

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Л. Є. ПЕЛЕВІН, В. П. РАШКІВСЬКИЙ

ГІДРОМАШИНИ І ГІДРОАВТОМАТИКА

Рекомендовано вченою радою КНУБА як навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090214 “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні і меліоративні машини і обладнання”, 7.010104 “Професійне навчання. Виробництво, експлуатація та ремонт підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх і меліоративних машин і обладнання”, 7.092501 “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвом”

Київ 2007

УДК 681.586: 681.587.357

ББК 35.05

П24

Рецензенти: Ю.Д. Абрашкевич, д-р техн.наук, професор

М.Б. Алекберов, д-р техн.наук, професор

Рекомендовано вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол № 25 від 27 квітня 2007 року.

Пелевін Л. Є., Рашківський В. П.

П24 Гідромашини і гідравтоматика: Навчальний посібник – К: КНУБА, 2007. – 128 с.

Наведено термінологію, основні поняття, графічне позначення елементів електрогідравтоматики; розглядаються конструкція, принцип дії та методика розрахунку електрогідравлічних схем управління автоматизованих систем. Описано конструкції і дано характеристики основних елементів управління схемами. Наведені приклади схемної реалізації поставлених задач.

Призначено для студентів спеціальності 7.090214 “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання”, 7.010104 “Професійне навчання. Виробництво, експлуатація та ремонт підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх і меліоративних машин і обладнання” і 7.092501 “Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвом”.

УДК 681.586: 681.587.357

ББК 35.05

© КНУБА, 2007

© Л.Є. Пелевін, В.П. Рашківський, 2007

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	5
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАСОБИ ЕЛЕКТРОГІДРОАВТОМАТИКИ.....	6
1.1 Сфера застосування та склад електрогідравлічних систем.....	6
1.2. Переваги електрогідравлічних засобів автоматики.....	6
1.3. Область застосування.....	6
1.4. Класифікація електрогідравлічних пристроїв.....	7
2. ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНА СИСТЕМА.....	8
2.1. Силова частина.....	8
2.2. Система управління.....	9
2.3. Інтерфейс.....	10
3. ЕЛЕКТРИЧНІ КОМПОНЕНТИ.....	10
3.1. Загальна характеристика системи управління.....	10
3.2. Блок живлення.....	11
3.3. Електричні елементи управління.....	11
3.4. Датчики.....	13
3.5. Реле і контактори.....	19
3.6. Електромагніти.....	23
3.7. Управляюча шафа.....	27
3.8. Електрозабезпечення електрогідравлічних систем.....	31
4. УМОВНІ СИМВОЛИ І ГРАФІЧНІ ЗОБРАЖЕННЯ	32
4.1. Насоси і мотори.....	32
4.2. Розподільники.....	33
4.3. Клапани тиску.....	35
4.4. Поточковий клапан.....	36
4.5. Запірні клапани.....	37
4.6. Циліндр.....	39
4.7. Пристрої підготовки і передачі гідравлічної енергії.....	41
4.8. Вимірювальні прилади.. ..	42
4.9. Комбінації приладів.....	42
4.10. Позначення електричних пристроїв.....	43
5. ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ.....	47
5.1. Гідравлічна схема.....	47

5.2.	Електрична схема.....	50
5.3.	Функціональна діаграма.....	53
5.4.	Способи побудови електрогідравлічних систем управління.....	58
6.	ВПРАВИ.....	62
	<i>Вправа 1.</i> Пряме управління електромагнітним розподільником.....	62
	<i>Вправа 2.</i> Непряме управління електромагнітним розподільником.....	67
	<i>Вправа 3.</i> Булеві основні логічні функції.....	70
	<i>Вправа 4.</i> Управління циліндром двосторонньої дії	73
	<i>Вправа 5.</i> Логічні функції.....	76
	<i>Вправа 6.</i> Диз'юнкція.....	79
	<i>Вправа 7.</i> Виключене "АБО".....	82
	<i>Вправа 8.</i> Збереження сигналу в системі гідроприводу.....	84
	<i>Вправа 9.</i> Збереження сигналу в електричній системі управління.....	87
	<i>Вправа 10.</i> Регулювання витрати.....	90
	<i>Вправа 11.</i> Управління послідовністю за тиском і шляхом.....	95
	<i>Вправа 12.</i> Управління послідовністю в автоматичному режимі.....	98
7.	ПРИКЛАДИ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ.....	101
	<i>Приклад 1.</i> Пряме управління електромагнітним розподільником.....	101
	<i>Приклад 2.</i> Непряме управління електромагнітним розподільником.....	103
	<i>Приклад 3.</i> Основні логічні функції.....	104
	<i>Приклад 4.</i> Реверсування сигналу.....	108
	<i>Приклад 5.</i> Кон'юнкція і заперечення.....	110
	<i>Приклад 6.</i> Диз'юнкція.....	112
	<i>Приклад 7.</i> Складальний конвеєр.....	114
	<i>Приклад 8.</i> Затискний пристрій.....	115
	<i>Приклад 9.</i> Затискний пристрій з самоутриманням..	117
	<i>Приклад 10.</i> Розгортковий верстат.....	118
	<i>Приклад 11.</i> Прес.....	120
	<i>Приклад 12.</i> Фрезерний верстат.....	124
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	127

ВСТУП

Зі зростанням обсягів автоматизованого виробництва в різних галузях промисловості виникла проблема швидкого та високоякісного рішення технологічних завдань в умовах використання автоматизованих систем. Для цього потрібно на етапах проектування враховувати ряд особливостей технологічного процесу, а також особливостей використання функціональних елементів технологічних ліній.

Рациональне врахування можливостей окремих функціональних елементів та можливостей системи автоматизованого управління в цілому дозволяє на практиці суттєво підвищити ефективність виконуваної роботи і знизити ризики нещасних випадків та невідповідності продукції технологічним умовам.

Наведена в навчальному посібнику інформація про виконавчі елементи та засоби управління дозволяє раціонально проектувати і вибирати схеми рішень конкретних технічних завдань.

Метою вивчення дисципліни є набуття студентами знань і навичок зі складання та розрахунку систем гідроавтоматики, які застосовуються в технологічних процесах автоматизованих виробничих ліній з виготовлення будівельної техніки.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАСОБИ ЕЛЕКТРОГІДРОАВТОМАТИКИ

Сфера застосування та склад електрогідравлічних систем

Гідравлічні системи застосовуються в пристроях з великою питомою потужністю, там, де необхідні інтенсивна теплова дисипація і великі зусилля.

Електрогідравлічні системи включають гідравлічну і електричну складові, тобто: переміщення здійснюються і сили діють в гідравлічних пристроях (наприклад, в гідроциліндрі), а вхідні сигнали реєструються і обробляються в електричних і електронних компонентах (електромеханічні перемикаючі елементи або вільно-програмовані контролери).

Переваги електрогідравлічних засобів автоматики

Використання електричних і електронних елементів при управлінні гідравлічними системами має перевагу з таких причин:

- Електричний сигнал передається по кабелю швидко, легко і на великі відстані. Передача сигналу за допомогою механічних засобів (за допомогою з'єднувачів) або гідравлічних (по трубопроводах) є значно складнішою. Тому електрогідравлічні системи особливо часто використовуються в літаках;
- Обробка сигналу реалізується електричними елементами. Це забезпечує можливість використання електрогідравлічних систем в автоматизації виробничих процесів (наприклад, в повністю автоматизованій виробничій лінії з виготовлення автомобільних крил);
- Для роботи багатьох машин потрібні складні алгоритми управління. У таких випадках електрична система управління є простішою та економнішою, ніж механічна або гідравлічна.

1.3. Область застосування

Електричні системи управління особливо розвинулися за

останні 25 років. Використання електричних систем управління дозволило відкрити багато нових сфер для застосування систем гідроавтоматики.

Електрогідроавтоматика застосовується в таких галузях промисловості:

- машинобудуванні (приводи подачі оброблювальних верстатів, силові приводи пресів, машини з обробки пластмас);
- автомобілебудуванні (приводи будівельно-дорожніх машин);
- літакобудуванні (авіаційні шасі, системи управління кермом);
- суднобудуванні (системи управління кермом).

1.4. Класифікація електрогідравлічних пристроїв

На рис. 1.1 представлено дві основні частини електрогідравлічних систем.

Система управління складається з блоку вхідних сигналів, блоку обробки сигналів, блоку управління енергозабезпеченням.

Система перетворення гідравлічної енергії складається з джерела гідравлічної енергії, системи управління і приводних механізмів.

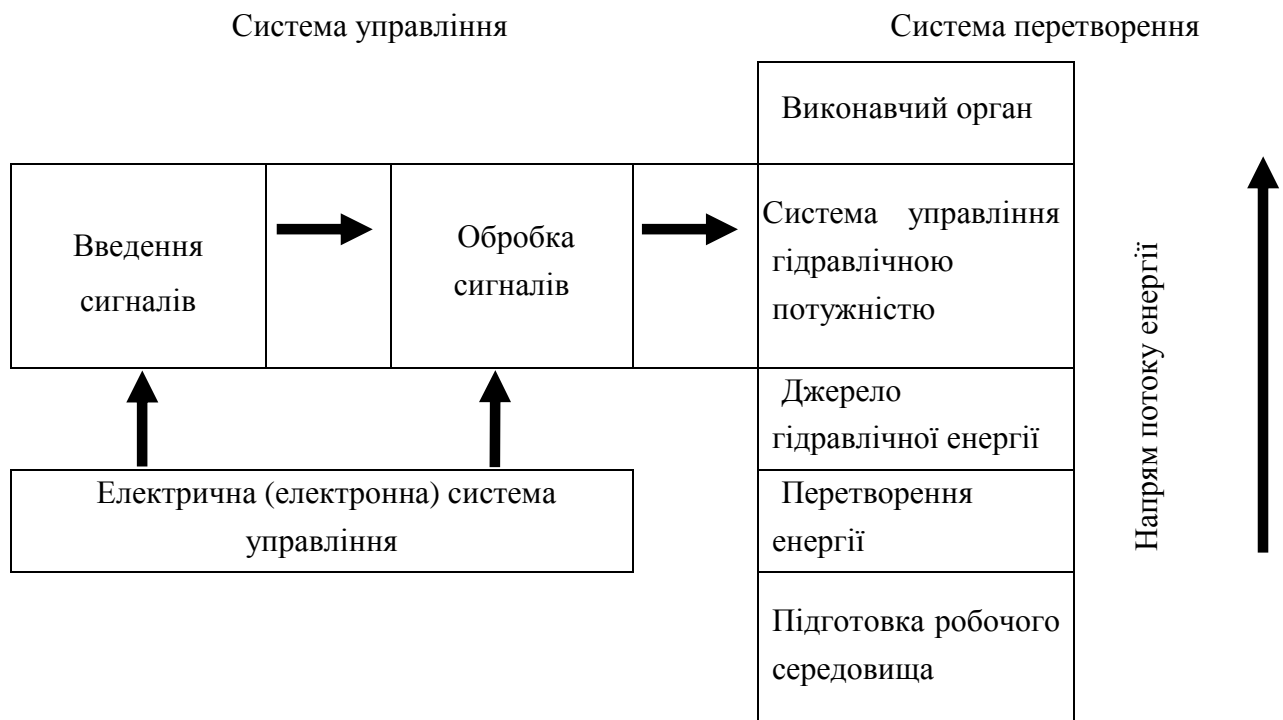


Рис. 1.1 Схематичне зображення електрогідравлічних систем

2. ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНА СИСТЕМА

2.1. Силова частина

Будь-яка електрогідравлічна система складається з двох функціональних підсистем:

- управління сигналом,
- силової частини.

Силова частина електрогідравлічної системи (рис. 2.1) включає всі елементи, що відповідають за постачання енергією, управління енергією і робочі рухи приводу. В більшості випадків ця силова система істотно відрізняється від силової системи чисто гідравлічної системи за винятком режимів роботи розподільників і клапанів.

Робочий орган

Частина

управління

Частина

енергозабезпечення
(перетворення
енергії, підготовка
робочої рідини)

Напрямок потоку енергії

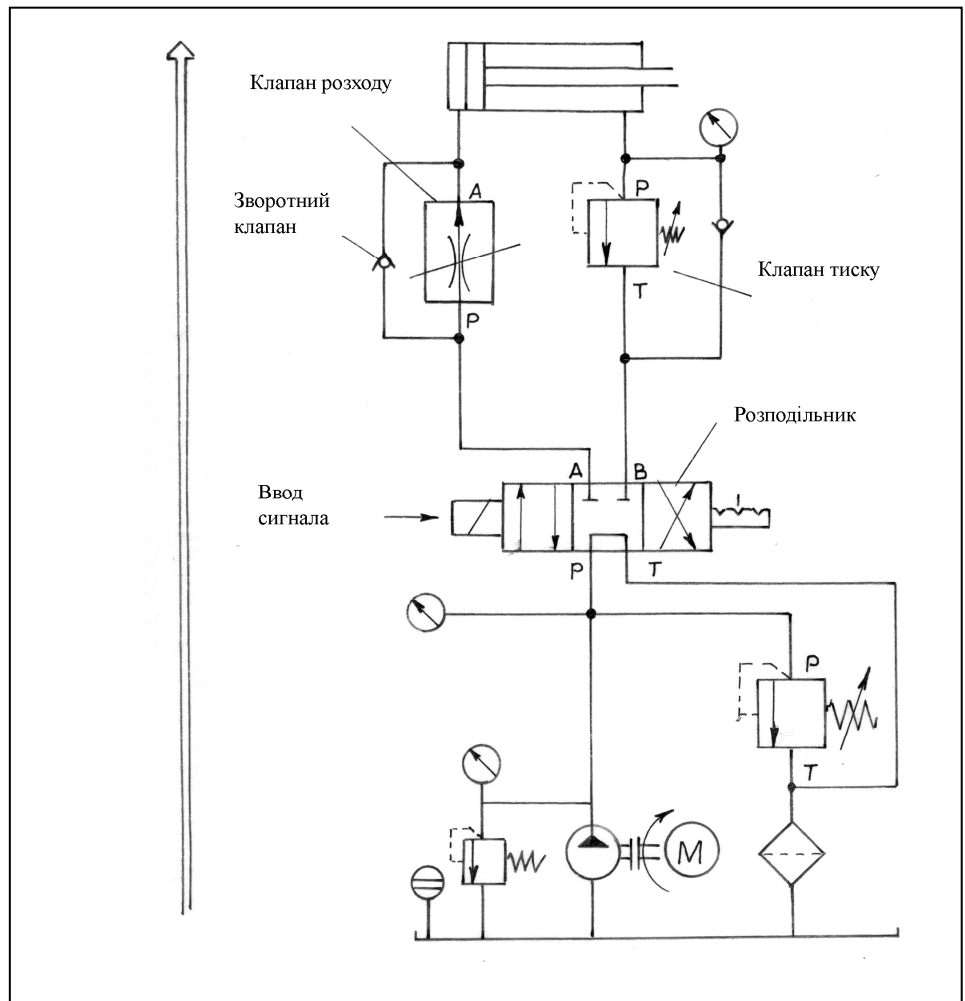


Рис. 2.1. Силова частина електрогідравлічної системи

Частина енергозабезпечення відповідає за перетворення енергії та підготовку робочої рідини. В процесі перетворення енергії електрична енергія перетворюється спочатку в механічну, а потім в гідравлічну. При цьому звичайно використовуються такі елементи:

- приводний двигун (електричний або двигун внутрішнього згорання);
- з'єднувальна муфта;
- насос;
- вимірювач тиску;
- захисні пристрої.

Робоча рідина готується за допомогою таких елементів:

- бак з датчиком рівня рідини;
- фільтр;
- охолоджувач;
- нагрівач;
- датчик температури.

В **управляючих частинах** електрогідравлічних систем управління енергією здійснюють клапани і розподільники.

Відповідно до призначення ці клапани і розподільники можуть бути розділеними на чотири групи:

- розподільники,
- зворотні клапани,
- клапани тиску,
- клапани витрати.

Робочі рухи приводу реалізуються в **робочих органах**. За допомогою гідравлічних циліндрів і моторів гідравлічна енергія робочої рідини перетворюється в механічну. Енергоспоживання робочих органів визначає вимоги до управляючої частини і частини енергозабезпечення. Всі елементи мають відповідати тиску і витратам в робочій частині.

2.2. Система управління

Система управління електрогідравлічної системи істотно відрізняється від системи управління чисто гідравлічної системи. У гідравлічній системі відповідні функції визначаються і виконуються елементами цієї системи. У електрогідравлічних системах систему управління розділено на дві частини: введення сигналу і обробки сигналу.

У частині **введення сигналу** необхідно відзначити істотну відмінність між сигналами, одержаними від оператора (через кнопки, вимикачі і т.д.), і сигналами, одержаними в самій системі (кінцевими вимикачами, датчиками положення, датчиками температури, спеціальними показчиками, датчиками тиску і т. д.)

У електрогідравлічних системах **обробка сигналу** відбувається в електричних схемах або у вільно програмованих контролерах. Існують також чисто гідравлічні схеми для обробки сигналу.

2.3. Інтерфейс

Електромагнітні клапани і розподільники створюють перехід між системою управління і силовою системою електрогідравлічної системи. Електромагніти постійного струму з робочою напругою 24 В в більшості випадків використовуються для управління електромагнітними розподільниками. Електромагніти змінного струму застосовуються в діапазоні напруг 110...220 В.

3. ЕЛЕКТРИЧНІ КОМПОНЕНТИ

3.1. Загальна характеристика системи управління

Система управління в електрогідравлічних системах виконується на електромеханічних або електронних елементах. Залежно від виконуваної задачі системи управління можуть розрізнятися конструктивно.

- відносно просте управління будується або на електромеханічних елементах з контактами (наприклад, реле), або на комбінації електронних елементів без контактів з елементами, які мають контакти;

- для складних задач застосовуються вільно програмовані контролери (*PLC*).

3.2. Блок живлення

Системи управління електрогідравлічними системами зазвичай не забезпечуються своїми власними джерелами напруги (наприклад, батареями), але живляться від блоку живлення.

Блок живлення (рис. 3.1) включає такі елементи:

- основний трансформатор, який перетворює змінну напругу основного джерела (наприклад, 220 В) у вихідну напругу (в більшості випадків 24 В);
- випрямляч *G* і конденсатор *C* для випрямлення і згладжування напруги;
- синфазний регулятор для стабілізації постійної напруги.

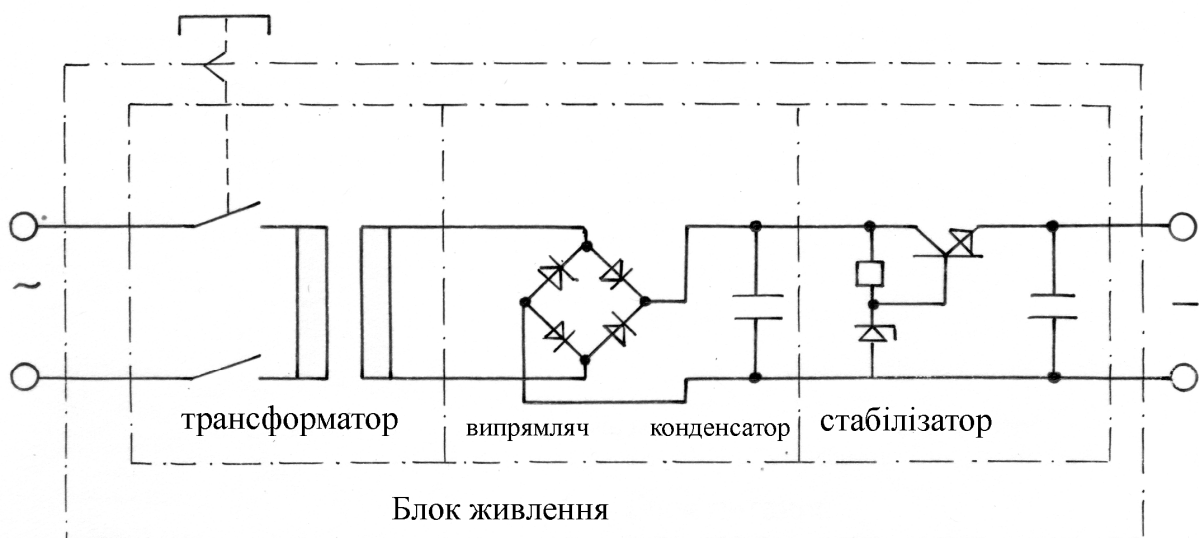


Рис. 3.1. Модуль блоку живлення

3.3. Електричні елементи управління

Вимикачі встановлюються у колі для того, щоб відкривати або закривати потік струму до споживача. Вони розділяються на дві великі групи: "кнопки" і "вимикачі". І ті і інші бувають у виконаннях з нормально замкненими, нормально розімкненими або перемикаючими контактами.

У *вимикачі* два можливі стани механічно блокуються.

Перемкнутий стан зберігається до тих пір, поки він знову не перемикнеться.

Кнопка розмикає або замикає ланцюг тільки на короткий час. Перемкнутий стан зберігається тільки до тих пір, поки кнопка утримується натиснутою.

Для **нормально розімкненого виконання** контакта (рис. 3.2) коло є розімкненим, коли кнопка знаходиться в нормальному положенні, тобто є не натиснутою. Коло замикається при натисненні на кнопку, струм починає текти до споживача. При відпусканні кнопки вона повертається в початкове положення під дією пружини, і ланцюг розмикається.

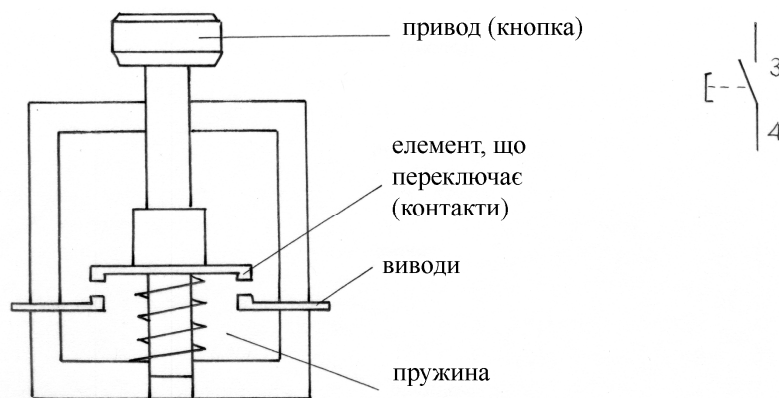


Рис. 3.2. Нормально розімкнений контакт:
вигляд в розрізі і умовне позначення

Для **нормально замкнутого виконання** контакта (рис. 3.3) коло є замкненим, якщо кнопка знаходиться в нормальному положенні.

Зусилля пружини забезпечує ступення контактів до тих пір, поки не буде натиснута кнопка. При натисканні на кнопку долається зусилля пружини, і контакти розмикаються. Перебіг струму до споживача припиняється.

