,85 0,78	- 0,85 0,8	- 0,85 0,8	- 0,8 0,8
Орієнтовна ціна, грн.	60,0	60,0	80,0	160,0	160,0	160	240	240,0	380,0	520,0	820,0	120,0	280,0	200,0	280,0	640,0

Додаток 3

**Основні параметри елементів гідроапаратури
Дроселі**

Типорозмір	Номінальна витрата мастила, $\times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$	Найменша рекомен- дована ви- трата, не більше $\times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$	Номіна- льний тиск, МПа	Втрата тис- ку при но- мінальній витраті не більш, МПа	Сумарна витрата не більш, $\times 10^{-6}$ $\text{м}^3/\text{с}$	Маса, кг	Орієнт. ціна, грн
Дроселі зі зворотнім клапаном							
ДК-10	2,6	0,25	32	0,3	0,03	4,23	16,0
ДК-10К	— —	— —	— —	— —	— —	4,35	18,0
ДК-12	4,1	— —	— —	— —	— —	4,1	15,0
Д12К	— —	— —	— —	— —	— —	4,32	17,5
ДК-16	6,6	0,3	— —	— —	0,05	5,3	20,0
ДК-16К	— —	— —	— —	— —	— —	5,4	22,0
ДК-20	10,5	— —	— —	— —	— —	5,28	20,0
ДК-25	16,6	0,5	— —	0,4	0,06	7,85	34,0
ДК-32	26,6	— —	— —	— —	— —	9,94	42,0
Дроселі без зворотнього клапана							
Г55-32А	2	0,04	12,5	0,4	0,06	3,7	9,0
Г55-32	3	— —	— —	— —	— —	3,7	9,0
Г55-33	5,8	— —	— —	— —	— —	3,7	9,0
Г55-34	11,6	— —	— —	— —	— —	3,7	9,0
Г55-35А	16,6	— —	— —	— —	— —	9,6	11,0
Г55-35	23,3	— —	— —	— —	— —	9,6	12,0
Г55-36А	33,3	— —	— —	— —	— —	9,6	12,0
Г77-31	1,3	— —	— —	— —	— —	2	7,0
Г77-32А	2	— —	— —	— —	— —	2	7,0
Г77-32	3	— —	— —	— —	— —	2	7,0
Г77-33	5,8	— —	— —	— —	— —	2,5	8,0
Г77-34	11,6	— —	— —	— —	— —	2,5	8,0

Фільтри щільні тонкого очищення

Позначення по класифікатору верстатобудування	Умовний прохід, мм	Номинальна пропускна здатність		Номинальна тонкість фільтрації, мкм	Перепад тиску, МПа (кгс/см ²)		Номинальний тиск, МПа, кгс/см ²	Орієнт. ціна, грн
		л/хв	10 ⁻⁴ м ³ /с		номинальний	найбільший		
0,04Г41-51	16	8	1,3	40	0,2 (2,0)		16(160)	12,0
0,25Г41-51	- -	- -	- -	25	0,25 (2,5)		- -	8,0
0,04Г41-52	20	16	2,6	40	0,2 (2,0)	1,0 (10)	- -	18,0
0,025Г41-52	- -	- -	- -	25	0,25 (2,5)		- -	76,0
0,04Г41-53	- -	32	5,2	40	0,2 (2,0)		- -	20,0
0,025Г41-53	- -	- -	- -	25	0,25 (2,5)		- -	18,0
0,04Г41-54	- -	63	10,5	40	0,2 (2,0)		- -	20,0
0,025Г41-54	- -	- -	- -	25	0,25 (2,5)		- -	28,0
								24,0

Фільтри зі змінними паперовими фільтруючими елементами (тонкість фільтрації 10 мкм)

Умовний прохід, мм	Номинальна пропускна здатність, $\times 10^{-4}$ м ³ /с (л/хв)	Перепад тиску, при якому відкривається перепускний клапан, МПа, кгс/см ²	Номинальний перепад тиску, МПа (кгс/см ²)	Застосовувані фільтроелементи		Номинальний тиск, МПа, кгс/см ²	Орієнт. ціна, грн
				Типорозмір	Кількість		
10	2,6 (16)	0,6(6)	0,06(0,6)	1	1	20(200)	12,0
16	6,6 (40)	- -	0,15(1,5)	2	1	- -	14,0
20	10,5 (63)	- -	0,11(1,1)	2	1	- -	20,0
25	16,6 (100)	- -	0,17(1,7)	2	2	- -	26,0

Примітка: приклад позначення фільтра з умовним проходом, $D_y=16$ мм – фільтр 16ДСТ 16026-70. Позначення фільтроелемента типорозміру 2 – фільтроелемент 2ДСТ 16026-70.