Третім різновидом є **перемикаючий контакт** (рис. 3.4). Ці контакти суміщають функції нормально закритих і нормально відкритих контактів в одному пристрої. Перемикаючі контакти використовуються для розмикання одного кола і одночасного

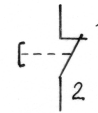
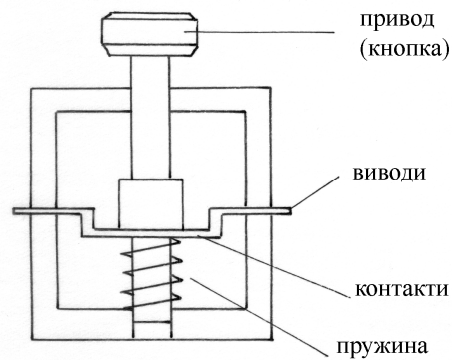


Рис. 3.3. Нормально замкнений контакт; вигляд в розрізі і умовне позначення

замикання іншого. Необхідно, проте, відмітити, що обидва ланцюги на мить розмикаються в процесі перемикавання.

3.4. Датчики

Датчики застосовуються для отримання даних про стан системи і для передачі цієї інформації до системи управління. У електрогідравлічних системах датчики переважно застосовуються для наступних цілей:

- вимірювання і контроль тиску і температури робочої рідини;
- контроль просторового положення, тобто поточного або крайнього положення робочих органів.

Кінцевий вимикач механічного типу (рис. 3.5) приводиться в дію, коли частина машини або деталь переходить в певне положення.

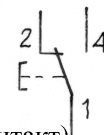
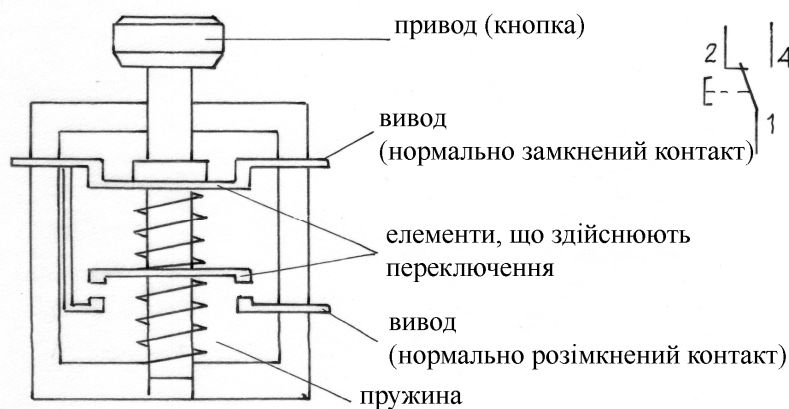


Рис. 3.4. Перемикаючий контакт: вигляд в розрізі і умовне позначення

В більшості випадків його привід здійснюється через кулачок і важіль. Кінцеві вимикачі звичайно виконуються з перемикаючими контактами з можливістю розмикати, замикати або перемикати коло.

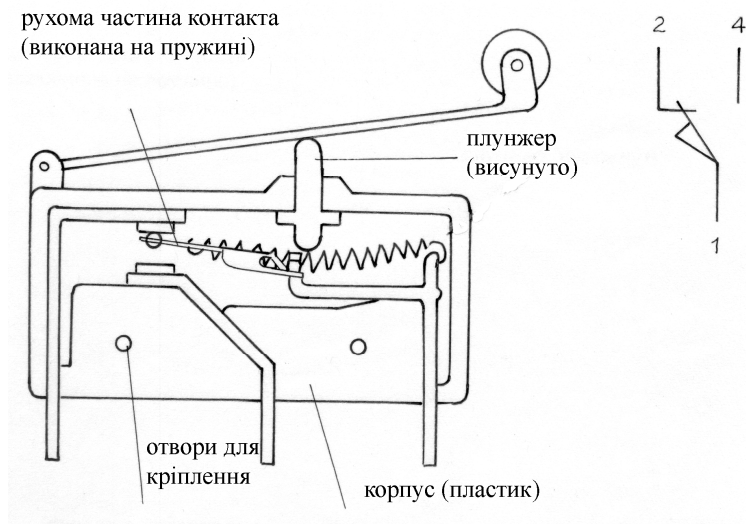


Рис. 3.5. Кінцевий вимикач механічного типу:
вигляд в розрізі і умовне позначення

Реле тиску (рис. 3.6) застосовуються в пристроях спостереження або контролю. Вони розмикають, замикають або перемикають коло, коли в точці встановлення досягається тиск налаштування. Тиск в гідросистемі діє на площу плунжера. Виникаюча сила діє проти сили пружності налаштувальної пружини, плунжер починає рухатися і пересуває контактну групу.

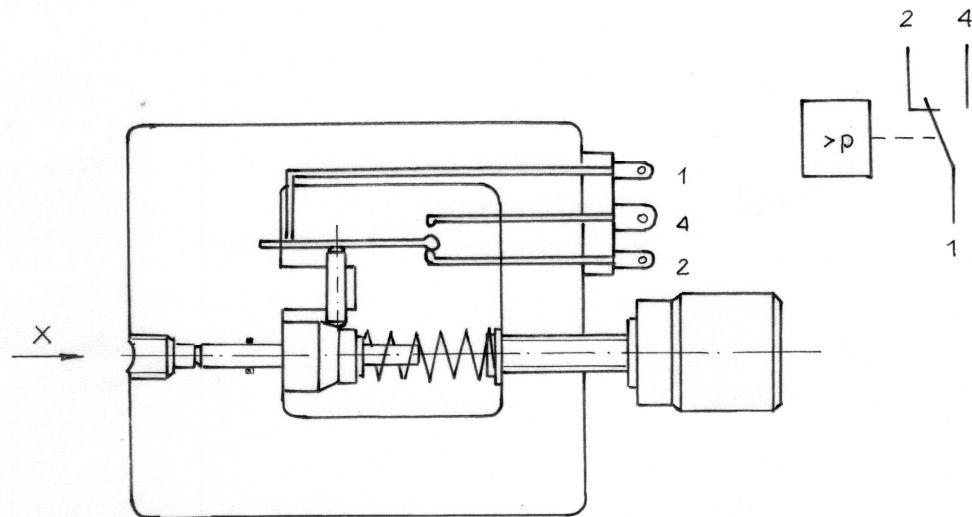


Рис. 3.6. Плунжерний датчик тиску: вигляд в розрізі і умовне позначення

У реле тиску з механічним приводом контактної групи замість спіральної пружини можуть бути використані діафрагма, сильфони або трубка Бурдона.

Останнім часом широке поширення набули діафрагменні реле тиску, в яких контакт перемикається не механічним способом, а електронним. Така схема вимагає застосування датчиків сили або тиску, які працюють на підставі одного з наступних фізичних ефектів:

- ефект опору (зміна опору із зміною натягнення або форми),
- ефект опору (зміна електричного опору із зміною механічних напруг),
- ефект електричний (виникнення електричного заряду при механічному стисненні),
- ефект ємності (зміна електричної ємності при механічному стисненні).

Такий датчик тиску працює завдяки процесу дифузії, напilenню діафрагми. Електронна схема підсилює аналоговий сигнал. Цей сигнал може використовуватися надалі для реєстрації тиску або подальших перемикачів.

Безконтактні **датчики положення** відрізняються від кінцевих вимикачів з механічним приводом принципом перемикачів без додавання зовнішньої механічної сили. Датчики положення

розрізняються за наступними групами:

- магнітоприводний датчик положення (геркон);
- індуктивний датчик положення;
- ємнісний датчик положення;
- оптичний датчик положення.

Геркон (рис. 3.7) є магнітоприводним перемикачем. Він складається з двох язичків-контактів, запаяних в скляну трубку, заповнену інертним газом. Коли датчик вводиться в магнітне поле, наприклад, магніт знаходиться на поршні циліндра, контакти стуляються і створюють електричний сигнал. Розмикаючий геркон складається з контактів та встановленого невеликого магніту. Коли такий геркон вводиться в магнітне поле, то зусилля цього магніту долається і він відпускає контакти, які при цьому розмикаються.

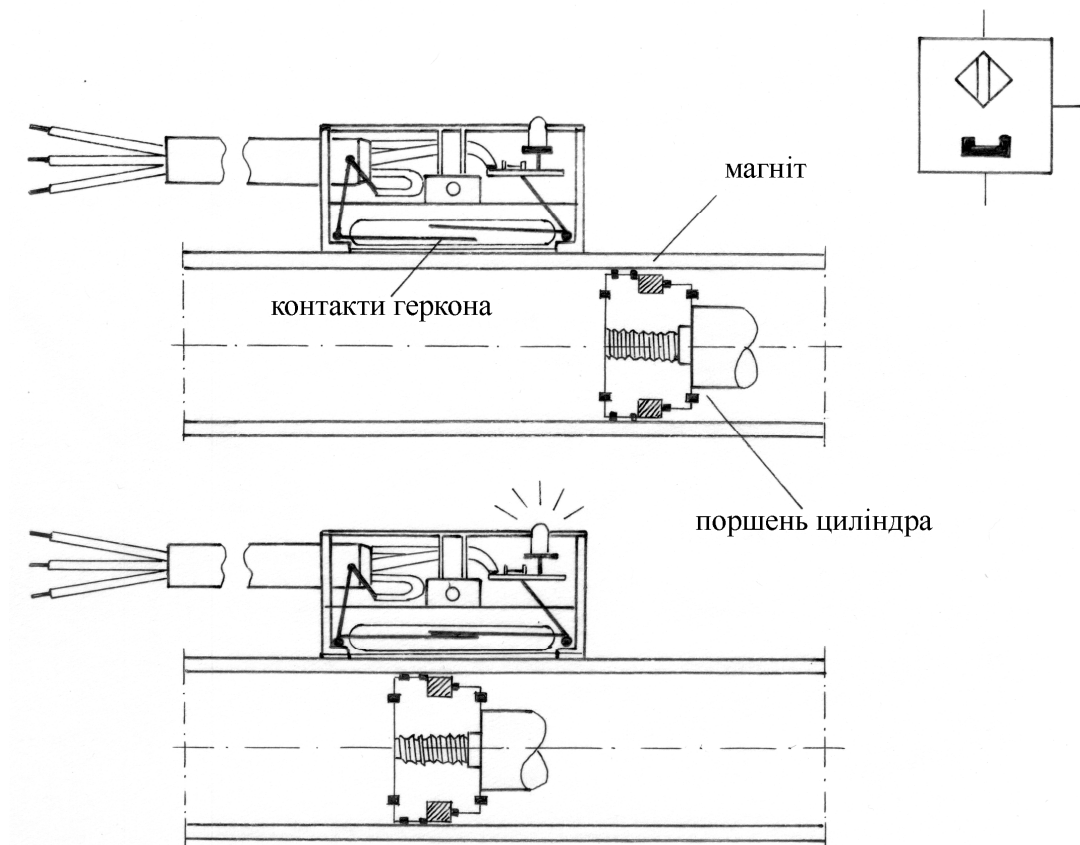


Рис. 3.7. Геркон з нормально розімкненим контактом

Геркони характеризуються такими властивостями:

- великим терміном служби;
- відсутністю обслуговування;

- часом перемикання, що складає 0,2 мс;
- обмеженою чутливістю,
- тим, що не призначені для роботи в сильних магнітних полях (наприклад, поблизу трансформатора зварювального апарата).

Індуктивний датчик положення (рис. 3.8) складається з частотного генератора 1, перемикача, компаратора 2 і підсилювача 3. При підключенні живлення частотний генератор створює на кінці датчика електромагнітне поле високої частоти. Якщо в це високочастотне поле вноситься хороший електричний провідник, то енергія поля знижується. Компаратор оцінює одержаний сигнал і перемикає контакти через підсилювач.

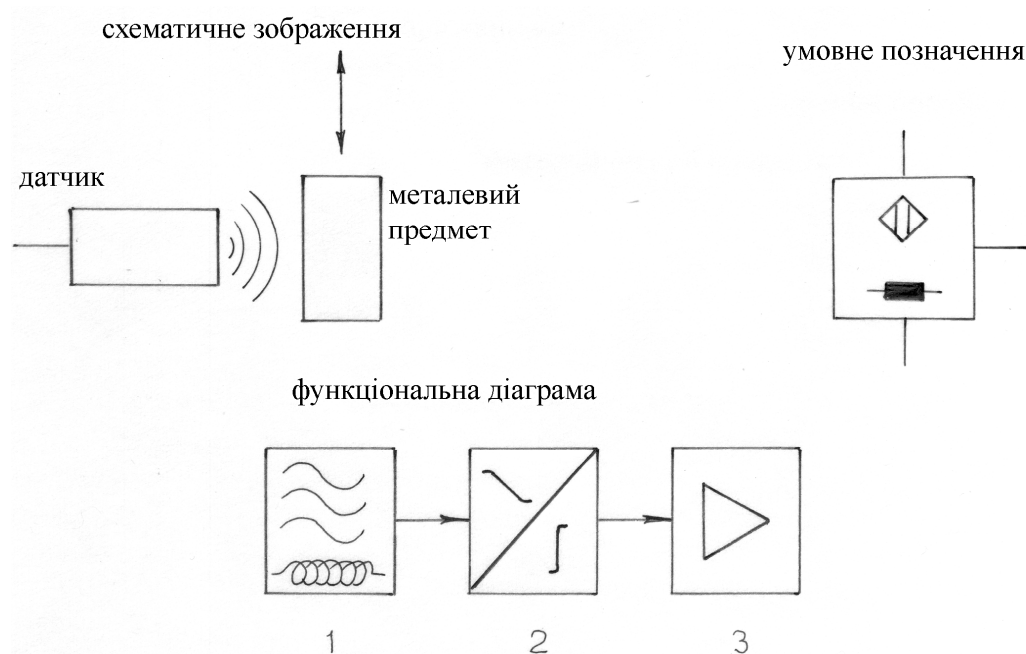


Рис. 3.8. Індуктивний датчик положення

Індуктивні датчики положення характеризуються такими властивостями:

- всі матеріали з хорошою електричною провідністю розрізняються цими датчиками; також вони працюють як з немагнітними, так і з неметалічними матеріалами, наприклад з графітом;
- вони розрізняють як рухомі, так і нерухомі об'єкти;
- чим більшою є площа об'єкта відносно площі датчика, тим з

більшою легкістю об'єкт розрізняється;

- в більшості випадків ці датчики застосовуються як цифрові датчики.

Ємнісний датчик положення (рис. 3.9) вимірює зміну електричної ємності конденсатора, викликану переміщенням контрольованого об'єкта. Цей датчик положення складається з опору, конденсатора (RC - коливальний контур) і електронної схеми. Електростатичне поле виникає в просторі між активним електродом і заземленням. Якщо об'єкт вводиться в це поле, то ємність контура зростає. Це дозволяє контролювати об'єкти не тільки з матеріалів, які мають добру провідність, але і з матеріалів, які мають високий коефіцієнт опору. Наприклад, з таких матеріалів, як пластик, скло, кераміка, рідини і дерево.

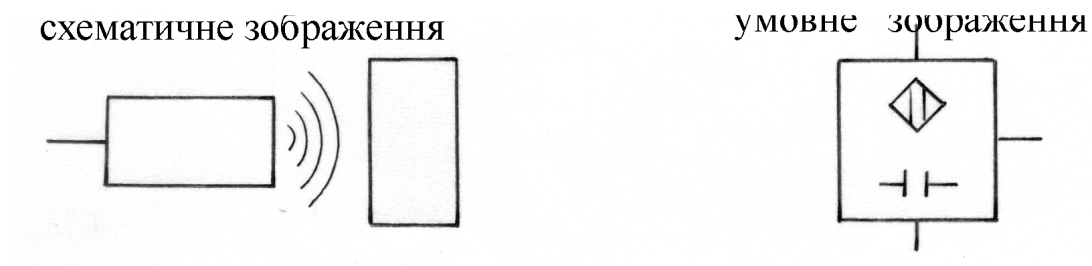


Рис. 3.9. Ємнісний датчик положення

Розрізняються три типи **оптичних датчиків положення**:

- датчики переривання променя,
- датчики віддзеркалення променя,
- датчики розсіювання променя.

Датчик переривання променя (рис. 3.10) складається з роздільних частин: випромінювача і приймача.

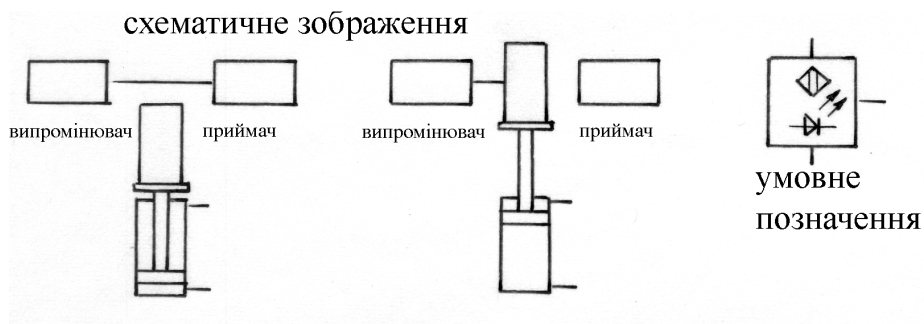


Рис. 3.10. Датчик переривання променя

Ці частини встановлюються так, щоб випромінювач був направлений на приймач. Якщо промінь світла переривається, то контакти розмикаються (рис.3.10, а) або замикаються (рис. 3.10, б).

У датчиках *віддзеркалення променя* (рис. 3.11) випромінювач і приймач встановлюються на одній стороні в загальному корпусі.

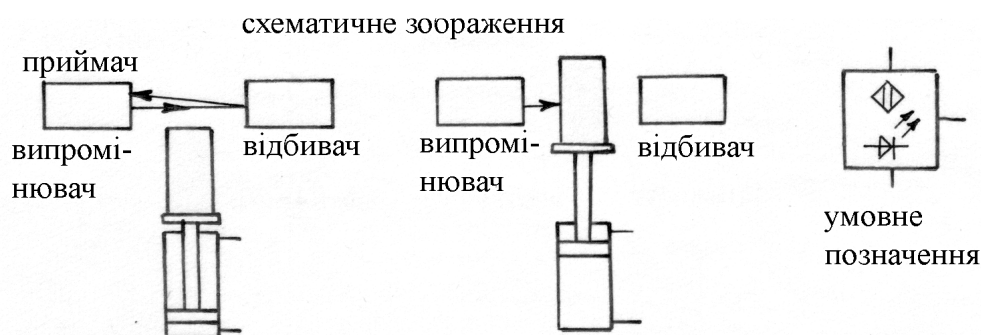


Рис. 3.11. Датчик віддзеркалення променя

Для нормальної роботи такого датчика відбивач повинен бути встановленим так, щоб велика або вся частина світлового потоку від випромінювача відбивалася в приймач. Переривання променя викликає перемикання датчика.

Випромінювач і приймач *датчика розсіювання* (рис. 3.12) встановлюються таким же чином, як і в датчику віддзеркалення.

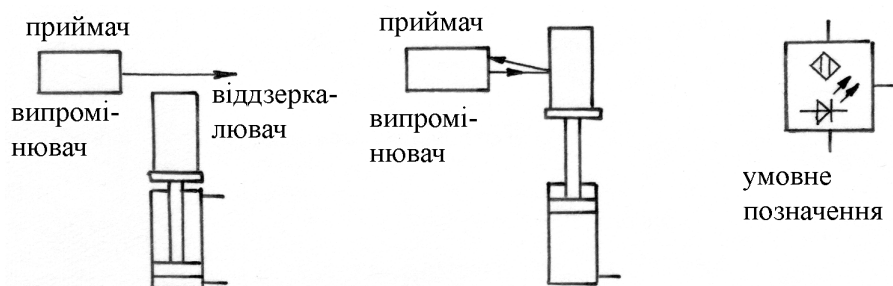


Рис. 3.12 Датчик розсіювання променя

Якщо промінь від випромінювача потрапляє на об'єкт з поверхнею віддзеркалення, то відбите світло реєструється приймачем і датчик створює перемикаючий сигнал. Тому, чим кращими є властивості поверхні контролюваного об'єкта віддзеркалення, тим більш надійною є робота датчика.

3.5. Реле і контактори

Реле і контактори схожі як за схематичним зображенням, так і за принципом роботи:

- реле перемикають відносно невеликі струми;
- контактори перемикають великі струми.

Реле є вимикачем з електромагнітним управлінням (рис. 3.13). Воно складається з корпусу з електромагнітом та з рухомих контактів. При підключенні напруги на котушку електромагніту виникає електромагнітне поле. Рухомий сердечник втягується в котушку. Цей сердечник приводить в рух контактну групу. Ця контактна група замикає або розмикає певне число контактів механічним чином. Якщо протікання струму через котушку електромагніту переривається, то пружина повертає сердечник в його початкове положення.

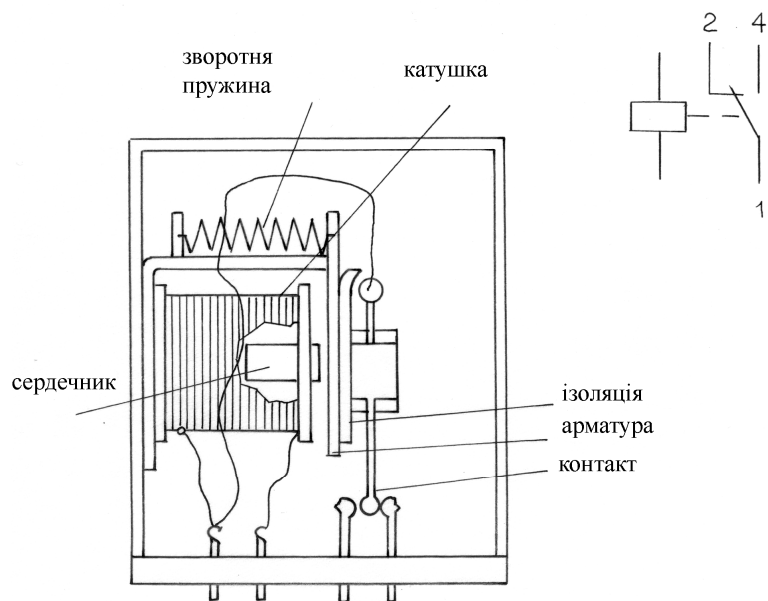


Рис. 3.13. Реле: вигляд в розрізі і умовне позначення

Наведемо приклади застосування.

Існують різні типи реле; наприклад, реле часу, зворотне реле. Реле можуть виконувати різні функції регулювання, управління і контролю:

- перехід між контуром управління і робочим контуром (посилення сигналу);

- розмноження сигналу;
- розділення ланцюгів постійного і змінного струму;
- затримку, створення або перетворення сигналів;
- здійснення інформаційних зв'язків.

Залежно від конструкції реле може містити різну кількість нормально замкнених, нормально розімкнених, перемикаючих контактів, нормально замкнених контактів із затримкою, нормально розімкнених контактів із затримкою і перемикаючих контактів із затримкою (рис. 3.14).

Позначення реле є стандартизованими:

- реле позначаються K1, K2, K3 і т.д.;
- контакти котушки позначаються A1 і A2;
- на схемі контакти, що перемикаються в реле, також позначаються K1, K2 і т.д.;
- система позначення перемикаючих контактів є двозначною.



Рис. 3.14. Умовне позначення і позначення виводів контактів реле

Перший розряд показує порядковий номер контакту, а другий розряд показує тип контакту (функцію) (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Позначення функцій контактів для реле

1	2		нормально замкнений контакт
3	4		нормально розімкнений контакт
5	6		нормально замкнений контакт із затримкою за часом
7	8		нормально розімкнений контакт із затримкою за часом
1	2	4	перемикаючий контакт

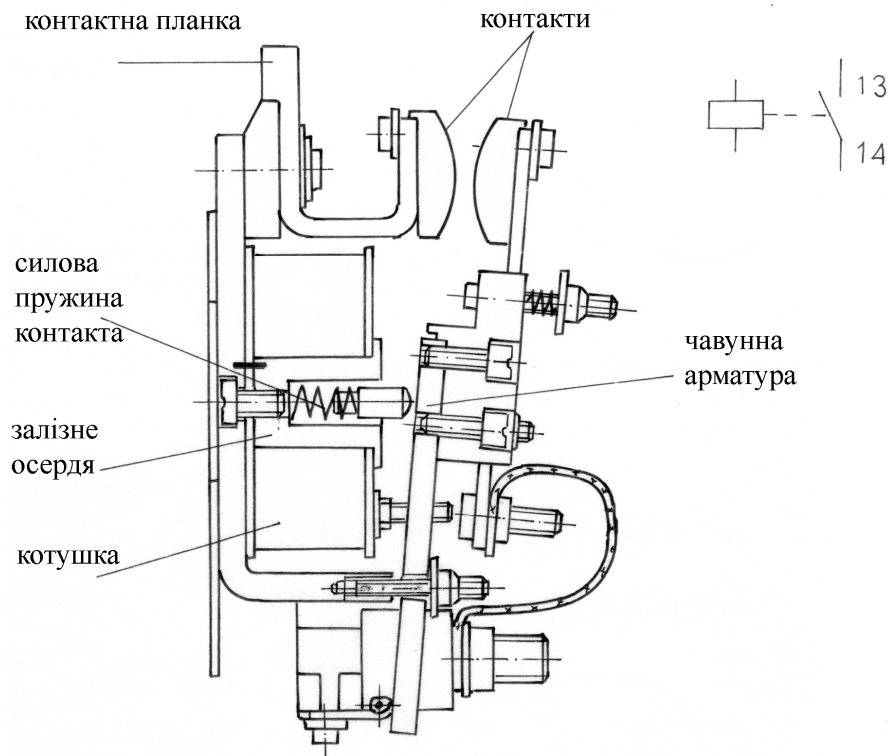


Рис. 3.15. Контактор

	6	8	перемикаючий контакт із затримкою за часом
--	---	---	--

Контактори працюють за тим же принципом, що і реле. Основні переваги контакторів такі:

- подвійний розрив контакту (дві точки від'єднання контакту для кожної контактної групи);
- контакт позитивної дії;
- закрита дугова камера (іскроподавляюча камера).

Звичний контактор (рис. 3.15) містить декілька контактних груп – від 4 до 10. Існують також різні типи контакторів з різними комбінаціями нормально замкнених, нормально розімкнених, перемикаючих контактів, нормально замкнених контактів із затримкою і т.д. Контактні групи розділяються на головні контактні елементи і лінійні контактні елементи (управляючі контакти).

Наведемо деякі відомості про контактні елементи.

- Потужності 4...30 кВт перемикаються через головні контактні елементи.

- Лінійні контактні елементи можуть також брати участь в подальшому процесі перемикавання управління або в логічних операціях.
- Контактори, які перемикають тільки лінійні контактні групи (управляючі контакти), називаються контактними реле (управляючими контакторами).
- Для кіл класифікації контактори з головними контактними елементами для перемикавання енергії називаються силовими контакторами.

Комбінація контакторів для включення трифазного мотора позначається буквою Д (для контактора) і М (для мотора), також наводиться серійний номер. Серійний номер позначає функцію пристрою, наприклад, К1М означає: головний контактор, трифазний, змінної полярності, одношвидкісний.

3.6. Електромагніти

В електрогідравліці клапани і розподільники приводяться в дію за допомогою електромагнітів. У центр електромагніту вставлено сердечник із заліза. Немагнітний плунжер приєднано до цього сердечника. При подачі живлення на котушку електромагніту сердечник переміщується і плунжер перемикає золотник розподільника.

Електромагніти мають два крайніх положення:

- перше крайнє положення досягається при проходженні через нього струму (електромагніт включений, положення З);
- друге крайнє положення досягається при відключенні електромагніту за допомогою поворотної пружини (електромагніт відключений, положення А).

При кожному перемиканні плунжер електромагніту повинен додатково подолати силу поворотної пружини, що знижує його силу перемикавання в цьому напрямі.

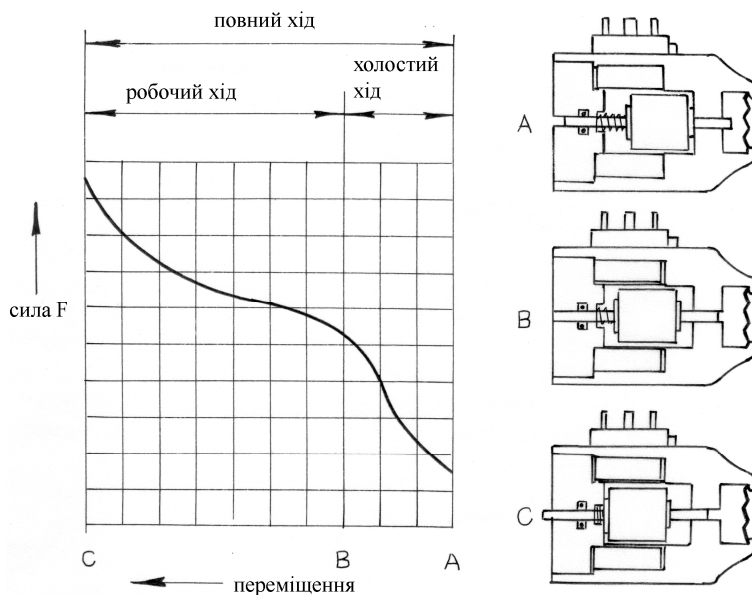
- У початковий момент руху магнітна сила мала. Тому хід сердечника починається з невеликої ділянки холостого ходу (положення А).
- Золотник розподільника не перемикається до тих пір, поки не

виникне більше значення магнітної сили.

Існують *електромагніти постійного і змінного струмів* (рис. 3.16). Електромагніти змінного струму працюють на напрузі 230 В. Все рідше і рідше використовуються внаслідок небезпечно високої напруги.

При відключенні електромагніту припиняється протікання струму. Скидання магнітного поля викликає пік напруги зворотної полярності, внаслідок чого може з'явитися *іскріння*. Для запобігання пошкодженню електромагніту або контактів необхідно встановити захисну схему іскрозатримування.

Електромагніти розподіляються за **типами**. Електромагніти постійного струму бувають мокрого або сухого виконання, тоді як електромагніти змінного струму бувають тільки сухого виконання.



3.16. Характеристика переміщення – сила електромагніту постійного струму

У *мокрих електромагнітв* (рис. 3.17) сердечник омивається гідравлічним маслом, в якому і відбувається перемикання. Корпус такого електромагніту повинен бути герметичним (зовні герметичним). Внутрішня камера сполучається з лінією зливу, щоб запобігти навантаженню електромагніту високим тиском.

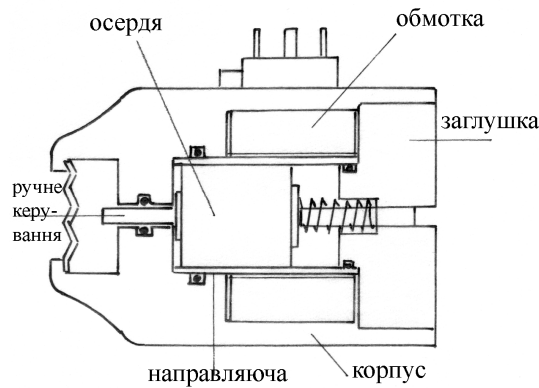


Рис. 3.17 Мокрий електромагніт

Переваги таких сучасних електромагнітів такі:

- абсолютна герметичність і низьке тертя через відсутність ущільнення плунжера, навантаженого перепадом тиску;
- значно знижений рівень корозії усередині корпусу;
- пом'якшення процесу перемикавання.

Термін "**сухий електромагніт**" означає, що електромагніт відокремлено від масла. За допомогою ущільнення в корпусі клапана плунжер герметично розділено з маслом. Тому, окрім зусилля пружини і сили тертя на робочому елементі клапана, електромагніт повинен подолати силу тертя між плунжером і ущільненням (рис. 3.18).

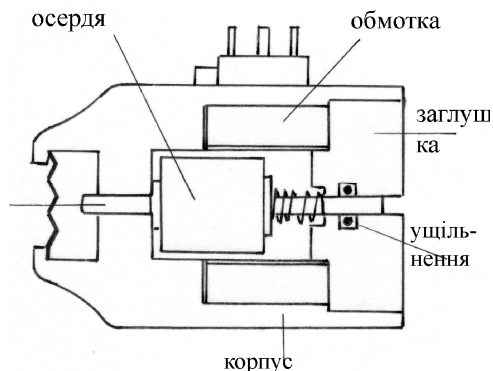


Рис. 3.18. Сухий електромагніт

При складанні електромагніт кріпиться безпосередньо до корпусу клапана за допомогою гвинтів. Це полегшує заміну у разі відмови. Три контакти (штирі вилки) виступають з електромагніту. Через ці контакти котушка електромагніту живиться струмом.

Муфта кабелю (рис. 3.19) кріпиться до цих контактів за

допомогою притискного гвинта. Підігнане ущільнення між електромагнітом і муфтою на кабелі служить в якості захисту від пилу і крапель вологи.

Розміри корпусу *муфти на кабелі (роз'єму для електромагнітного розподільника)* є різними залежно від виробника.

Індуктивність електромагніту призводить до того, що частина електромагнітної енергії запасается в колі при включенні. Чим швидше відбувається виключення, тим швидше відбувається вивільнення запасної енергії і тим більший виникає стрибок напруги. Це може призвести до пробоя ізоляції в колі або зруйнувати перемикаючі контакти в результаті виникнення дуги (іскра при відключенні контактів).

Для того, щоб уникнути пошкодження контактів або котушки, енергія, запасена в котушці, повинна бути розряджена плавно після виключення. Для цієї мети є необхідним коло *іскрогасіння* (рис. 3.20, рис. 3.21).

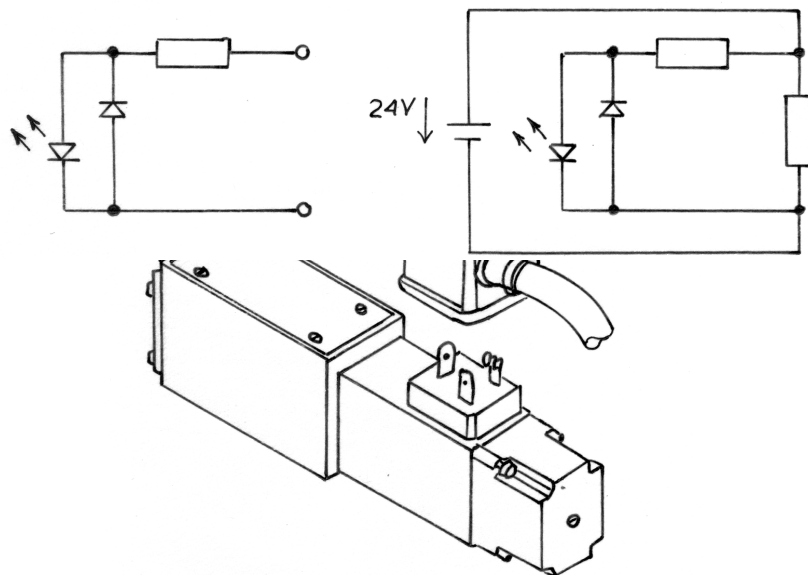


Рис. 3.19. Муфта

а

б

Рис. 3.20. Схема іскрогасіння за допомогою діода:

a – елементи кола заглушення для муфти (з індикацією робочого стану); *б* – елементи кола заглушення, встановлені у контурі

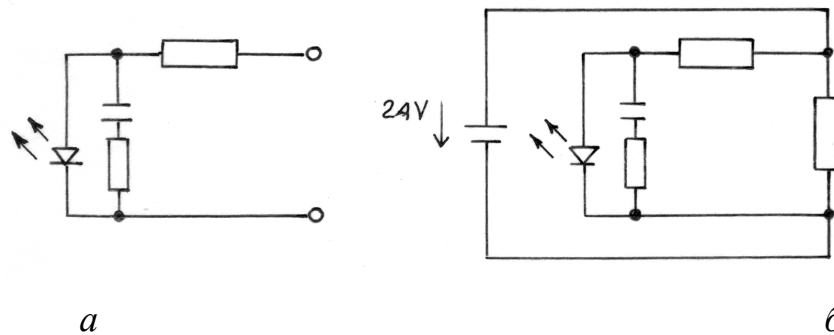


Рис. 3.21. Схема іскрогасіння за допомогою конденсатора і опору:

a – елементи кола заглушення для муфти (з індикацією робочого стану); *б* – елементи кола заглушення, що встановлені у контурі

Існує безліч різновидів таких кіл заглушення іскри, проте загальним для всіх них є те, що після виключення зміна сили струму відбувається не раптово, а поступово з можливістю регулювання.

На рисунках показано дві найпоширеніші схеми кіл заглушення іскри:

- коло з одним діодом,
- коло з однією ємністю і одним опором.

При заглушенні іскри за допомогою діода необхідно переконатися, що діод встановлено за полярністю таким чином, що залишається в закритому стані при включеному колі.

У електромагнітах постійного струму полярність живлячої напруги є строго заданою. Це дозволяє встановити індикатор перемикання паралельно котушці. Найпрактичнішим рішенням є встановлення захисної схеми заглушення і індикатора перемикання на перехідник, який встановлено на котушці під сполучною муфтою кабелю. Також ці схеми можуть бути вбудованими в корпус сполучної муфти.

3.7. Управляюча шафа

У всіх електрично приводних системах система управління встановлюється в управляючій шафі. Залежно від її розмірів і

призначення така управляюча шафа виготовляється з пластика або листового металу. При монтажі управляючої шафи потрібно дотримуватися таких вимог стандартів.

- Частина 1 – 3 ДСТУ 3450-96 регламентують ширину панелей для управляючих шаф і рубильників.
- Кріпильні кронштейни для реле, контакторів, вільно програмованих контролерів (PLC), а також і конструкція електронних пристроїв, лицьових панелей і кронштейни для рамок регламентуються ГОСТ.
- Опис типу і структури управляючої шафи, а також монтажна висота устаткування, яке повинно бути доступним для настройки і обслуговування, містяться в VDE 0113.
- У стандартах містяться вимоги щодо забезпечення захисту електроустаткування від механічних пошкоджень за допомогою захисних панелей, а також захисту устаткування від проникнення води і пилу з поясненням міжнародної системи типів захисту.

Елементи, що беруть участь в обробці сигналу, такі як реле і контактори, встановлюються на монтажній рейці, закріплений в управляючій шафі. Електричні лінії до датчиків за межами управляючої шафи підключаються через колодки, також встановлені на монтажній рейці.

Управляючу шафу призначено для комутації і передачі всіх вхідних і вихідних сигналів в системі. Електрична схема і **специфікація з'єднань виводів** є необхідними для виготовлення, встановлення, обслуговування управляючої шафи.

- Виводи позначаються на електричній схемі.
- У специфікації з'єднань виводів указується, як сполучені внутрішні електричні виводки приладів (усередині управляючої шафи) і зовнішні (у системі). Кожен вихід позначається X з продовженням у вигляді серійного номера.

Приклад (рис. 3.22) показує, як на підставі умов задачі складається електрична схема (3.23) і специфікація (табл. 3.2) з'єднань виводів для управляючої шафи.

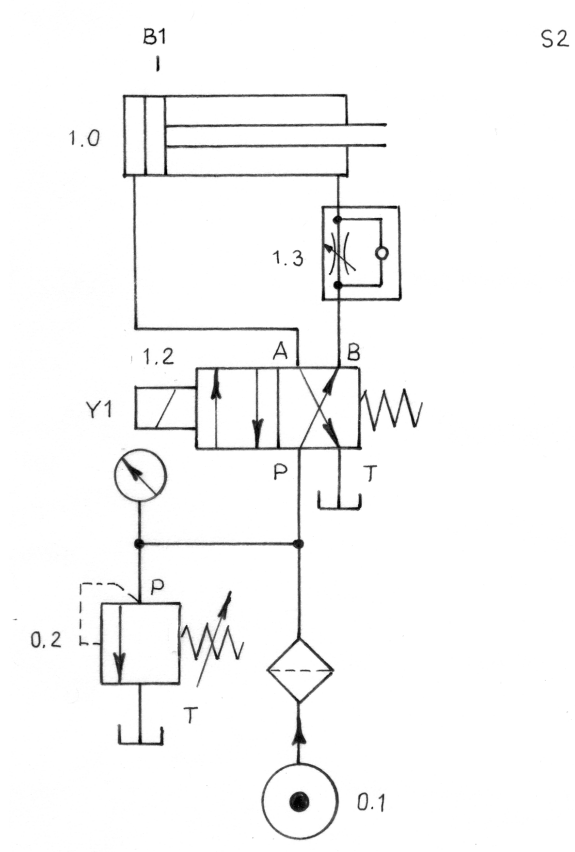


Рис. 3.24. Гідравлічна схема

Таблиця 3.2

Специфікація з'єднання виводів

Розташування	Позначення з'єднання	9	12	14	23	11	A2	A2	17	1	A1	5	2	13	3	13	24	8								
	Позначення елемента	X1	X1	X1	K2	X1	K1	K2	X1	X1	K1	X1	X1	K1	X1	K2	K2	X1								
Номер виводу X		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Перемичка		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Розташування	Позначення з'єднання	+24 V				0 V				+		-	1	2	1	2										
	Позначення елемента									B1	B1	B1	S1	S1	S2	S2	Y1	Y1								

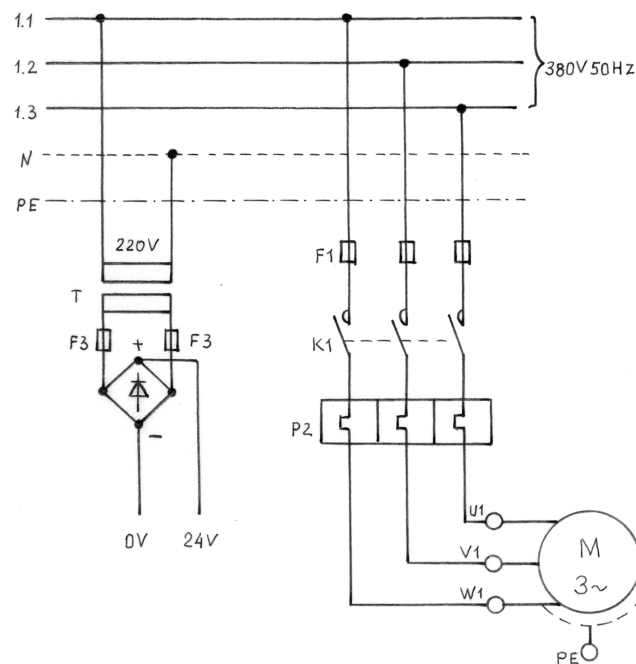
3.8. Електрозабезпечення електрогідравлічних систем

Загальна характеристика

Напруга живлення постійного струму 24 В потрібна для управляючої системи. Для частини енергозабезпечення, що складається з гідравлічного насоса і електродвигуна (рис.3.25), потрібна напруга 220 або 380 В змінного струму. Цей приклад показує схему електричного двигуна для приводу гідронасоса.

Зауваження щодо техніки безпеки

Тільки електрики, що пройшли атестацію, можуть виконувати роботи в електричних колах з напругою, що перевищує 50 В змінного струму і 120 В постійного струму. Іншим особам категорично забороняється виконувати роботи у таких колах.



$L1, L2, L3$ – фази трифазної мережі;

N – нейтраль;

PE – заземлення;

$F1$ – запобіжники;

$F2$ – захисне реле

(тепловий захист за струмом);

$F3$ – запобіжники;

T – трансформатор

Рис. 3.25. Електрозабезпечення трифазного двигуна

Система управління, показана на рис. 3.25, працює на безпечній низькій напрузі в 24 В постійного струму. Безпечні напруги є напругами до 50 В змінного струму і до 120 В постійного струму. Застосування таких напруг виключає необхідність дотримання правил безпеки для небезпечних високих напруг.

4. УМОВНІ СИМВОЛИ І ГРАФІЧНІ ЗОБРАЖЕННЯ

4.1. Насоси і мотори

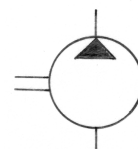
Для того, щоб представити електрогідравлічні системи у вигляді графічних схем, використовуються прості графічні символи (умовні позначення) для різних компонентів систем. Ці символи призначено для ідентифікації компонентів системи і їх функцій, але при цьому вони не розкривають їх конструкції. Стандарт [10] встановлює зображення символів. Далі буде пояснено найважливіші графічні символи (рис. 4.1).

Джерело гідравлічної енергії

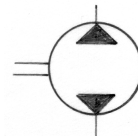


Гідронасоси з постійним робочим об'ємом

Нереверсивний

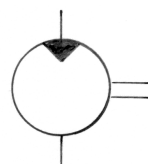


Реверсивний



Гідромотори з постійним робочим об'ємом

Напрямок обертання в одну сторону



Напрямок обертання в обидві сторони

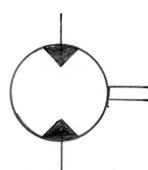


Рис. 4.1. Нерегульовані насоси і мотори

Гідронасоси і гідромотори зображаються у вигляді кола з приводним (вихідним) валом. Трикутники усередині кіл показують напрям потоку. Для гідравліки ці трикутники є закритими. Різниця в зображенні насосів і моторів полягає в положенні трикутника відносно кола.

4.2. Розподільники

- Розподільні пристрої (розподільники) зображаються квадратами, що примикають один до одного.
- Кількість квадратів відповідає кількості робочих позицій розподільника.
- Стрілки показують напрям потоку робочої рідини.
- Лінії показують, як входи і виходи розподільника з'єднуються один з одним в різних робочих позиціях.
- Для позначення входів і виходів розподільника існують два способи. Або використовують букви *P*, *T*, *A*, *B*, *L*, або застосовують букви в алфавітному порядку *A*, *B*, *C*, *D*, ... Використовується переважно перший спосіб.
- Входи і виходи розподільника завжди зображують в положенні, коли управляючі сигнали, що подаються на розподільник, відсутні. Позиція, до якої розподільник автоматично повертається після того, як управляючі сигнали прибрано, називається нейтральною. Якщо розподільник не має нейтральної позиції, тоді зображення входів і виходів розподільника реалізується на робочій позиції, яку розподільник приймає в початковому стані всієї системи.
- При позначенні розподільників спочатку вказується кількість її ліній приєднання (входів і виходів), а потім кількість можливих позицій включення. Так, наприклад, 3/2 - розподільник має три лінії підключення і дві можливі позиції включення. Такий розподільник позначають як 3-лінійний 2-позиційний.

На рис. 4.2 наведено графічні зображення і позначення деяких розподільників.