Продовження додатку 3

Щілинні (пластинчасті) фільтри з ручним очищенням

Типорозмір	Умовний прохід, мм	Номинальна пропускна здатність, $\times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$, (л/хв), при номинальній товщині фільтрації, мкм		Перепад тиску, МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$)		Номинальний тиск, МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$)	Орієнтовна ціна, грн
		80	125	Номинальний не більш	Максимально-допустимий		
1	10	0,53 (3,2)	0,83 (5,0)	0,1 (0,1)	1,0 (10)	6,3 (63)	28,0
2	16	1,33 (8,0)	2,08 (12,5)				32,0
3	16	2,66 (16,0)	4,17 (25,0)				36,0
4	20	5,33 (32,0)	8,3 (50,0)				40,0
Параметри зазначені при роботі на мінеральному маслі в'язкістю 70-80 мм ² /с.							

Примітка: приклад позначення фільтра в корпусі з метричною різьбою, номинальною пропускною здатністю $1,33 \times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$, (8 л/хв), номинальною товщиною фільтрації 80 мкм, виконання 1: фільтр 8-80-1 ДСТ 21329-7.

Продовження додатку 3

Фільтри приймальні сігчасті з перепускним клапаном – ТИП-С41-2

Позначення фільтрів	Номінальна товність фільтрації, мкм		Номінальна пропускна здатність, $\times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}, (\text{л/хв})$	Маса, кг	Орієнтовна ціна, грн	
	1	2	3	4	5	5
0,16041-21		16,0	4,17(25)	0,063		2,0
0,16041-22		— —	1,67(10)	0,115		4,0
0,16041-23		— —	6,67(4)	0,380		8,0
0,16BC41-23		— —	— —	0,328		8,0
0,16C41-25		— —	26,67(60)	1,262		9,0
0,16BC41-25		— —	— —	1,444		10,0
0,16C41-26		— —	41,67(250)	1,935		12,0
0,16BC41-26		— —	— —	2,22		14,0
0,08C41-21		80	0,27(1,6)	0,063		2,0
0,08C41-22		— —	0,83(5)	0,115		4,0
0,08BC41-22		— —	— —	0,13		5,0
0,08BC41-23		— —	3,33(20)	0,380		8,0
0,08C41-25		— —	13,3	1,262		9,0
0,08BC41-25		— —	13,3(80)	1,444		10,0
0,08C41-25		— —	20,8(125)	1,935		12,0
0,08BC41-26		— —		2,22		14,0

Клапани запобіжні з переливним золотником, ТИП БГ52-1

Параметр	Типорозмір						
	БГ52-13	БГ52-14	БГ52-15А	БГ52-15	БГ52-16	БГ52-17А	БГ52-17
Номінальна витрата мастила, $\times 10^{-4}$ м ³ /с, (л/хв)	5,8(35)	11,6(70)	16,6(100)	3,3(140)	46,6(280)	66,6(400)	93,3(660)
Найменша витрата мастила, $\times 10^{-4}$ м ³ /с, (л/хв)	0,8(5)	0,8(5)	1,6(10)	2,5(15)	5(30)	6,6(40)	8,3(50)
Перепад тиску на клапані при зміні витрати від найменшої до найбільшої, МПа (кгс/см ²)	0,5(5)						
Номінальний тиск, МПа (кгс/см ²)	5-200(50-200)						
Тиск розвантаження, не більше, МПа, (кгс/см ²)	0,3(3)	0,3(3)	0,3(3)	0,3(3)	0,5(5)	0,5(5)	0,5(5)
Маса, кг	7	7	12	12	19	38	38
Орієнтовна ціна, грн.	16,0	22,0	24,0	28,0	38,0	42,0	58,0

Розподільник з ручним і іншими видами управління

Показники	Типорозмір									
	Р-80-2/1-44	Р-80-3/1-44	Р-160-2/1-44	Р-50-3	151-40-053	Р-75-2/1-44	ЗГР-4	РЭГ-50		
Номінальна пропускна здатність, л/хв	80	80	160	60	80	75	90	60		
Число золотників	2	2	3	5	1	2	1	3		
Умовний прохід, мм	20	20	32	12	2,5	28	-	12		
Робочий тиск, МПа	14	16	16	16	7	14	20	16		
Номінальний перепад тиску, МПа	0,25	0,25	0,4	0,2	0,15	0,25	0,25	0,2		
Маса, кг	10,1	10,1	36,9	19	6,3	10,1	4,5	4,7		
Орієнтовна ціна, грн.	620,0	680,0	820,0	480,0	640,0	420,0	60,0	55,0		

Розподільники з електрогідравлічним управлінням

Параметр	Типорозмір						
	Г63-13	Г63-14	Г63-15А	Г63-15	Г63-16	Г63-17А	Г63-17
Номінальна витрата мастила, $\times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$ (л/хв)	5,7(35)	11,6(70)	23,3(140)	16,6(100)	46,6(280)	66,6(400)	93,3(560)
Номінальний тиск, МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$)	20(200)						
Тиск керування, МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$)	0,8...2(0,8...20)						
Втрата тиску при номінальній витраті, МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$)	0,3(3)						
Втрати масла через зазори золотника при номінальному тиску, $\times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$	5	5	5,83	5,83	6,66	7,5	7,5
Маса, кг	26	26	35,2	35,2	79,2	79,2	136,2
Орієнтовна ціна, грн.	660,0	660,0	850,0	850,0	960,0	960,0	1250,0