Символи:

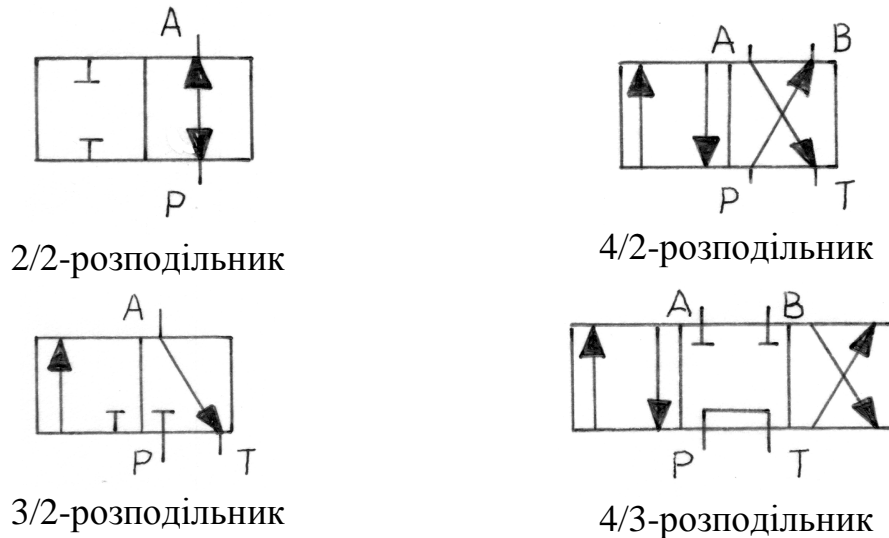


Рис. 4.2. Розподільники: позначення і зображення. Перша цифра – кількість ліній, друга – кількість позицій

Позначення ліній, що приєднуються до розподільника, наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

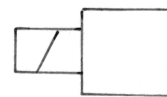
Позначення приєднувальних ліній

переважне:	рідко зустрічаються:
P – лінія живлення	A – лінія живлення
T – лінія зливу	У – лінія зливу
A і B – робочі лінії	C і D – робочі лінії
L – лінії збору витікань	L – лінії збору витікань

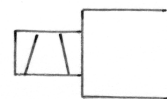
Розподільники можуть перемикатися в різні положення під дією різних сил. Це повинно враховуватись в символічному зображенні розподільника відповідно способу його управління.

У електрогідравлічних пристроях управління здійснюється електричним струмом, який впливає на керований елемент через електромагнітну котушку (соленоїд). Електромагнітні розподільники і клапани бувають з пружинним поверненням, імпульсні, центровані за допомогою пружин. На рис. 4.3 наведені приклади графічного зображення основних *способів управління електромагнітними розподільниками.*

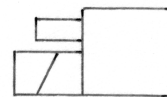
Електромагніт з однією обмоткою



Електромагніт з двома обмотками, намотаними у протилежні сторони



Електромагніт з однією обмоткою і ручним дублюванням



Двокаскадне управління: пілотний електромагнітний клапан в 1-у каскаді і гідравлічний підсилювач в 2-у

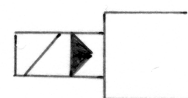


Рис. 4.3. Способи управління електрогідравлічними розподільниками

4.3. Клапани тиску

Клапани тиску (рис. 4.4) забезпечують постійну задану величину тиску у гідросистемі незалежно від величини витрати рідини. На схемі вони зображаються квадратом, усередині якого розташована стрілка, яка вказує на напрям потоку рідини. Лінії підключення можуть позначатися Р (лінія підведення тиску) і Т (лінія зливу) або А і В. Стрілка в квадраті розташовується так, щоб клапан в нейтральному положенні був відкритим або закритим.

Розрізняють нерегульовані і регульовані клапани тиску. Останні позначаються стрілкою, що перекреслює пружину.

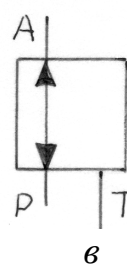
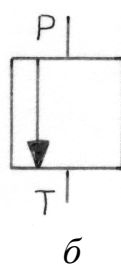
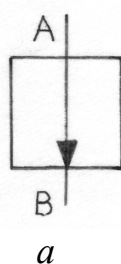


Рис. 4.4. Клапан тиску в нейтральному положенні:

а – дволінійний, нормально відкритий; б – те ж, нормально закритий; в – трилінійний, напрям витрати від Р до А, лінія Т є замкнутою

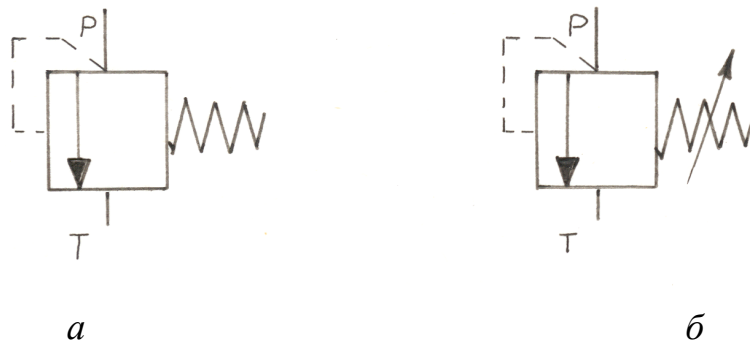


Рис. 4.5. Клапан тиску: *a* – нерегульований;
б –регульований

Клапани тиску діляться на клапани обмеження тиску і клапани регулювання тиску.

- Клапан обмеження тиску підтримує (приблизно) постійну величину тиску на вході напірної лінії $P(A)$.
- Клапан регулювання тиску діє так, що тиск на його виході (A) залишається (приблизно) постійним і нижчим, ніж на вході (P).
-

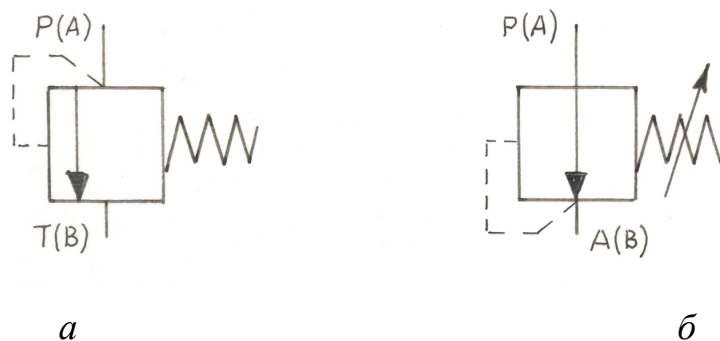


Рис. 4.6. Клапан обмеження тиску (*a*) і клапан регулювання тиску (*б*)

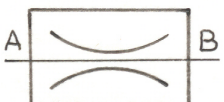
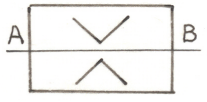
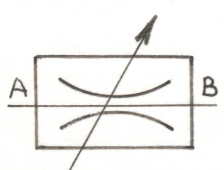

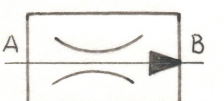
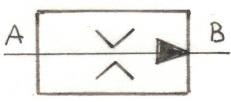
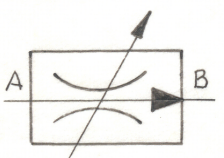
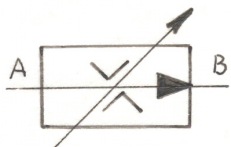
4.4. Потоковий клапан (пристрій управління витратою)

Потокові клапани служать для регулювання витрати в гідросистемі шляхом її зменшення. Цей процес відбувається в гідравлічних опорах, які позначаються як дроселі або діафрагми. При дроселюванні через дросель витрата залежить від в'язкості дросельованої рідини, при дроселюванні через діафрагму – ні.

Потокові клапани діляться **на регульовані і нерегульовані**. В той час, як в нерегульованих клапанах витрата при збільшенні тиску збільшується, в регульованих витрата від тиску не залежить.

Таблиця 4.2

Характеристика і позначення деяких клапанів

2-лінійний потоковий клапан, ламінальний дросель		2-лінійний потоковий клапан, дросельна шайба, турбулентний дросель	
постійний		постійний	
змінний		змінний	
2-лінійний регулятор витрати на ламінальному дроселі		2-лінійний регулятор витрати на турбулентному дроселі (дросельній шайбі)	
постійний		постійний	
змінний		змінний	

Змінність потокового клапана означає зміну його гідравлічного опору, а отже, і витрати, що здійснюється через нього; змінність позначається похилою стрілкою, що перекреслює його зображення.

4.5. Запірні клапани

Запірні клапани можуть замикати витрату в одному або в двох напрямках. Перші називаються зворотними, а другі – відсічними.

Зворотний клапан (рис. 4.7) зображається у вигляді кулі, розташованої в положенні, коли потік є замкнутим. Це положення

позначене кутом трикутника, в якому куля лежить. Напря́м вершини трикутника відповідає положенню замкнутого стану, а не напря́му потоку.



Рис. 4.7. Зворотний клапан:
а – підпружинений; б – розвантажений

Керований зворотний клапан (рис. 4.7) представляється у вигляді квадрата, в якому зображено символ зворотного клапана. Розвантаження клапана здійснюється через лінію, зображену пунктиром. Точка приєднання цієї лінії позначається буквою Х.

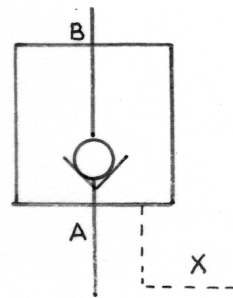


Рис. 4.8. Керований зворотний клапан

Зображення **запiрного клапана** (рис. 4.9) складається з двох звернених одна до одної вершин трикутників. Поперечний перетин цього клапана може мінятися від замкнутого стану до максимально відкритого, наприклад, за допомогою ручного приводу. У зв'язку з цим ці клапани можуть бути використані як клапани потоку, що настраюється.



Рис. 4.9. Запірний клапан

4.6. Циліндр

Циліндри бувають односторонньої і двосторонньої дії.

Односторонні циліндри мають тільки одне приєднання до гідравлічної лінії і одну поршневу поверхню, на яку впливає рідина. Вони можуть виконувати роботу тільки в одному напрямі. Повернення в початковий стан здійснюється у них під дією зовнішніх сил. У позначеннях це зображається відсутністю кришки циліндра в штоковій порожнині або наявністю поворотної пружини (табл. 4.3). Пружина розташовується усередині символу циліндра.

Таблиця 4.3

Циліндр односторонньої дії

Назва циліндра	Умовне зображення
Циліндр односторонньої дії, повернення в початковий стан зовнішньою силою	
Циліндр односторонньої дії, повернення в початковий стан пружиною	
Циліндр односторонньої дії, телескопічний.	

Циліндри двосторонньої дії мають два підключення до гідравлічних ліній, що забезпечують дію робочої рідини на обидві поверхні поршня.

Символ циліндра із зображенням штока у вигляді двох ліній означає, що ефективна площа поршня безштокової камери є більшою за ефективну площу штокової камери.

У диференціального циліндра співвідношення площ безштокової і штокової камер має значення 2:1. Символ цього циліндра містить в

позначенні штока два штрихи, які приєднано до штока.

У циліндрі зі двостороннім штоком (прохідним штоком) площі робочих камер з двох сторін є рівними.

- Телескопічний циліндр двосторонньої дії зображається символом одностороннього циліндра з вкладеними один в інший поршнями.
- Для циліндра двосторонньої дії з демпфуванням в кінці ходу демпфуючий поршень позначається прямокутником, приставленим до поршня з боку демпфування.
- Коса стрілка, що перекреслює поршень з умовним позначенням демпфування, позначає регульоване демпфування.

Умовні позначення циліндрів у двосторонньої дії наведено у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Циліндри двосторонньої дії

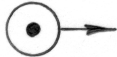

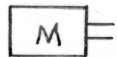




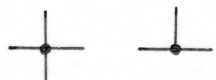
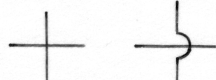






Назва циліндра	Умовне зображення
Циліндр двосторонньої дії з одностороннім штоком	
Диференціальний циліндр	
Циліндр двосторонньої дії з прохідним штоком	
Циліндр двосторонньої дії телескопічний	
Циліндр двосторонньої дії з одностороннім нерегульованим демпфуванням	
Циліндр двосторонньої дії з двостороннім нерегульованим демпфуванням	
Циліндр двосторонньої дії з двостороннім регульованим демпфуванням	

4.7. Пристрої підготовки і передачі гідравлічної енергії

Символи для позначення пристроїв підготовки і передачі гідравлічної енергії використовуються наведено в табл. 4.5.

Таблиця 4.5





Пристрої підготовки і передачі енергії

Назва	Умовне позначення
Джерело гідравлічної енергії	
Електромотор	
Двигун внутрішнього згорання	
Гідравлічний трубопровід	
Управляюча гідролінія	
Дренажна гідролінія або трубопровід відведення витікань	
Гнучкий трубопровід	
З'єднання гідроліній	
Перетин гідроліній	
З'єднання гідролінії з атмосферою	
Швидкокороз'ємне з'єднання, що самозакривається, з вбудованими зворотними клапанами	
Гідробак	
Фільтр	
Теплообмінник (охолоджувач)	
Теплообмінник (нагрівач)	

4.8. Вимірювальні прилади

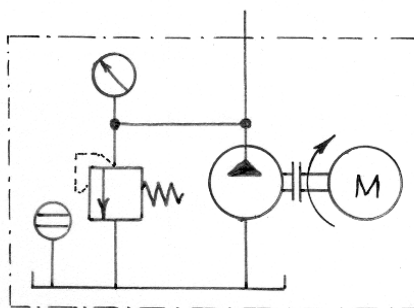
Символи для зображення вимірювальних приладів і пристроїв використовуються наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

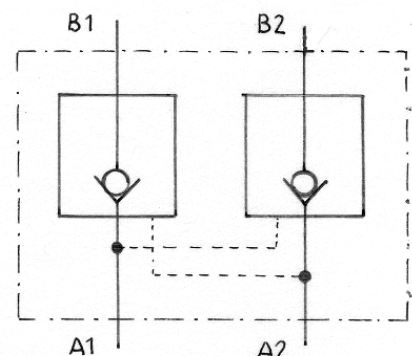
Манометр	
Термометр	
Витратомір	
Рівнемір	

4.9. Комбінації приладів

Для зображення комбінації приладів (рис. 4.10) застосовується штрихпунктирна лінія, яка охоплює прилади і пристрої, розміщені в одному корпусі.



а



б

Рис. 4.10. Зображення комбінації приладів

а – гідростанція; б – подвійний керований гідрозамок



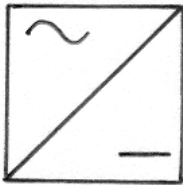





З'єднання із зовнішніми пристроями позначається відповідними підключеннями.

4.10. Позначення електричних пристроїв

На схемах, які буде наведено в цій книзі, використовуються символи і умовні позначення з табл. 4.7.

Таблиця 4.7

Основні електричні символи

Постійна напруга	
Змінна напруга	
Випрямляч	
Постійний магніт	
Резистор	
Котушка індуктивності	
Світловий індикатор	
Ємність (конденсатор)	
Заземлення	

Комутатори класифікують, виходячи з функції, яку вони виконують, на нормально закриті, нормально відкриті і такі, що перекидаються. В табл.4.8 зображено основні символи, необхідні для розв'язання задач.

Таблиця 4.8

Комутуючі елементи

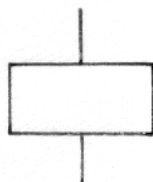
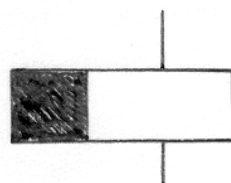
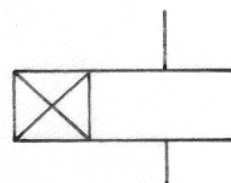
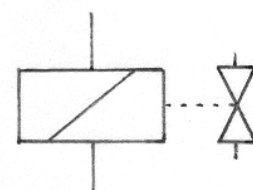
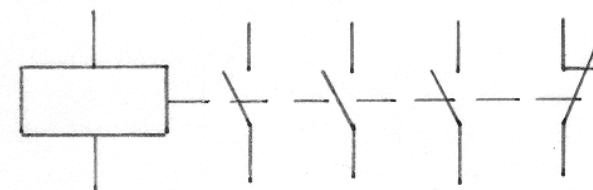
	Нормально відкритий контакт		Нормально закритий контакт з уповільненням по виключенню
	Нормально відкритий контакт, що фіксується		Перекидний контакт
	Нормально відкритий контакт, з уповільненням по включенню		Натискний нормально відкритий контакт з фіксацією
	Нормально закритий контакт		Нормально відкритий датчик положення
	Нормально закритий контакт, що фіксується		Нормально закритий датчик положення в активованому стані

Електромеханічні перемикаючі елементи можуть, наприклад, використовуватися, щоб включити електромотор або електрогідравлічний клапан.

Символи для найважливіших типів показано в табл.4.9.

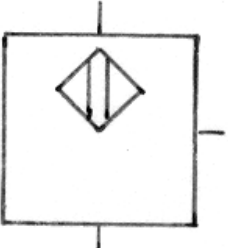
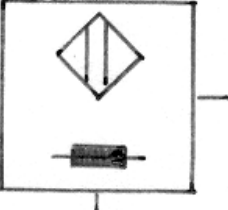
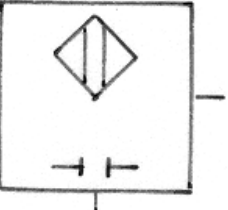
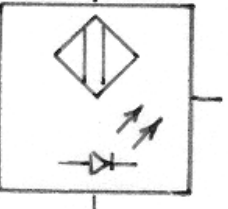
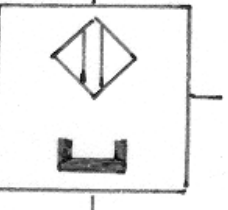
Символи для електричних перемикаючих елементів

Реле захисту

Реле із затримкою
відключенняРеле із затримкою
включенняЗамочний клапан з
електромагнітним
управліннямРеле з трьома нормально
відкритими і одним
нормально закритим
контактами

Безконтактні *датчики наявності об'єкта* реагують на наявність об'єкта зміною електричного вихідного сигналу. Вони представлені символами у вигляді блоків, в яких може бути додатково позначений принцип дії безконтактного датчика (табл. 410).

Умовні символи безконтактних датчиків наявності об'єкта

Безконтактний датчик, загальний символ	
Безконтактний датчик, індуктивний	
Безконтактний датчик, ємнісний	
Безконтактний датчик, оптичний	
Безконтактний датчик, магнітний	

5. ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

5.1. Гідравлічна схема

Гідравлічна схема дає структуру взаємозв'язків електрогідравлічних пристроїв. На ній за допомогою символів і умовних позначень показано, як окремі елементи взаємодіють один з одним.

Для кращого розуміння схеми просторове положення елементів системи не беруть до уваги.

Розташування елементів на схемі орієнтовано відповідно до напрямку потоку енергії і з урахуванням приналежності елементу до тієї або іншої групи (рис.5.1). Просторове положення елементів схеми дається в окремому документі, який називається – монтажна схема. По можливості розподільники на схемі повинні розташовуватися горизонтально, а сполучні лінії повинні бути прямими і мати як можна менше число перетинів.

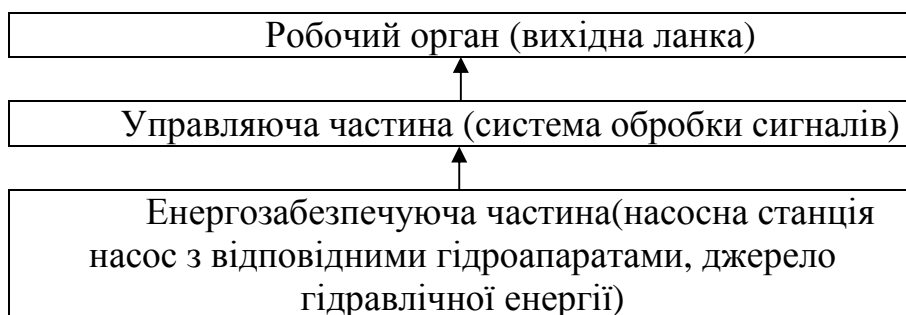


Рис. 5.1. Потік енергії на гідравлічній схемі

Гідравлічна схема для електрогідравлічних систем управління зображається в таких станах:

- гідравлічна енергія включається;
- електричну енергію вимкнено.

Це означає, що:

- електромагнітні вентилі знаходяться в початковому, неактивованому стані;
- циліндри і робочі органи приймають таке положення, яке відповідає початковому стану управляючих розподільників, і при цьому тиск в системі піднімається.

Для систем з ручним управлінням початковий стан відповідає відсутності тиску в системі.

При зображенні складної системи управління з великою кількістю елементів її розбивають на окремі, простіші закінчені **кола управління** (рис. 5.2).

- Коло складається з робочих елементів і елементів управління енергією, що підводиться.
- Вся система складається з окремих управляючих кіл. Схеми кожного управляючого кола призначається свій порядковий номер.
- По можливості, необхідно привласнювати номери управляючим колам відповідно до порядку руху робочих органів (робочих процесів) один за іншим.

Коло 1 Циліндр підйому

Коло 2. Згинальний циліндр

Коло 3. Циліндр нанесення індексу

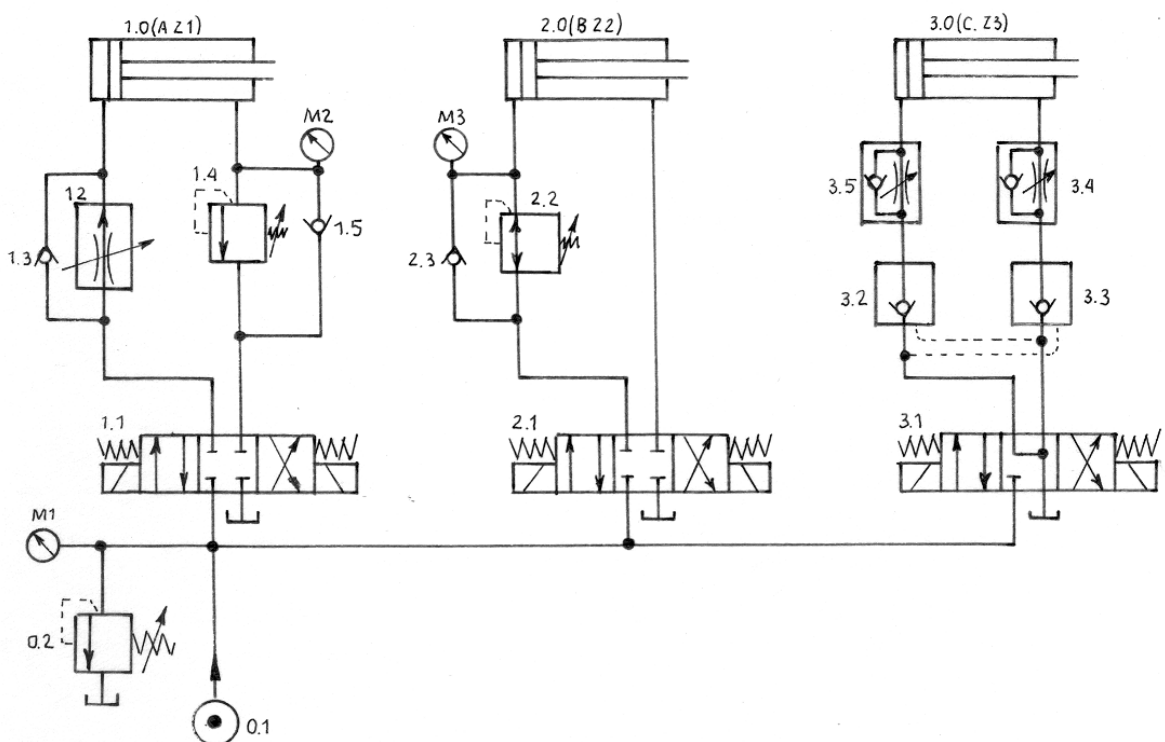


Рис. 5.2. Управляюче коло

У пропонованому посібнику використовується **цифрове позначення елементів на гідравлічній схемі**. Позначення включає номер управляючого кола і порядковий номер самого елемента.

Різні управляючі ланцюги нумеруються по зростаючій 1, 2, 3 і т.д. (табл. 5.1). Оскільки система підготовки робочої рідини не

належить управляючим колам, для її позначення використовується "0".

Таблиця 5.1

Розподіл по групах

Номер групи	Склад групи
Група 0	Всі елементи, що відносяться до енергозабезпечення
Група 1,2,3...	Позначення окремих управляючих ланцюгів (зазвичай для 1-го циліндра 1 номер групи)

Кожний елемент управляючого кола має номер, що складається з номера управляючого кола і номера, який позначає цей елемент.

Таблиця 5.2

Нумерація окремих елементів

Номер елемента	Назва елемента
.0	Робочі елементи, наприклад - 1.0, 2.0.
.1	Виконавчі (РОЗПОДІЛЯЮЧІ) елементи, наприклад, 1.1, 2.1
.2, .4	Парні числа: всі елементи, які працюють при прямому ході (висунені), наприклад 1.2, 2.4
.3, .5	Непарні числа: всі елементи, які працюють при зворотному ході (втягуванні), наприклад, 1.3, 2.3
.01, .02	Елементи між стираними і робочими, наприклад - 1.01, 1.02

Вказаний вище принцип позначення елементів на схемі, що базується на номері управляючого кола і номері елемента, має перевагу, яка полягає у тому, що обслуговуючий персонал може ідентифікувати елементи схеми за діючими в ній сигналами. Так, наприклад, при порушенні роботи циліндра 2.0 потрібно виходити з того, що сталась несправність елементів 2-го управляючого кола, тобто, її слід шукати серед елементів, які мають в позначенні цифру 2 на першому місці.

Норми дозволяють використовувати **літерні позначення елементів схеми**. Гідравлічні циліндри, наприклад, позначаються *Z* або *NZ* (*Z1*, *Z2*, *Z3* і т.д.) або *A*, *B*, *3* і т. д., гідромотори – *HM* або *M*.

Додатково на гідравлічній схемі можуть бути розміщені дані

про насос, клапани тиску, манометри, циліндри, гідромоторах, трубопроводи і з'єднання.

До кожної гідравлічної схеми додається специфікація (табл.5.3).

Таблиця 5.3

Формуляр специфікації

Поз.	Кіль.	Найменування			Тип та позначення		Виготовлювач (Поставщик)		
				Виготовлено	Підпис	Замовник	Група	Лист	Всього листів
					Дата	Договір №			
				Тип	Перевірено		№ специфікації		
						Шаблон специфікації гідравлічного пристрою			
№	Зміни	Дата	Ім'я	Інвентарний номер					

5.2. Електрична схема

На електричних схемах позначення підключення комутуючих елементів до контактів виконуються цифрами (рис. 5.3).

Підключення комутуючих елементів позначаються таким чином.

Для нормально закритих контактів використовуються цифри 1 і 2, для нормально відкритих 3 і 4. Для перекидної контактної групи використовують 1, 2 і 4.

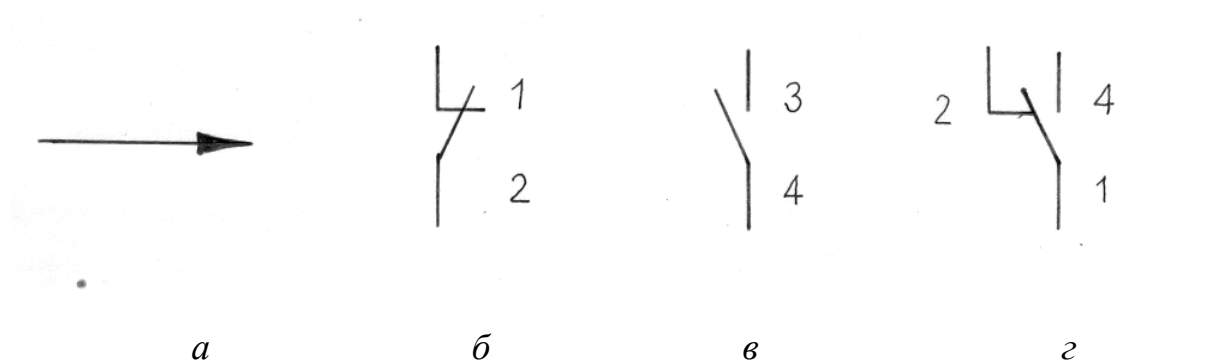


Рис. 5.3. Позначення електричних контактів:

- a* – напрям дії;
- б* – нормально закритий контакт;
- в* – нормально відкритий контакт;
- г* – перекидний контакт

Позначення реле здійснюється таким чином. Релейні контакти позначаються подвійною цифрою: перша цифра – порядковий номер групи контактів, друга цифра – функціональний номер контактів (рис. 5.4).

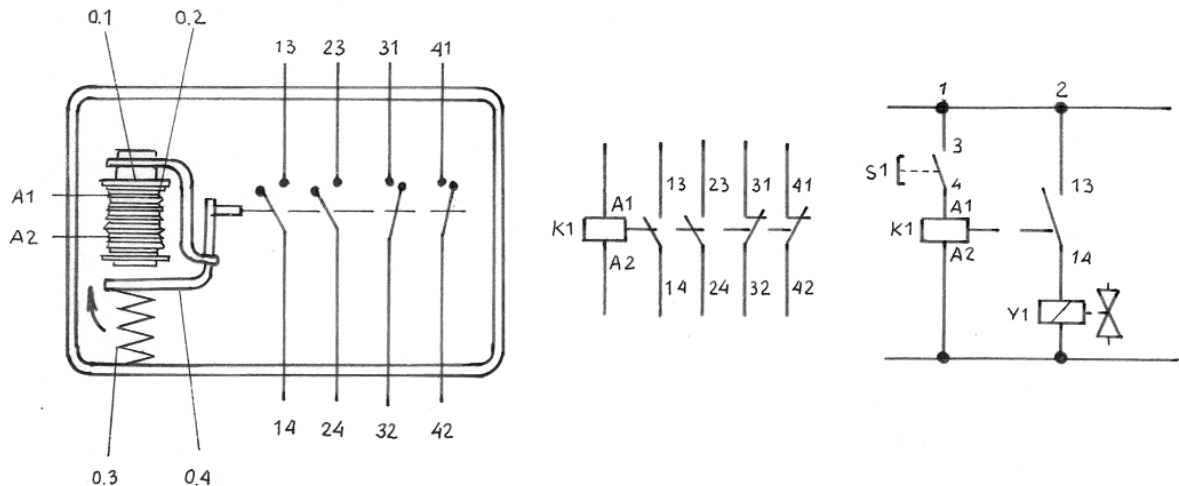


Рис. 5.4. Позначення виводів реле

На схемі котушки реле позначаються буквою з відповідним номером, наприклад 1, 2 і т.д. Підключення котушкових виводів позначається A1, A2.

Електромагнітні котушки виконують роль інтерфейсного пристрою між електричним управляючим сигналом і гідравлічною частиною системи.

Яким чином відбувається управління цими котушками, можна зрозуміти з електричної схеми – так званої принципової електричної схеми.

Існують дві можливості **управління електромагнітними котушками** розподільників – пряме (управляючий сигнал подається відразу на котушку) або непряме (сигнал на котушку подається через реле). Тому при непрямому управлінні розрізняють електричну схему управління (управляюча мета) і головну (силову) електричну схему (включення електромагнітів розподільників).

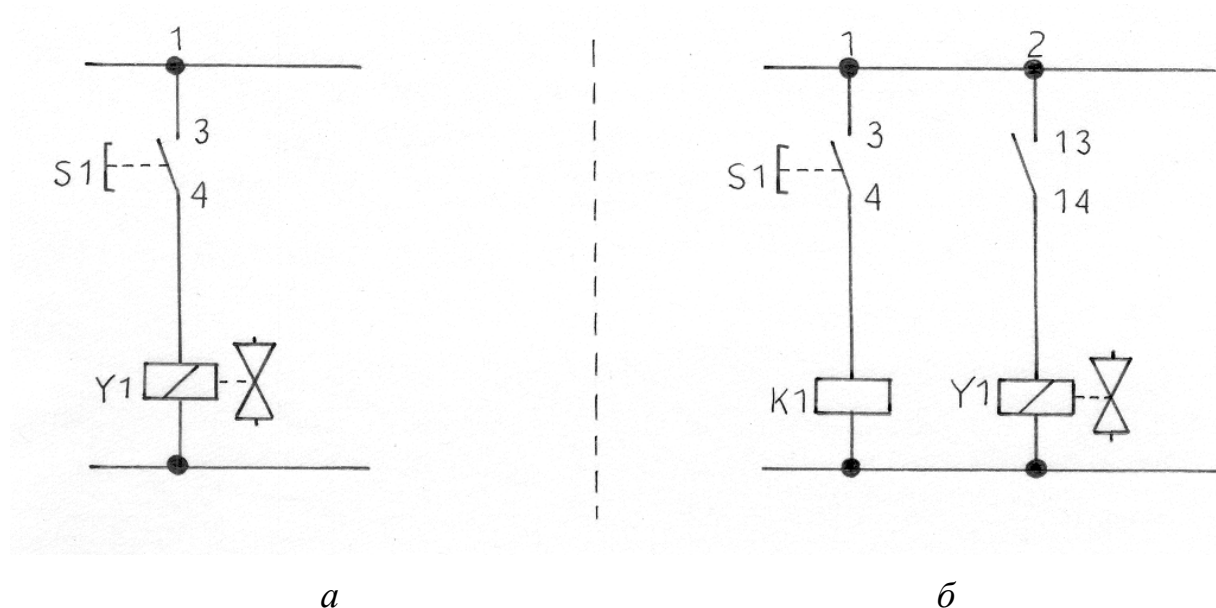


Рис. 5.5. Пряме і непряме управління:
а – пряме управління; *б* – непряме управління;
 1 – управляючий ланцюг; 2 – силовий ланцюг

Принципова електрична схема є докладним представленням схеми управління з комплектуючими частинами, сполучними дротами і місцями з'єднання. Просторове положення і механічні зв'язки окремих частин і пристроїв при цьому не враховуються.

Для того, щоб для складних систем принципова електрична схема електроустаткування була не дуже великою, допускається для раціональнішого прочитання схеми розбивати її на менші складові частини. Це розділення може здійснюватись відносно виконавчих елементів, пристроїв або за функціональною ознакою.

Принципова електрична схема виконується з горизонтально розташованими шинами "+" і "-" і з вертикально розташованими струмодротами, пронумерованими зліва направо. Всі елементи схеми зображаються в стані, коли на них не подано напругу, і так само, як і струмодроти, орієнтовані відповідно до вертикального напрямку струму. При неможливості виконання цих умов це повинно бути відмічено в принциповій електричній схемі.

Використані в електричній схемі (рис.5.7) елементи і пристрої повинні бути позначені відповідно до ГОСТ. Нумерація

розташовується з правого боку від позначення перемикаючого пристрою.

Розташування контактів реле в електричній схемі показано у відповідних таблицях (рис. 5.6). Ці таблиці розташовуються під струмодротами, в яких знаходиться відповідне реле. Позначення відповідної функції контакту (відкритий або закритий) здійснюється буквою або символом. Числа під символами контактів показують номер струмодрота, на якому вони знаходяться.

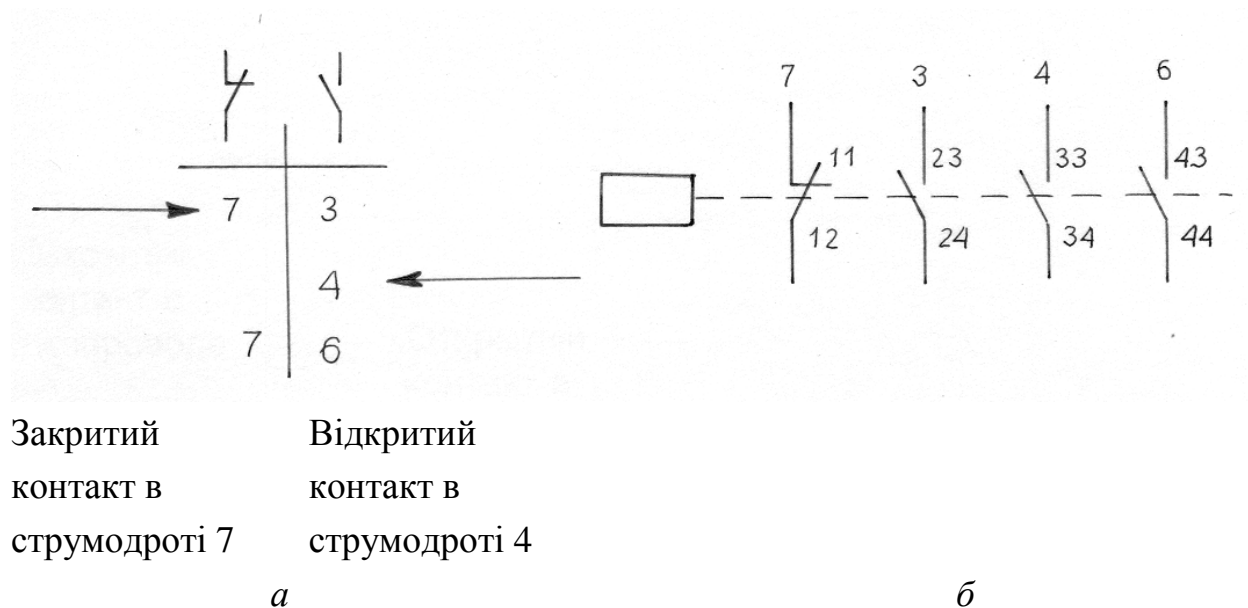


Рис.5.6. Таблиця розташування контактів реле:
a– спрощене; *б* – докладне

5.3. Функціональна діаграма

Процес функціонування механічних, пневматичних, гідравлічних і електричних систем управління представляється діаграмами.

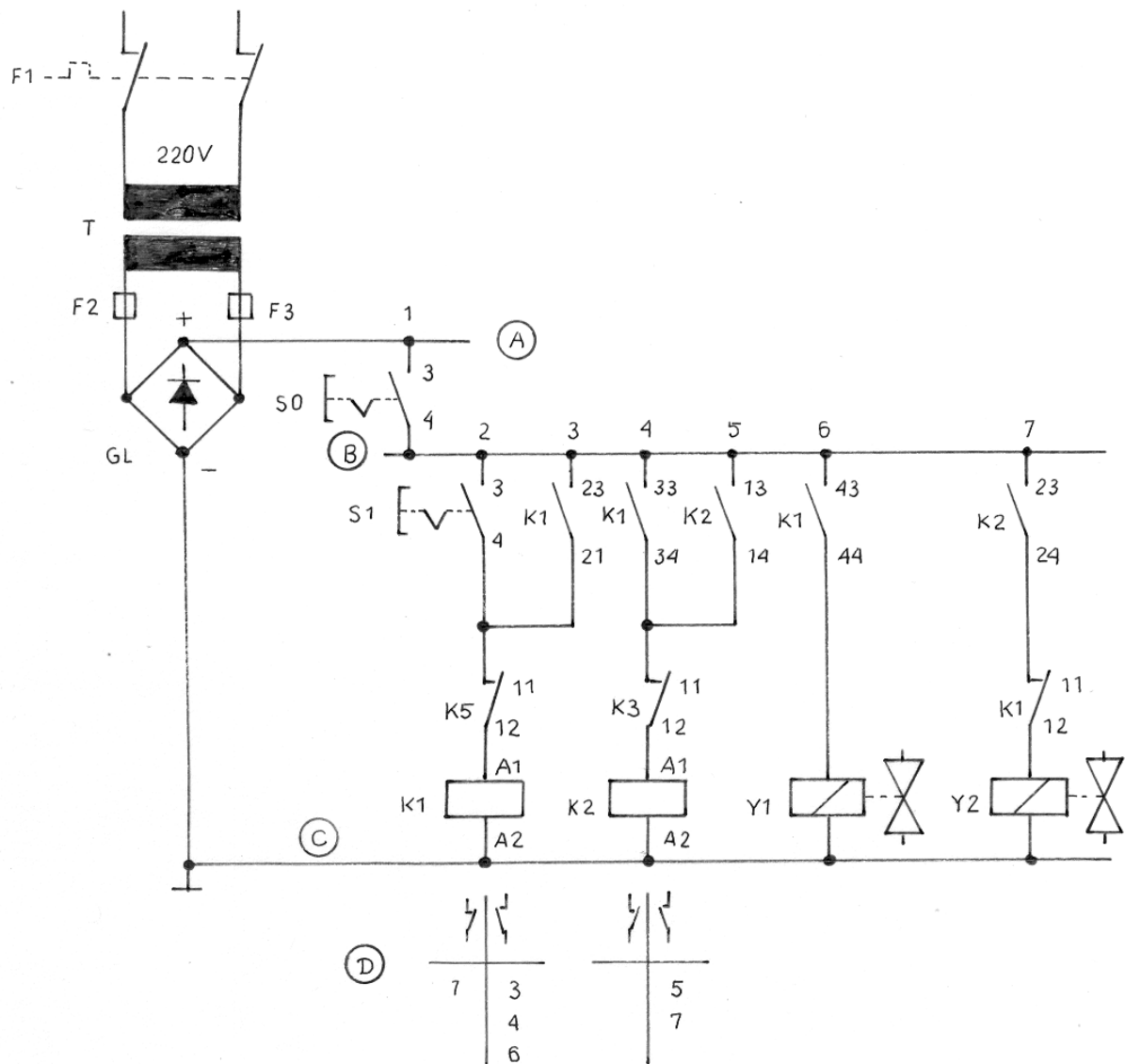


Рис. 5.7. Приклад принципової схеми електроустаткування:

A – шина "+" управляючої схеми, що підведена;

B – відвідна шина "+" управляючої схеми з інформацією про вузли підключення струмодротів;

C – шина "-" управляючої схеми (земля);

D – таблиці переліку контактів реле (нормально відкритих або закритих), що використовуються, з вказівкою номера вузла схеми, де вони розташовані, або закритих з вказівкою номера вузла схеми;

F1 – реле теплового захисту;

T – трансформатор;

F2, F3 – плавкі запобіжники;

GL – випрямляч;

1, 2, 3 – номери струмодротів;

K1 – позначення реле або контактів реле;

S0, S1 – перемикачі;

Y1 – електромагнітні котушки розподільників

Діаграма "Переміщення-крок" (шляхова) зображає робочий процес системи. При цьому кожному кроку діаграми відповідає відповідне переміщення (рис. 5.8). Крок позначає в цьому взаємозв'язку зміну стану хоча б одного робочого елемента. Якщо відбувається зміна стану відразу декількох елементів схеми, то це відображається в одному кроці з позначенням взаємозалежності переміщень. Весь процес розглядається як сукупність послідовних кроків.

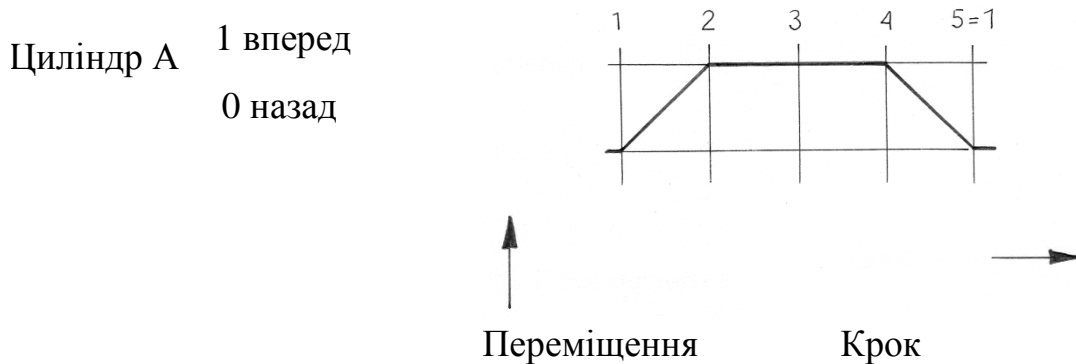


Рис. 5.8. Діаграма "Переміщення-крок"

Діаграма "Переміщення-час"

У діаграмі "Переміщення-час" переміщення виконавчих механізмів і елементів системи відкладається залежно від часу (рис.5.9). На відміну від діаграми "Переміщення-крок" час тут масштабований і тому між робочими рухами окремих елементів існує часовий зв'язок. В цьому випадку різна тривалість окремих кроків може бути підрахованою безпосередньо з діаграми.

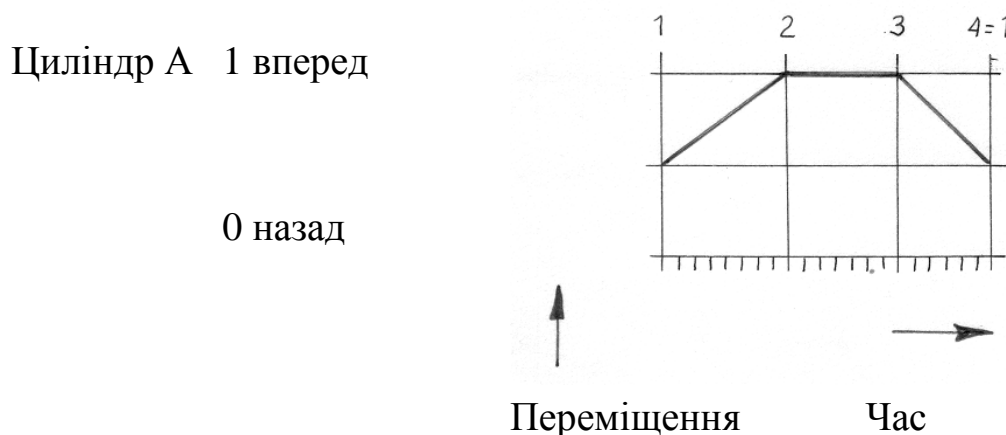


Рис. 5.9. Діаграма "Переміщення-час"

У *діаграмі станів* (рис. 5.10) показано стани датчиків і елементів системи управління на кожному кроці. Час перемикання при цьому є значно меншим, ніж час переміщення робочих елементів системи. Тому він не враховується в діаграмі. Зазвичай діаграма станів пропонується спільно з діаграмою "Переміщення-крок".