Зовнішній діаметр труби, мм	Надлишковий тиск, МПа (кгс/см ²)											
	10 (109)				20 (200)				32 (320)			
	Умовний прохід, мм	Товщина стінки, мм	Внутрішній діаметр, мм	Орієнт. ціна за п.м, грн./м	Умовний прохід, мм	Товщина стінки, мм	Внутрішній діаметр, мм	Орієнт. ціна за п.м, грн./м	Умовний прохід, мм	Товщина стінки, мм	Внутрішній діаметр, мм	Орієнт. ціна за п.м, грн./м
14	8	3	8	4	6	3,5	7	5	6	3,5	7	6
18	10	3,5	11	6	8	4,5	9	7	8	4,5	9	8
22	15	3,5	14	8	10	5	12	9	10	5	12	10
26	20	4	20	10	15	6	16	11	15	6	16	12
34	25	4	26	14	20	6	22	15	20	6	22	16
42	32	4	34	18	25	7	28	19	25	8	26	20
48	40	4	40	20	32	7	34	21	25	10	28	22

Рукава

Внутрішній діаметр, мм	Зовнішній діаметр, мм	Мінімальний радіус вигину, мм	Маса одного метра, кг	Робочий тиск, МПа (кгс/см ²)	Орієнтовна ціна за 1 п.м, грн./м
10	23	110	0,80	21,5(215)	5,0
12	25	130	0,90	21(210)	6,0
14	27	150	1,0	17,5(175)	7,0
16	29	170	1,10	16,5(165)	8,0
20	34	200	1,35	15(150)	10,0
25	46	-	2,70	15(150)	13,0
32	53	-	3,20	12(120)	18,0
38	60	-	3,55	10,5(105)	20,0

Основні параметри робочих рідин (масел)

Марка масла	Кінематична в'язкість, $\times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, (сСт), при температурі, °С		Індекс в'язкості не менше	Температура, °С		Густина при Т 20 °С, кг/м ³	Орієнтов на ціна, грн./кг
	50	100		Спаляху (в закритому тиглі)	Загушення		
1	2	3	4	5	6	7	8
Моторні							
М-8-В ₂	-	8+0,5	90	200	-25	900	3,8
М-10-В ₂	-	11+0,5	90	200	-15	900	4,2
М-8Г ₂	-	8+0,5	90	200	-25	900	4,8
М-10-Г ₂	-	11+0,5	90	200	-15	900	5,2
Гідравлічні							
ВМГЗ(ТУ 101479)	10	4,3	-	135	-60	865	4,0
МГ-30(ТУ 3810150-79)	27	6,3	-	190	-35	865	5,0
АМГ-10(ДСТ 6794-75)	10	-	-	190	-70	850	4,0
АУ(ТУ 38101586-75)	12-14	-	-	163	-45	886...896	5,0
АУ(ДСТ 1642-75)	12-14	-	-	165	-45	890	5,0
А(ТУ 38101179-71)	23-30	-	-	175	-40	-	6,0
Р(ТУ 38101179-71)	12-14	-	-	163	-45	-	4,0
Індустріальні							
И-12А	10-14	-	-	165	-30	-	3,2
И-20А	17-23	-	85	180	-15	-	4,8
И-30А	28-33	-	85	190	-15	-	5,0
И-40А	35-45	-	85	200	-15	-	5,20
И-50А	77-65	-	85	200	-20	-	6,0

ЛІТЕРАТУРА

1. Исаев Л.П., Сергеев В.И., Дидур В.А. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов. М.: Агропромиздат, 1990 г.
2. Башта Т.М. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982 г.
3. Гидравлическое оборудование. Каталог. М.: НИИ информации по машиностроению, 1973 г.
4. Гидравлическое оборудование. Каталог-справочник. Том 1,2. М.: ВНИИГИДРОПРИВОД, 1992 г.
5. Немировский И.А. Сницар Н.Г. Расчет гидроприводов технологических машин. К.: Техника, 1992 г.
6. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 1,2. М.: Машиностроение, 1978 г.
7. Кальбус Г.Л. Гидропривод и навесные устройства тракторов. М.: Колос, 1982 г.
8. Никитин С.Ф. Холин К.М. Объемные гидравлические и пневматические приводы. М.: Машиностроение, 1981 г.
9. Карпенко А. Н., Халанский В. М. Сельскохозяйственные машины. М.: Агропромиздат, 1989 г.
10. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Агропромиздат, 1986 г.