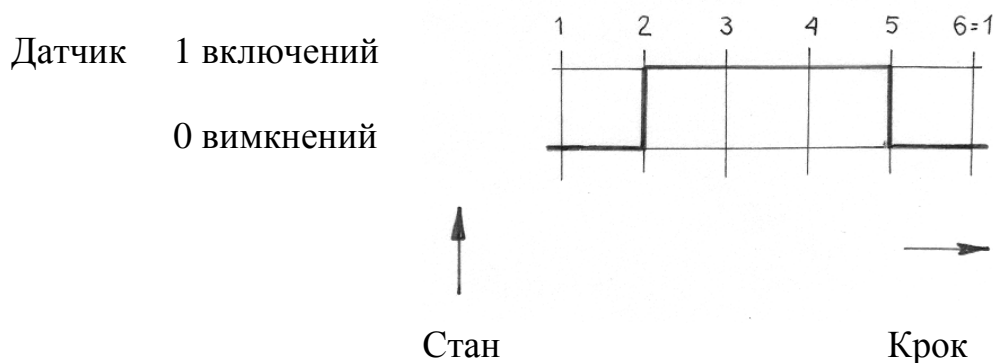


Рис. 5.10. Діаграма станів

У *функціональній діаграмі* (рис. 5.11) розташовуються одна під іншою:

- діаграма станів для всіх датчиків і елементів системи управління, а також

- діаграма "Переміщення-час" для всіх виконавчих пристроїв.

Функціональна діаграма дає наочне уявлення про робочий процес компонентів електрогідравлічної системи.

Функціональна діаграма містить такі дані:

- у який момент сигнал від вимикача, кнопки, кінцевого вимикача, реле тиску впливає на робочий процес;

- як відбувається взаємовплив вхідних сигналів, сигналів системи управління і робочих елементів. Найважливіші для електрогідравлічних систем джерела сигналів і їх зв'язків показано на рис. 5.12 та в табл. 5.4.

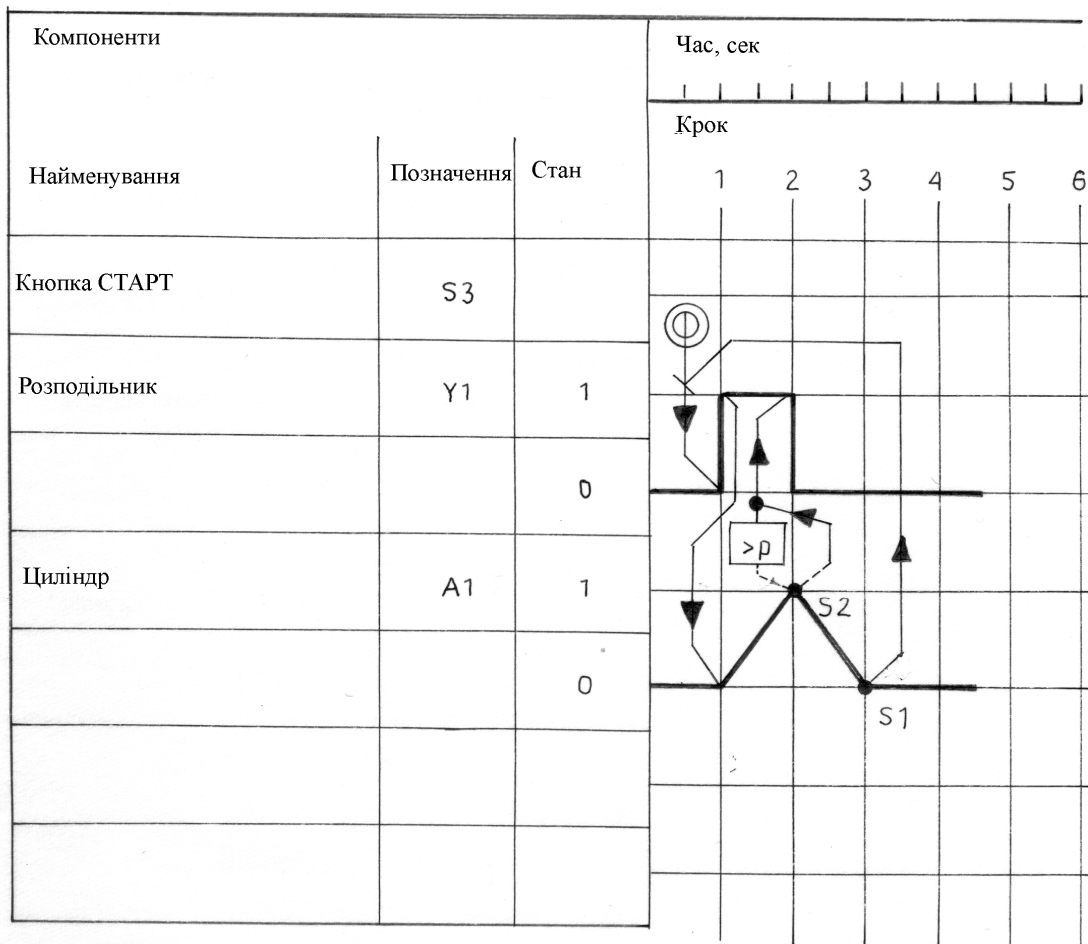
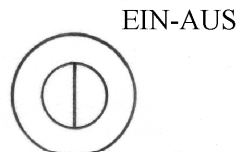
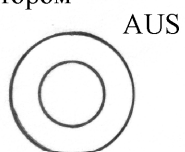
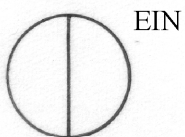


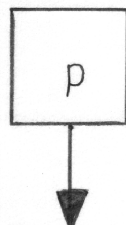
Рис. 5.11. Функціональна діаграма

Що приводяться у дію оператором



Що приводяться у дію від гідропрстроїв

Реле
тиску



5 МПа






Що приводяться у дію від механічних пристроїв

Датчик кінцевого
положення



Рис. 5.12. Джерела сигналів

Лінії передачі сигналів. З'єднання сигналів

Умовні позначення	Назва
	Стрілка, розташована поблизу місця діаграми, де відбувається дія сигналу
	Розгалуження сигналів
	З'єднання сигналів "АБО"
	З'єднання "І"
	Введення сигналу з його запереченням

Розглянемо робочий цикл.

- Як тільки стартову кнопку буде активовано і шток циліндра опиниться в початковому положенні (положення 0) (кінцевий датчик *S1* натиснутий), відбудеться перемикання розподільника.
- Шток циліндра висувається.
- Як тільки шток поршня досягне висунутого кінцевого положення (кінцевий датчик *S2* натиснутий) або буде активовано реле тиску, розподільник знов перемкнеться.
- Шток циліндра втягнеться. При повторному натисненні стартової кнопки робочий цикл повториться.

5.4. Способи побудови електрогідравлічних систем управління

Розглянемо, як здійснюється перехід від постановки задачі управління до реалізації електрогідравлічної системи управління.

Крок 1. Попередня розробка. Для розв'язання цієї задачі пропонується наступний алгоритм.

Перш за все необхідно з'ясувати, які функції управління мають бути реалізованими.

Точне з'ясування цих обставин є передумовою того, що система управління реалізує заданий закон функціонування.

На першому кроці встановлюються вимоги до взаємного руху робочих органів.

Який вид руху – лінійний або обертальний – виконує робочий орган? Скільки різних видів руху мають бути реалізованими, з чого визначаються, скільки необхідно робочих елементів? Як взаємозв'язані ці рухи?

Якщо ясно, які рухи мають бути реалізованими, підбираються пристрої. Виходячи із споживачів (робочих елементів), у зворотному напрямі розраховуються параметри джерела гідравлічної енергії, що забезпечує необхідне зусилля або момент, швидкість або частоту обертання за рахунок витрати (подачі) і тиску відповідно.

На 2-му кроці розробляються діаграми, схеми і специфікації елементів.

Алгоритм побудови електрогідравлічної системи управління:



Крок 2. Логічне опрацювання. Розробка графічної діаграми. Спочатку зображується графічна діаграма для того, щоб можна було представити весь процес руху робочих органів.

Діаграма "Переміщення-крок" показує стан елементів залежно від кожного кроку процесу.

У діаграмі "Переміщення-час" встановлюється співвідношення між переміщенням робочих елементів і поточним часом процесу.

Виготовлення схем

Далі складаються електрична і гідравлічна схеми. При виготовленні цих схем використовуються символи для позначення електричних і гідравлічних елементів, також необхідно взяти до уваги описані в цьому розділі способи позначень для схем.

Розроблені електрична і гідравлічна схеми мають бути перевірені ще раз. З тим, щоб переконатися, що розроблені схеми повністю реалізують поставлену задачу функціонування системи управління.

Додаткові відомості до схем з технічними даними пристроїв

Перш, ніж виготовляти систему управління, на схему потрібно нанести технічні дані і вимірювані величини (за допомогою контрольно-вимірювальних приладів) біля відповідним чином пронумерованих елементів. Додатково на схему мають бути нанесені встановлювані величини параметрів (настройок) відповідних пристроїв. Потім заповнюється специфікація.

Складання специфікації

У специфікації повинні бути вказані всі прилади і пристрої, необхідні для реалізації схеми, про яку відомо:

- позиційний номер на специфікації;
- кількість приладів;
- позначення.

Крок 3. Практичне втілення системи. Під час монтажу системи слід дотримуватися наступного порядку з тим, щоб зменшити число можливих помилок:

- виконувати правила техніки безпеки;
- необхідно мати підготовлені схеми;
- підготувати комплектуючі згідно специфікації;
- дотримуватись під час монтажу такої послідовності: здійснювати з'єднання в частині схеми, що обробляє сигнали, строго від датчиків сигналів до пристроїв їх обробки і від енергозабезпечуючої частини до системи управління енергією;

у гідравлічній частині – від енергозабезпечуючих пристроїв через систему управління енергією до робочих органів;

- прилади, які вже змонтовано, потрібно відповідним чином відмітити на схемі;
- всі прилади і пристрої, приєднання, трубопроводи і електричні дроти, а також кабелі мають бути маркованими;
- необхідно витримувати всі вимоги щодо монтажу і з'єднання елементів схеми.

Крок 4. Введення системи в експлуатацію. Після того, як систему буде змонтовано, можна приступати до перевірки її функціонування (тестування). Якщо необхідно випробовувати не тільки правильність функціонування системи, але і умови експлуатації пристроїв, то необхідно мати відповідні таблиці і діаграми.

Систему перший раз запускають після її монтажу і ретельної повторної перевірки.

При введенні системи в експлуатацію рекомендується дотримуватися наступного порядку дій:

- проконтролювати рівень масла (робочої рідини) і у разі потреби долити, при цьому використовувати фільтр для видалення забруднень робочої рідини;
- видалити повітря з насоса і заповнити його робочою рідиною;
- перевірити напрям обертання електричного приводного мотора;
- всі гідророзподільвачі виставити в початкове положення;
- клапани тиску і витрати встановити в положення мінімально можливих регульованих величин, так само поступити і з регулятором тиску насоса;
- промити систему промивальним маслом, після чого змінити всі фільтри. Залити нову робочу рідину, видаливши з системи повітря;
- перевірити рівень робочої рідини;
- перевірити всі електричні з'єднання і розводку;
- згідно з документацією встановити і відрегулювати значення робочих параметрів системи (тиск, витрату, величину електричних напруг).

Тестування системи

Потім можна почати тестування системи і необхідні вимірювання. Під час тестування результати вимірювань і необхідні дані заносяться в таблицю. Результати тестування після закінчення обробляються і записуються у вигляді співвідношень. Рекомендується після закінчення тестування скласти протокол введення системи в експлуатацію.

Управління циліндром односторонньої дії.

Зауваження

Для розв'язання подальших задач необхідно знати пристрій і функціонування енергозабезпечуючого гідравлічного агрегату (рис. 5.13). Він складається з приводного двигуна, гідронасоса з фільтром на вході, запобіжного клапана, бака для робочої рідини, клапана обмеження тиску, що настраюється залежно від максимально допустимого.

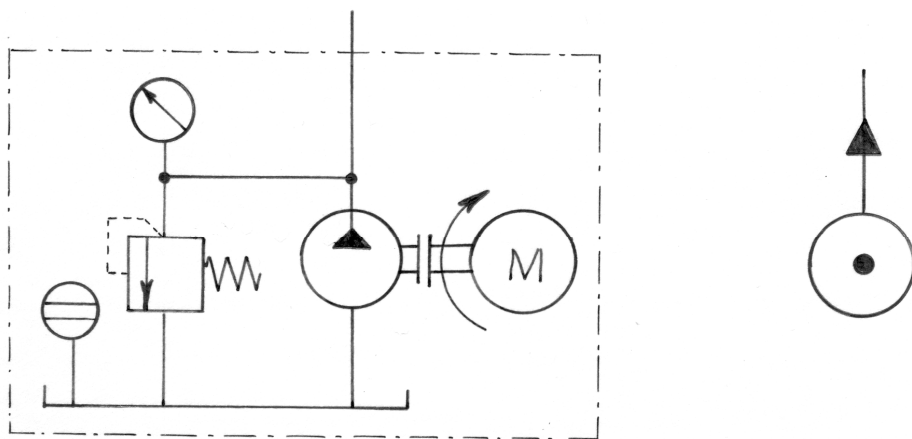


Рис. 5.1. Гідравлічний агрегат: докладне і спрощене зображення

6. ВПРАВИ

Вправа 1. Пряме управління електромагнітним розподільником

Постановка задачі

При холодній прокатці металевих пластин необхідно за кожним формоутворювальним постом розташовувати пост холодного рихтування. На ньому кожен лист рихтуватиметься за допомогою наступного валка з відповідним зусиллям.

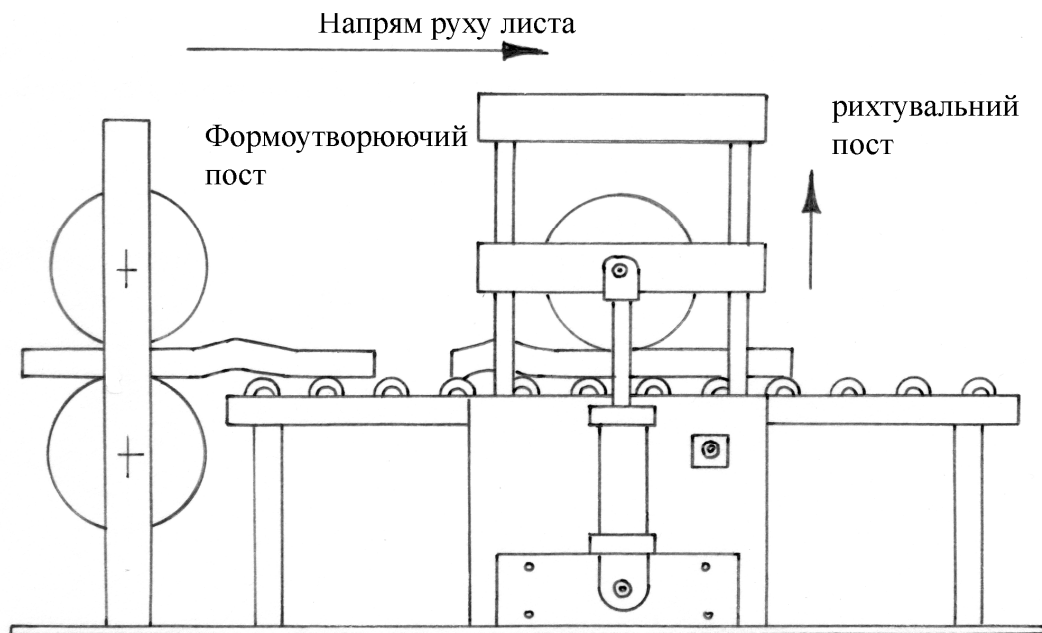


Рис. 6.1. Ескіз установки

Для того, щоб оброблюваний лист не стикався з притискним вальцем, останній піднімається циліндром односторонньої дії. Цей циліндр повинен висуватися після натиснення на кнопку і після відпускання кнопки під дією ваги валка він повинен рухатись назад.

Пояснення.

Гідравлічне управління

У цій вправі використовуються циліндр односторонньої дії і електромагнітний розподільувач 3/2.

Циліндр односторонньої дії

У циліндрі односторонньої дії підведення робочої рідини здійснюється тільки з боку поршневої порожнини. У зв'язку з цим такий циліндр може працювати тільки в одному напрямі. Потік рідини впливає через тиск на поршень, долаючи при цьому зовнішні і внутрішні опори. Зовнішня результуюча сила переміщає поршень у висунуте кінцеве положення. Зворотний хід здійснюється в цьому випадку під дією ваги валків. Рідина при цьому повертається в бак.

Розподільник

Для управління таким циліндром використовується 3/2-електромагнітний розподільник з пружинним поверненням.

3/2 розподільник має три приєднання:

- для підведення рідини (Р).
- зливу рідини (Т).
- з'єднання з робочою порожниною (А).

Він має два можливі положення:

- вихідне положення – потік рідини з робочої порожнини циліндра через приєднання (А) прямує далі в бак; при цьому канал (Р) замкнутий.
- робоче (включене) положення – потік рідини через канали (Р) і (А) прямує в поршневу порожнину циліндра; канал (Т) закритий.

Електричне управління. Електромагніт

За допомогою електромагніту змінюється стан розподільника. При подачі відповідної напруги котушка створює магнітне поле. Створена таким чином сила через якір впливає на золотник розподільника в напрямі розподільника. При знятті напруги магнітне поле зникає і сила більше не діє. Поворотна пружина повертає золотник в початкове положення. Найбільшого поширення набули розподільники, керовані котушками з напругою 24 В.

Електричні кнопки

Призначення кнопки – дія на електричні контакти. Контакти можуть сполучати, роз'єднувати струмопровідні доріжки або знаходитися в проміжному положенні. Після зняття дії на кнопку контакти під дією пружини повертаються в початковий стан. Кнопка без фіксації залишається включеною тільки при її утриманні.

Перемикачі з фіксацією

Перемикачі з фіксацією залишаються у включеному положенні на відміну від кнопок без фіксованого положення.

Перемкнуте положення зберігається доки не буде організовано нову дію (так організовується функція запам'ятовування сигналу).

Контакти

У неактивованому стані нормально відкриті (розімкнені) контакти розмикають коло струму. При дії на них коло струму замикається.

При нормально закритих (замкнутих) контактах в неактивованому стані коло струму є замкненим. При дії на них коло струму розмикається.

Для перекидних контактів функції "відкритих" і "закритих" контактів реалізуються в одному корпусі. При дії на кнопку, що управляє цими контактами, нормально закриті контакти розмикаються, і коло струму, під'єднане до них, розмикається. Одночасно коло струму, під'єднане до нормально відкритих контактів замикається.

Джерело живлення електричної мережі

Як правило, компоненти системи збору інформації (сенсорна частина) працюють на постійній напрузі 24 V. Тому змінна напруга електричної мережі має бути перетвореною в постійну напругу джерелом живлення.

Символ джерела живлення зображається на електричній схемі тільки в цій вправі. У наступних вправах зображатимуться тільки електричні шини + 24 V і 0 V.

Головний вимикач

Будь-яка машина, верстат або лінія повинні мати головний вимикач, за допомогою якого відключаються всі електричні елементи і системи, наприклад, під час обслуговування, ремонту або простою. Головний вимикач повинен бути ручної дії і мати тільки дві позиції 0 (вимкнено) і 1 (увімнено). Вимкнене положення головного вимикача повинно бути фіксованим, виключає випадкове включення рукою або зовнішньою дією. Головний вимикач S0 використовується в цьому підручнику як основний для всіх функцій включення. Його дія передбачається за вказівками і тому далі більше не описується.

Виконання вправи

Крок 1

Складіть, будь ласка, електричну (рис. 6.2) і гідравлічну схеми (рис.6.3) і нанесіть цифрові позначення елементів.

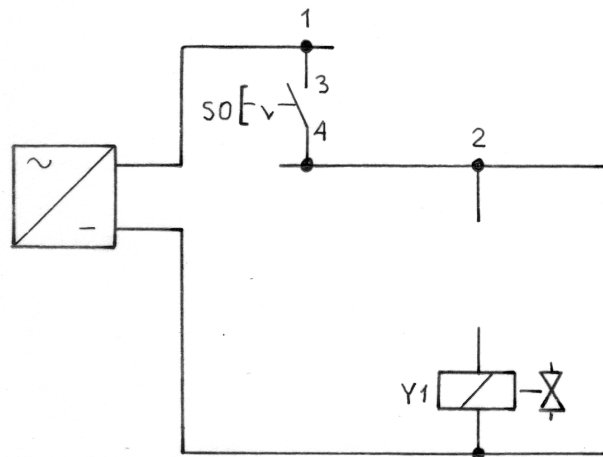


Рис. 6.2. Електрична схема

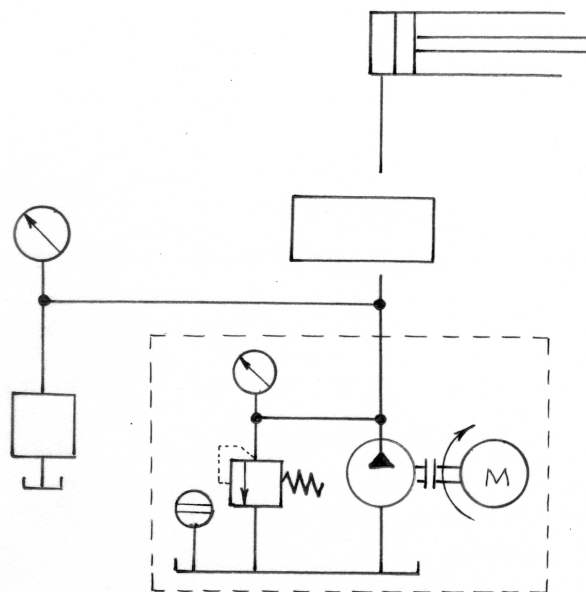


Рис. 6.3. Гідравлічна схема

Крок 2

При прямому управлінні електромагнітним клапаном параметри управляючої кнопки повинні бути підбрані так, щоб виключити її руйнування внаслідок нагріву або обвуглювання контактів. Кнопка підбирається з умови, що споживана потужність клапана з електромагнітним перемиканням складає 31 Вт. У табл.6.1 подано параметри трьох кнопок з різним навантаженням на контакти, що

допускається, і різними типами контактів. Необхідно вибрати кнопку, яка забезпечить необхідний струм для спрацьовування електромагнітного вентиля.

Таблиця 6.1

Параметри кнопок із різним навантаженням на контактах

Навантаження на контакти	1	2	3
	250V A.C. 4 A 12 V D.C. 0,2 A	220V/110V A.C. 1.5/2,5 A 24V/12V D.C. 2.25/4,5 A	5A/48V A.C. 4A/30V D.C.
Відкриті	1	3	2
Закриті	1	-	2

Вправа 2. Непряме управління електромагнітним розподільником

Постановка задачі

Пряме управління електромагнітним розподільником, яке використовувалося у вправі 1, на практиці застосовується обмежено. Відносно великі струми, які протікають в котушці електромагнітного розподільника, в цьому випадку протікають також і через кнопку і дроти. Це означає, що контакти і дроти повинні бути розраховані на це ж навантаження.

На практиці прагнуть здійснювати передачу сигналів малої потужності, щоб використовувати малопотужні контакти і тонкі дроти. Для подачі великих струмів на управління розподільником сигнал має бути посиленням, для цього електричну схему з вправи 1 потрібно змінити так, щоб управління від стартової кнопки передавалося на реле, контакти якого були б включені в ланцюг електромагнітної котушки розподільника.

Зменшення швидкості зворотного ходу

При включенні кнопки (див. вправу 1, рис. 6.1) валок може опускатися на пластину достатньо жорстко. Тому додамо на гідравлічній схемі розподільник, який дроселює потік рідини при зворотному ході. Проте, прямий хід повинен здійснюватися з незменшеною швидкістю.

Пояснення

Гідравлічне управління

Односторонній клапан

Гідравлічні апарати, що змінюють величину потоку робочої рідини, називаються клапанами управління потоком. Для даного прикладу достатньо використовувати простий дросель. У цій вправі тільки при зворотному ході необхідно дроселювати робочу рідину. При прямому ході дросель не потрібний. Отже, при прямому ході дросель повинен бути шунтований. Шунтування здійснюється зворотним клапаном. Дросель із зворотним клапаном, виконані в одному корпусі, називають одностороннім клапаном управління потоком.

Електричне управління

Електромагнітні вимикачі

Електромагнітні вимикачі складаються з електромагніту з рухомим якорем, який активізує певну кількість контактів (контактна група). Коли струм тече через котушку, створюється магнітне поле, яке втягує якір. Якщо потік струму уривається, якір перемикається назад в свою вихідну позицію під дією поворотної пружини. Контакти контактної групи можуть бути виконаними у вигляді нормально відкритих контактів, нормально закритих контактів або перемикаючих контактів.

Електромагнітні реле бувають двох видів:

- **реле** з якорем, що впливає на пластину язичкового типу, на якій знаходиться один з контактів контактної групи;
- **реле захисту** з якорем, що впливає на пластину мостового типу, з двома одночасно діючими контактними групами.

Останні використовуються для управління великими потужностями. Контакти позначаються функціональною цифрою на вході і на виході. При великій кількості ця цифра слідує за порядковим номером групи.

Виконання вправи

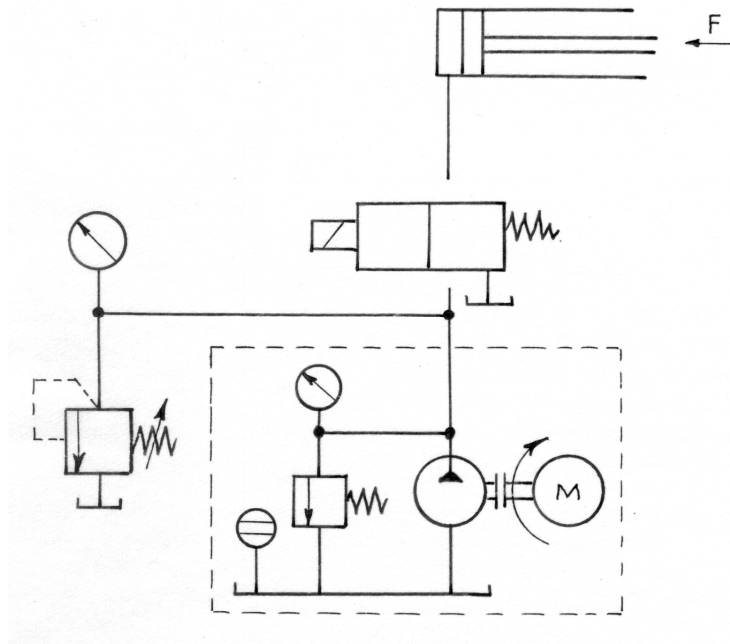


Рис. 6.4. Гідравлічна схема

Крок 1

Підберіть відповідний розподільник і намалюйте гідравлічну схему, як і в попередній вправі. Визначте місце, куди розподільник може бути встановлено.

Крок 2

Намалюйте електричну схему (рис. 6.5), позначте коло, що управляє і основне коло. Стежте за тим, щоб електромагнітний розподільник був з непрямым управлінням, як визначено в завданні.

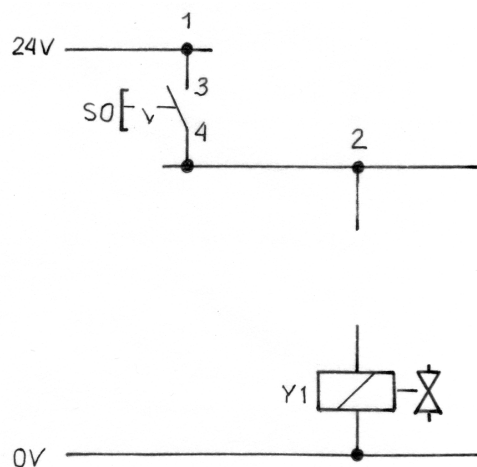


Рис. 6.5. Електрична схема з непрямым управлінням

Вправа 3. Булеві основні логічні функції

Постановка задачі

На формувальному пресі мають виконуватись ванни.

- У вихідній позиції поршень (рис. 6.6) преса I є втягнутим – тобто, знаходиться у верхній позиції. Штамп приводиться в дію циліндром односторонньої дії і висувається з початкового положення.

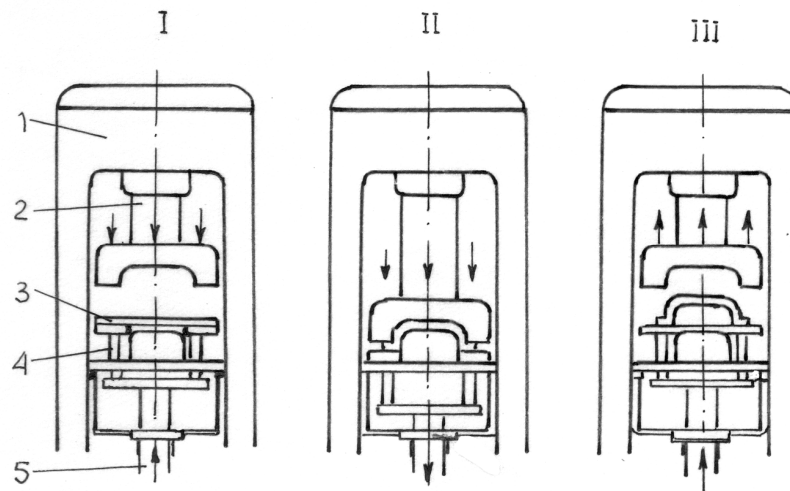


Рис. 6.6. Ескіз установки:

- 1 – формувальний прес; 2 – плунжер преса з штампом;
3 – заготовка; 4 – матриця; 5 – односторонній циліндр

- Після того, як заготовку у вигляді пластини буде завантажено, починається робочий процес. Штамп опускається і формує ванну (II). Штамп випробовує протитиск, оскільки зусилля, що діє на шток преса, є більшим, ніж зусилля, що діє на штамп з боку циліндра, через запас кінетичної енергії, одержаної при розгоні.
- Оскільки штамп рухається вгору, то і односторонній циліндр (III) з матрицею теж рухається вгору. Готова ванна може бути вилучена з пресу.

Пояснення

Управління циліндром матриці

Для забезпечення регулювання матриці, яка в робочому положенні є висунутою, можна протягом тривалого часу натискати на кнопку, щоб забезпечити її втягування. Односторонній циліндр, сполучений з матрицею, управляється електромагнітним розподільником 3/2. Оскільки управління через дію на кнопку здійснюється для циліндра з висунутим в початковому стані поршнем, то говорять про інверсію (заперечення) вхідного сигналу.

- У першій частині вправи потрібно реалізувати інверсію вхідного сигналу. Матриця повинна знаходитися у висунутому стані. Початковий стан управляючого розподільника повинен відповідати цьому.
- У другій частині вправи необхідно організувати інверсію вхідного сигналу за допомогою електричної схеми. В цьому випадку використовується 3/2 розподільник, у якого в початковому положенні канал Р є замкнутим, а вихід А – сполученим з Т.

Гідравлічне управління. Основні відомості

Циліндр з матрицею також може бути втягнутим без використання зусилля з боку плунжера преса. Для цього відключається тиск в односторонньому циліндрі. Тоді досить ваги пуансона, щоб подолати відповідну силу тертя.

Виходячи з вимог цієї вправи, для забезпечення двома способами виходу кінцевого положення повинен використовуватися розподільник з поверненням в початкове положення під дією пружини. Цим гарантується, що циліндр при включенні сигналу управління залишається в бажаному положенні або його займає. Відповідно до цього має бути вибраним початкове положення розподільника.

Оскільки під час робочого процесу (штампування) шток циліндра з матрицею сприймає від пресу зворотне зусилля, то

необхідно захистити насос від зворотного потоку рідини за допомогою зворотного клапана. Скидання масла здійснюється через клапан обмеження тиску. Тиск спрацьовування клапана обмеження тиску встановлюється таким, щоб матриця, знаходячись під цим тиском, забезпечувала зупинку виштамповуваної деталі у верхньому положенні.

Електричне управління. Логічні функції. Тотожність

У вправах 1 і 2 мав місце вхідний сигнал від кнопки без фіксованого положення, співпадаючий з вихідним сигналом. Це відповідає логічній функції, що позначається як тотожність (рис. 6.7).

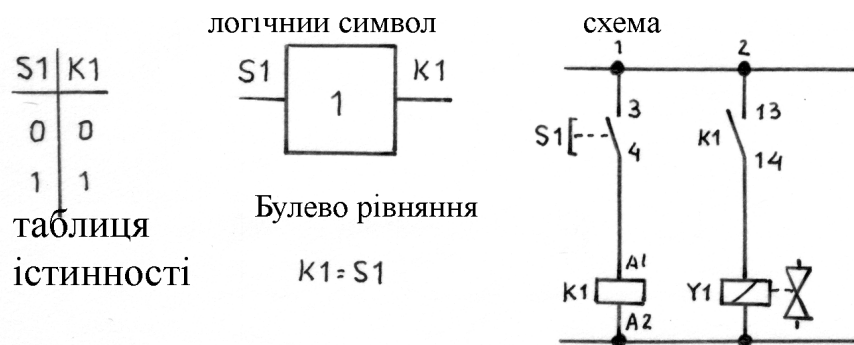


Рис. 6.7. Тотожність

Заперечення

У цьому завданні необхідна інверсія вхідного сигналу. Така функція називається запереченням. На схемі функція заперечення позначається межею.

Посилання

При рішенні зверніть увагу на основні принципи побудови схем.

Виконання вправи

Крок 1.

Управління з інверсією сигналу в гідравлічній частині

Спроектуйте гідравлічну і електричну схеми з інверсією сигналу в гідравлічній частині.

Крок 2

Управління з інверсією сигналу в електричній частині

Спроектуйте гідравлічну і електричну схеми. Інверсію сигналу необхідно виконати в сигнальній частині схеми (рис. 6.8), тобто в електричній частині системи управління.

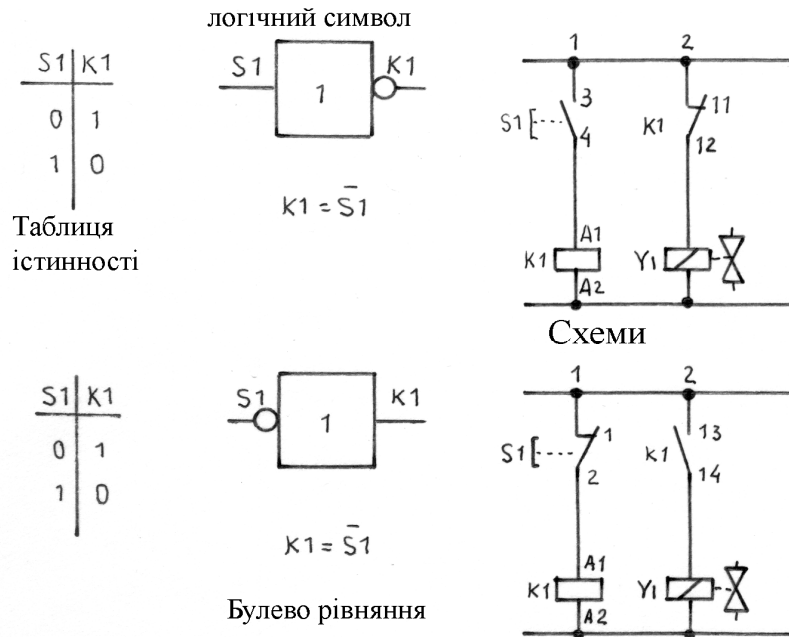


Рис. 6.8. Заперечення

Вправа 4. Управління циліндром двосторонньої дії

Інверсність сигналу. Постановка задачі

У вправі 3 матриця виштовхувалася за допомогою циліндра односторонньої дії. У цій вправі розглядається прес, у якого потужності, запасеної під час робочого ходу, недостатньо, щоб матриця створила відповідний протитиск. Тому потрібно використовувати циліндр двосторонньої дії. При цьому залишаються наступні умови:

- у спокійному стані і при включеному головному вимикачі (початковий стан) матриця повинна бути висунутою;
- під час настройки кнопка (S1) повинна бути так довго натиснутою, щоб шток поршня висувався.

Циліндр двосторонньої дії, пов'язаний з матрицею, управляється

від 4/2 електромагнітного розподільника.

Інверсія вхідного управляючого сигналу повинна бути реалізована спочатку в електричній частині системи управління. У додатковій частині вправи виконується схема з інверсією сигналу в гідравлічній частині системи управління.

Гідравлічне управління. Основні відомості

4/2 електромагнітний розподільник

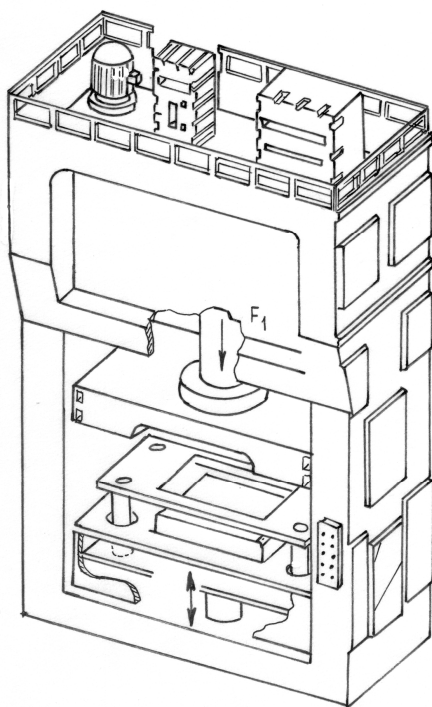


Рис. 6.9. Ескіз преса

З метою забезпечення можливості руху матриці в обох напрямках за допомогою гідравлічного приводу використовується циліндр двосторонньої дії (рис. 6.9). Зміна напрямку руху здійснюється перемиканням 4/2 електромагнітного розподільника. Необхідно, як вимагається в завданні, у висунутому положенні забезпечити кінцеве положення пристрою примусовим чином, так що використовуємо розподільник з пружинним поверненням.

Зображений 4/2 розподільник є електромагнітним з пружинним поверненням. Вбудований магніт постійного струму є "магнітом, що працює в масляному середовищі", так званим "мокрим магнітом". Якір працює в маслі, чим досягається зменшення зносу, хороше тепловідведення і демпфування ударів якоря при перемиканні. Якірний простір має зв'язок із зливною магістраллю. Розподільник має два робочі виходи *A* і *B*, канал приєднання лінії живлення *P* і канал приєднання лінії зливу *T* (рис. 6.10, 6.11).

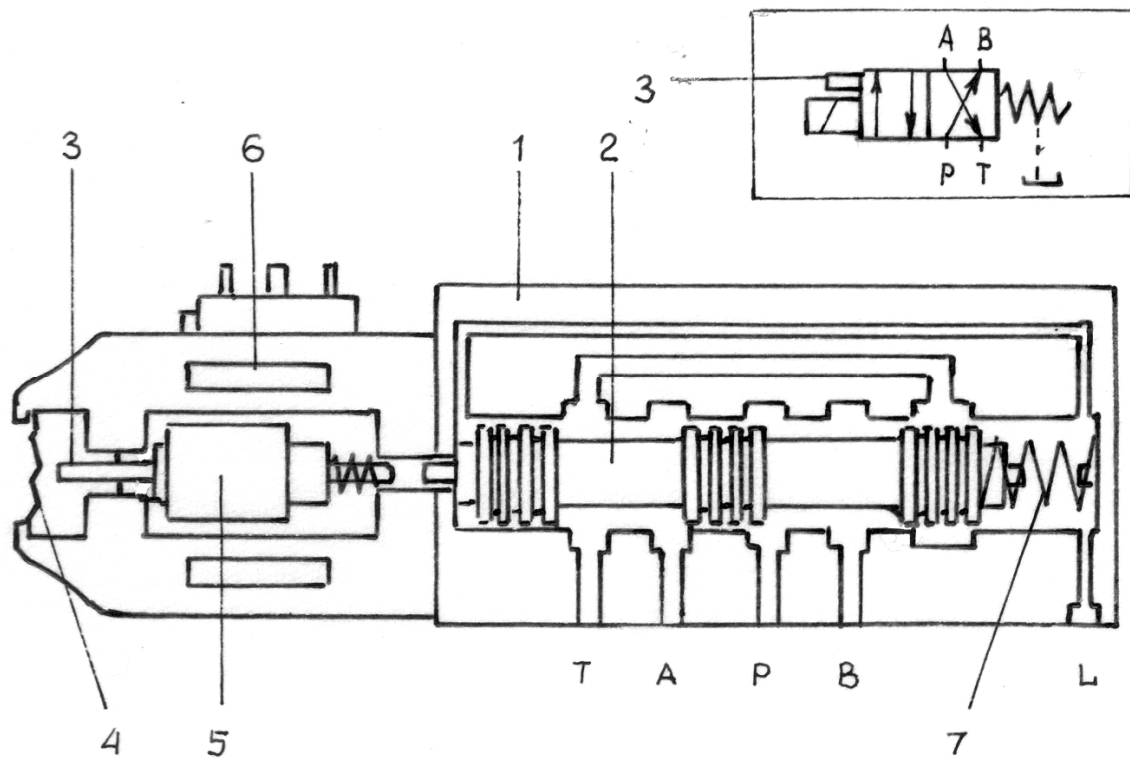


Рис. 6.10. 4/2 розподільник з електромагнітним управлінням:
 1 – корпус розподільника; 2 – золотник; 3 – ручне управління (аварійне управління); 4 – пластикова запобіжна кришка; 5 – якір; 6 – котушка;
 7 – поворотна пружина

Виконання завдання

Крок 1

Доповніть наявну гідравлічну схему і побудуйте електричну схему. Стежте за тим, щоб інверсія сигналу в цій частині вправи здійснювалася в сигнальній частині системи.

Крок 2

Додаткове завдання

Тепер необхідно інверсію сигналу виконати в гідравлічній частині схеми. Розробіть гідравлічну і електричну схеми системи управління. Розподільник в початковому положенні підключено таким чином: канал *P* з *B*, а *A* з *T*.

Крок 3

Електрична схема

Опишіть, що відбудеться, якщо пропаде напруга живлення системи управління:

- при електричній інверсії сигналу;
- при гідравлічній інверсії сигналу (рис. 6.11).

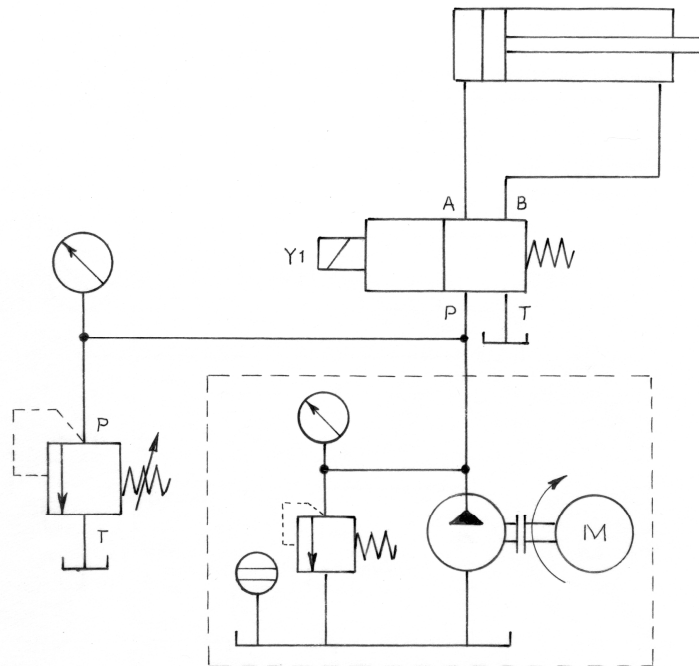


Рис. 6.11. Гідравлічна схема

Вправа 5. Логічні функції

Основні функції Булевої алгебри

Логічні співвідношення є функціями, яким підкоряються бінарні сигнали за правилами Булевої алгебри. Це є чотири основні функції:

- тотожність – вхідний і вихідний сигнали мають однакові значення;
- заперечення – вихідний сигнал має протилежне значення щодо величини вхідного сигналу;
- кон'юнкція ("І") – вихідний сигнал приймає значення 1 тоді і тільки тоді, коли всі вхідні сигнали мають значення 1;
- диз'юнкція ("АБО") – вихідний сигнал приймає значення 1, якщо хоча б один з вхідних сигналів приймає значення, рівне 1.

На основі цих функцій можуть бути реалізовані і інші логічні функції, такі як, наприклад, "НЕ І", " НЕ АБО", виключене "АБО", функція еквівалентності, антивалентності і ін.

Опис задачі

Кон'юнкція ("І"-функція) і заперечення ("НЕ"-функція)

При литті під тиском в закритій ливарній формі (рис. 6.12) розвивається дуже високий тиск. Для замикання двох напівформ одна з них (рухома) обладнується колінчастим механізмом важеля. Привід цього механізму здійснюється циліндром двосторонньої дії.

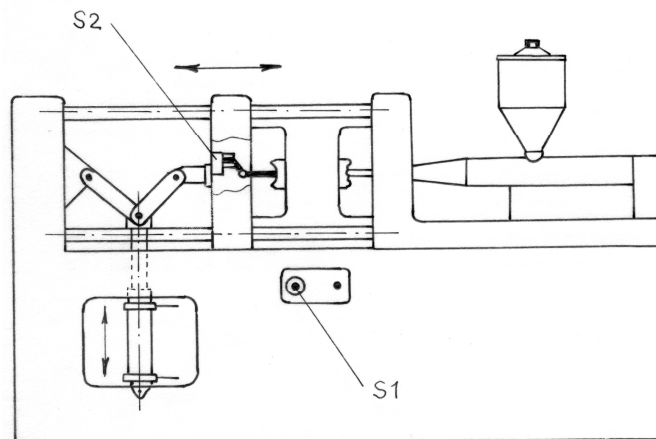


Рис. 6.12 Ескіз ливарної машини

Якщо в ливарній формі немає деталі, то при тривалій дії на кнопку з ручним управлінням S1 форма закривається. Якщо форма закрита, автоматично здійснюється процес лиття під тиском. Відлита деталь впливає на кінцевий вимикач S2 і ливарній форма відкривається. Як тільки деталь буде вийнято з форми, можна починати новий цикл.

Основні умови

Сигнали, що йдуть від датчиків:

- "Кнопка вкл." (S1);
- "Відливна деталь є в наявності" (S2), що відповідає умові завдання.

"Не"-функція

Сигнал "деталь є в наявності" реалізується кінцевим вимикачем S2. Команда "Старт" може бути виконаною тільки тоді, коли у формі немає деталі, тобто сигнал повинен інвертуватися. Інвертування сигналу позначається логічною функцією "НЕ" (заперечення) (див. вправу 3). У електричній частині системи управління функція не реалізується нормально замкнутим контактом.

"І"-функція

Якщо два сигнали пов'язані один з одним, то для того, щоб струм протікав тільки тоді, коли обидва сигнали рівні "І", вони повинні бути зв'язані логічною функцією "І" булеве рівняння: $K1 = S3 \wedge S4$. Ця функція в електротехніці реалізується послідовним з'єднанням вхідних елементів.

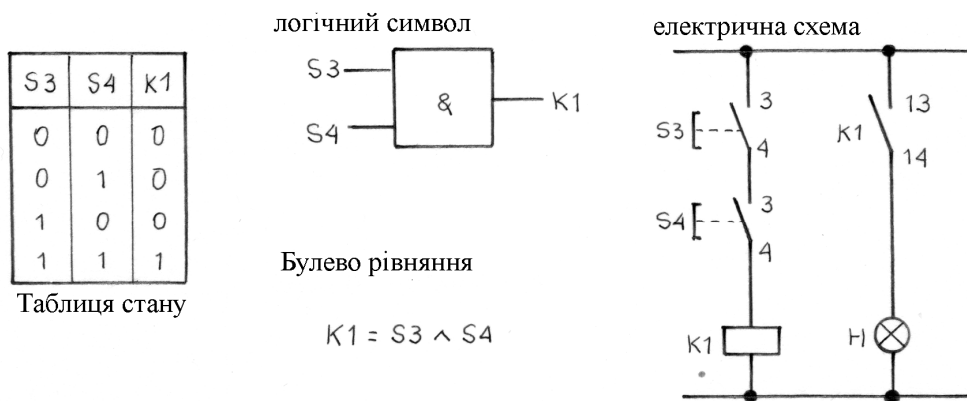


Рис. 6.13 "І"-зв'язок

Виконання вправи

Крок 1

Намалюйте гідравлічну схему і позначте на ній елементи. Для управління циліндром використовується 4/2 електромагнітний розподільник.

Крок 2

Заповніть специфікацію гідравлічної системи управління.

Крок 3

Заповніть таблицю станів і з'єднайте лінії сигналів для логічної функції "І".

Доповніть електричну схему (рис. 6.14), виходячи з логічних співвідношень між сигналами $S1$ і $S2$ і наведеним раніше описом алгоритму управління циліндром.

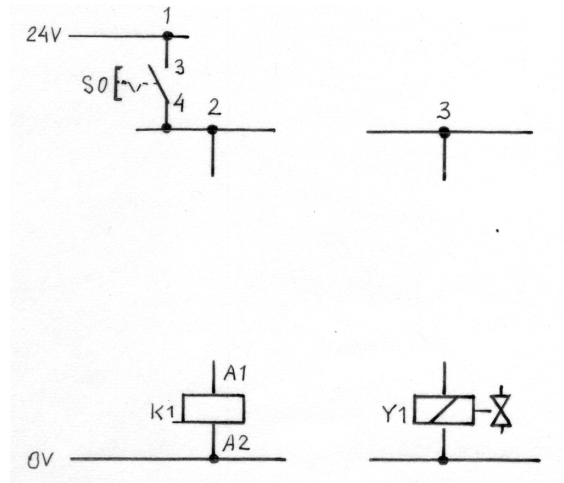


Рис. 6.14. Електрична схема

Крок 4

Вправа 6. Диз'юнкція (функція "АБО")

Постановка задачі

Для завантаження і вивантаження деталей двері котла повинні бути відкритими на короткий час. Для відкривання і закривання дверей служить двосторонній циліндр. Управління циліндром повинно бути можливим як за допомогою ручної кнопки, так і від ножної педалі. Після закінчення дії на відповідну кнопку або педаль циліндр має зробити зворотний хід і закрити двері котла (рис. 6.15).

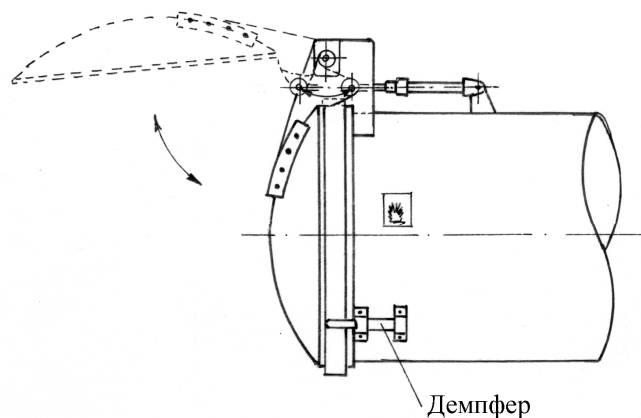


Рис. 6.15. Ескіз установки

Основні співвідношення

Гідравлічне управління.

Для того, щоб при закриванні двері котла не ударялися, потрібно їх на короткій відстані від повного закривання загальмувати.

- Гальмування можна здійснити за допомогою демпфера (рис. 6.15).
- Натомість можна використовувати циліндр з регульованим демпфуванням в кінці ходу (рис. 6.16).

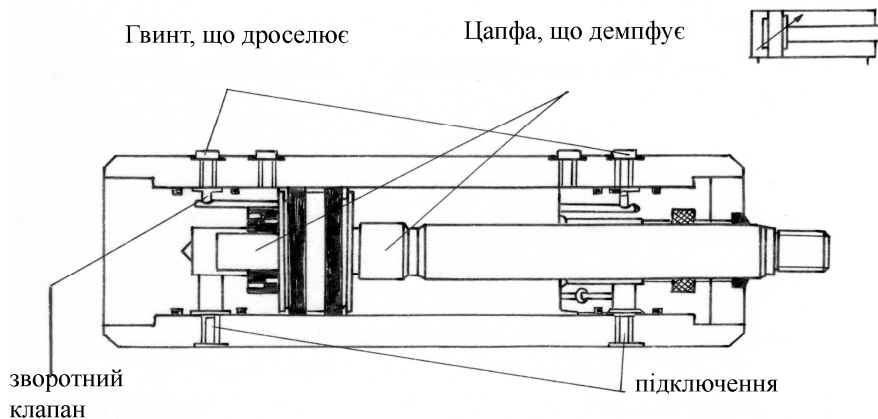


Рис. 6.16. Циліндр з регульованим демпфуванням в обох кінцевих положеннях

Електрична схема

Відповідно до завдання тут повинні бути пов'язані один з одним два сигнали (від ручної кнопки $S1$ і від ножної педалі $S2$) так, щоб циліндр при появі одного з них або їх одночасному з'явленні почав своє висунення. Такий вид функціонального зв'язку називається функцією "АБО".

У електротехніці функція "АБО" белеве рівняння: $K1 = S1 \vee S2$ реалізується, якщо джерела сигналів підключаються паралельно (див. малюнок). Таблиця станів може бути одержана з розгляду умов, відповідних протіканню струму через $K1$, якщо один або обидва датчики активовані.

Виконання вправи

Крок 1

Намалюйте гідравлічну схему. Циліндр повинен мати регульоване демпфування кінцевого положення в передньому положенні.

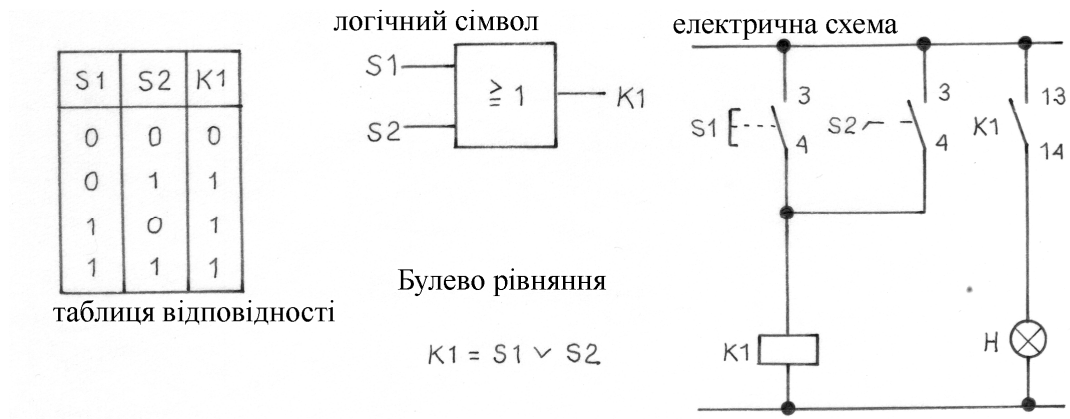


Рис. 6.17 Функція "АБО"

Крок 2

Для реалізації функції "АБО" є дві можливості включення.
Доповніть запропоновану нижче схему (рис.6.18)

Позначте кнопку ручного управління S1 і ножну педаль S2.

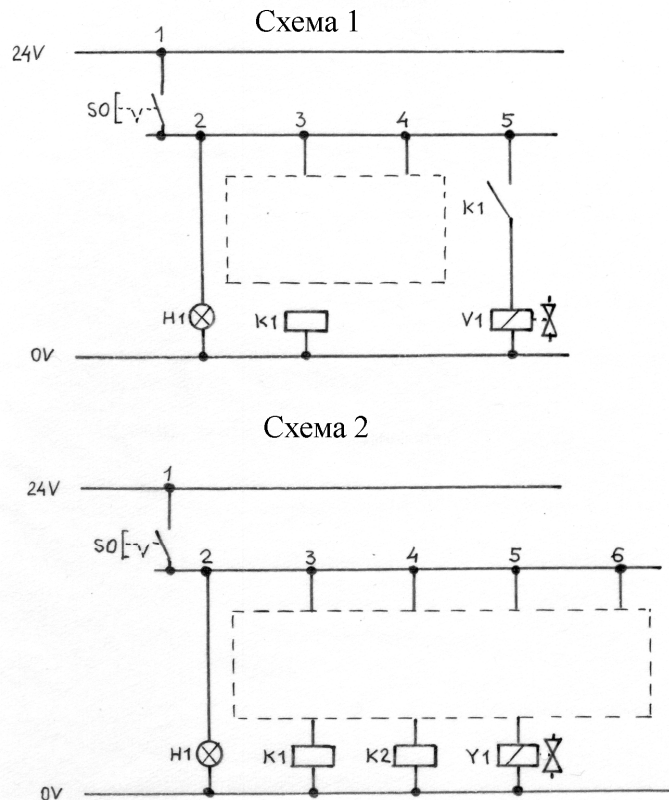


Рис. 6.1*. Електрична схема

Вправа 7. Виключене "АБО" (функція не "АБО")

Опис проблеми

Розглянемо лінії складання, рухомі відносно одна до одної, кожна з яких транспортує деталі, точно встановлені на стрічку конвеєра.

Це можливо при установці керованого від перемикача поворотного приймального механізму, який приймає деталі з двох складальних ліній (рис. 6. 19).

Поворотний приймальний механізм приводиться в рух за допомогою гідравлічного циліндра двосторонньої дії.

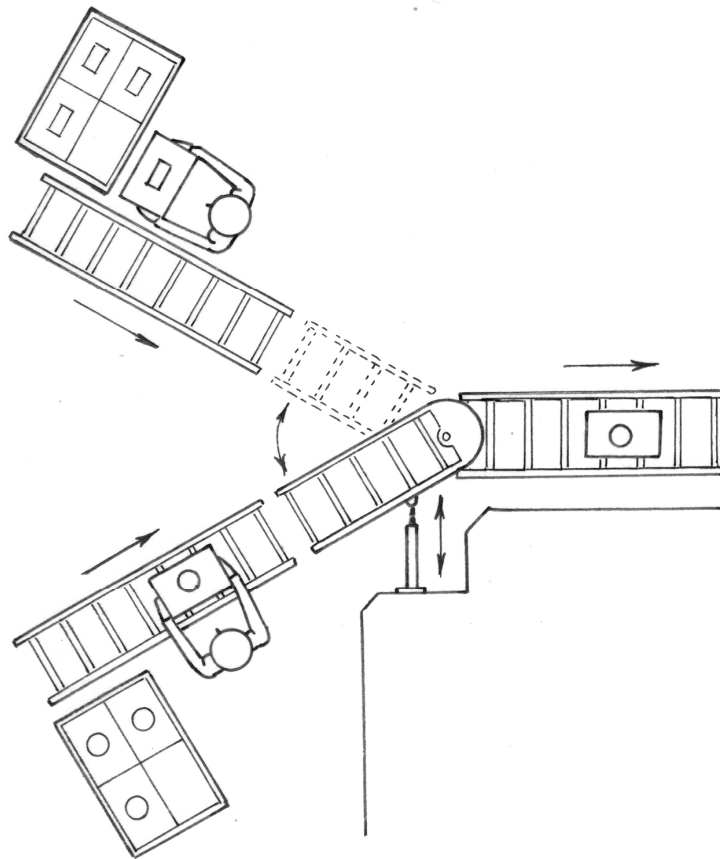


Рис. 6.19. Ескіз установки

Пояснення

Гідравлічне управління

Для приводу гідравлічного циліндра двосторонньої дії застосовується гідравлічний розподільник типу 4/2 з пружинним

поверненням. Щоб гарантувати крайнє положення поршня гідроциліндра, перемикаючий сигнал повинен зберігатися. Найпростіший спосіб збереження цього сигналу – використовувати перемикач.

Для того, щоб механізм не досягав крайнього положення на максимальній швидкості, поршень гідравлічного циліндра повинен сповільнюватися в кінці ходу. Це досягається при використуванні гідравлічного циліндра з двостороннім демпфуванням.

Двостороння схема. Електричне управління

Необхідно забезпечити можливість поворотного руху з двох різних точок; для цього потрібна двостороння схема.

- Ця двостороння схема може бути зібраною із застосуванням перемикачів в кожному з кінцевих положень.
- Інший спосіб досягнення такого ж результату – застосувати вимикачі з нормально замкнутим і нормально розімкненим контактом в кожному кінцевому положенні.
- Якщо двосторонню схему зібрано із застосуванням як управляючих елементів тільки нормально розімкнених контактів, то додатково потрібна установка схеми з реле.

Основною логічною функцією для кожної з цих двосторонніх схем є виключене "АБО" (рис. 6. 20).



Рис. 6.20. Виключене "АБО"

Для спрощення креслення електричної схеми функція може бути розділеною на три елементарні: кон'юнкція ("І"), диз'юнкція ("АБО") і заперечення ("НЕ").

Булеве рівняння $K1 = (S1 \wedge \bar{S2}) \vee (\bar{S1} \wedge S2)$ і відповідна логічна схема будуються за допомогою таблиці істинності:

- спочатку вхідний сигнал заперечується ("НЕ");
- потім функція "І" сполучає вхідний сигнал і його заперечення;
- нарешті, ці два сигнали об'єднуються функцією "АБО".

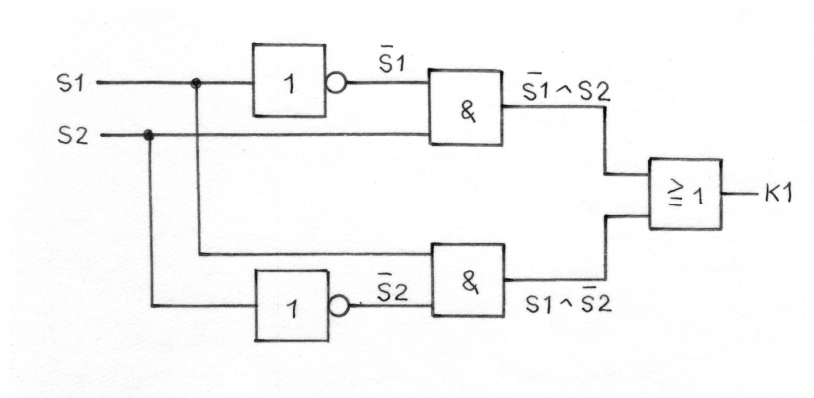


Рис. 6.21 Функціональна схема

Виконання вправи

Крок 1

Спочатку зобразіть гідравлічну схему. Використовуйте умовне позначення джерела тиску замість докладного зображення.

Крок 2

Спершу зобразіть електричну схему з двома вимикачами з перемикаючими контактами.

Крок 3

Тепер намалюйте електричну схему з двома управляючими вимикачами тільки з одним нормально розімкненим контактом в кожному.

Вправа 8. Збереження сигналу в системі гідроприводу

Опис проблеми

Сигнал може бути електричним, гідравлічним або пневматичним. Якщо сигнал існує невеликий час, то він повинен бути збереженим для подальшої обробки. У електрогідравлічних системах збереження сигналу виконується двома способами:

- у частині гідроприводу установкою розподільників з двома електромагнітами, які зберігають відповідну позицію за допомогою тертя або фіксаторів;
- в електричній системі управління за допомогою перемикачів або самоутримуючих схем.

На виробничих комплексах деталі з'єднуються за допомогою гідравлічних пристроїв. Основні вимоги – простота і швидка зміна деталей. На рис. 6.22 показано затискний пристрій, що використовується, наприклад, для свердлувальної та фрезерної операцій.

Деталі фіксуються за допомогою гідравлічного циліндра двосторонньої дії. Оператор повинен управляти відкриванням і закриванням затискного пристрою за допомогою натискної кнопки. Після того, як кнопку відпущено, шток повинен продовжувати рух до вибраного положення або до деталі. Для забезпечення безпечної роботи розподільник не повинен перемикатися у разі відключення живлення. Якщо натиснуто кнопку закривання або відкривання, протилежний сигнал не повинен враховуватися. Кнопки тому мають бути заблокованими.

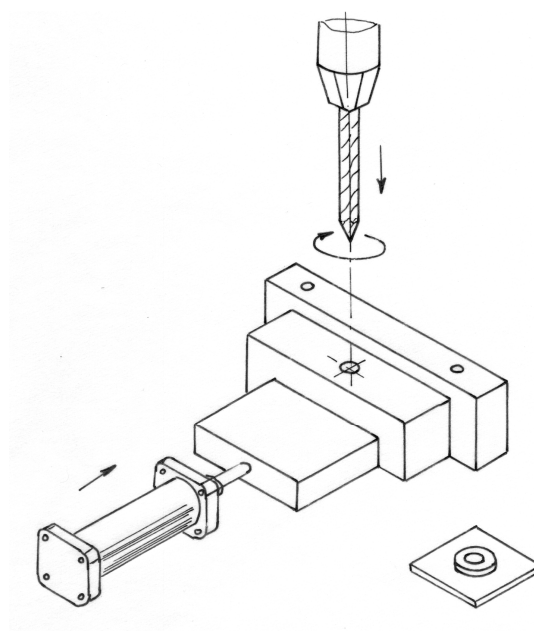


Рис. 6.22 Ескіз установки

Пояснення

Гідравлічне управління. Двопозиційний електромагнітний розподільник

Для того, щоб шток циліндра продовжував висуватися в крайнє положення, коли кнопка відпущена, перемикаючий сигнал повинен бути збережений. Збереження сигналу повинне здійснюватися в розподільнику на старанній гідролінії. Двопозиційний електромагнітний розподільник типу 4/2 застосовується для приводу гідравлічного циліндра двосторонньої дії.

Для перемикання двопозиційного електромагнітного розподільника (рис. 6. 23) є необхідним перемикаючий електричний імпульс. Положення розподільника зберігається за допомогою тертя або фіксатора. Розподільник не перемикається до тих пір, поки електричний імпульс не поступить на протилежну котушку електромагніту. Якщо на розподільник поступає два перемикаючих сигнали, сигнал, який поступив першим, має пріоритет. Двопозиційні електромагнітні розподільники застосовуються там, де важливо, щоб позиція розподільника зберігалася у разі відключення напруги живлення (наприклад, для затискних пристроїв).

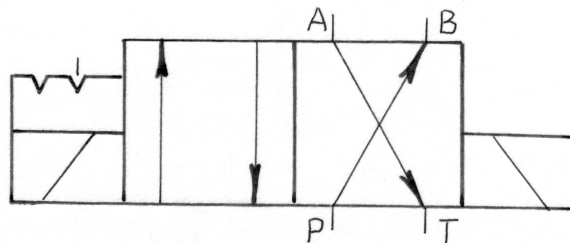


Рис. 6.23. Позначення двопозиційного електромагнітного розподільника типу 4/2

Електричне управління

Для того, щоб виключити включення одночасно двох котушок, два управляючі сигнали повинні бути заблоковані. Блокування може виконуватися через натискання кнопки або через контакти реле (контакти контактора).

Зобразіть гідравлічну схему з умовою, щоб швидкість закриття могла налаштовуватися. Швидкість відкриття має залишатися незмінною.

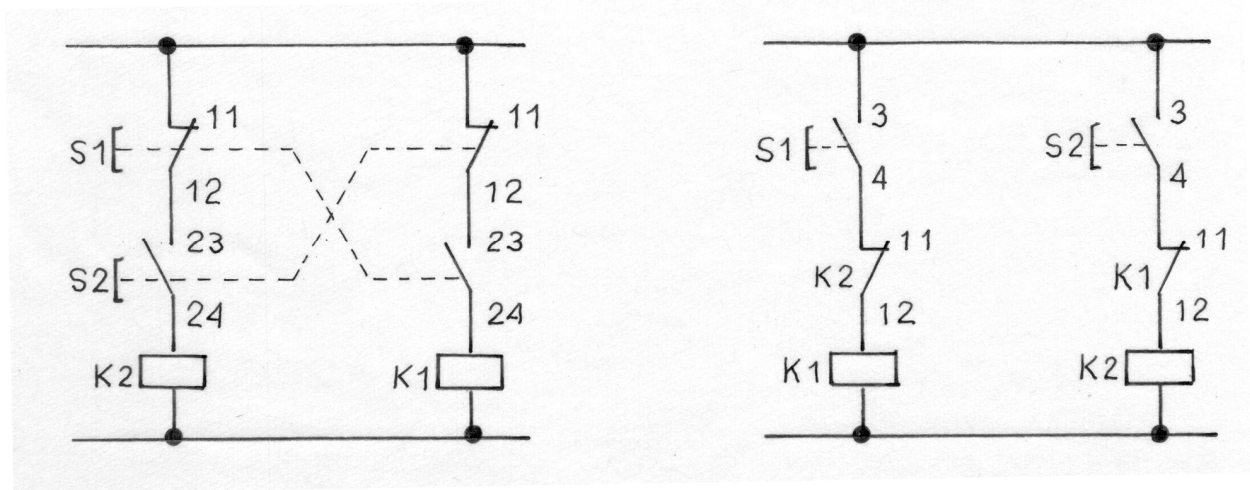


Рис. 6.24. Самоутримуючі схеми:
а – з кнопкою, б – реле

Недоліки схеми:

- блокування неможливе, якщо контакти механічно застряють;
- при одночасному натисненні на $S1$ і $S2$ можуть перемикатися обидва реле.

Виконання вправи

Крок 1

Складання гідравлічної схеми.

Крок 2

Зобразіть електричну схему. Електричне управління має бути опосередкованим. Додатково входні сигнали повинні блокуватися за допомогою натискних кнопок і контактів реле.

Вправа 9. Збереження сигналу в електричній системі управління

Опис проблеми

У вправі 8 було показано, що шток гідроциліндра (рис. 6.22) продовжує висуватися в крайнє положення, якщо перемикаючий сигнал зберігається. З двопозиційним електромагнітним розподільником сигнал зберігається в розподільнику. Проте, якщо застосовується 4/2 електромагнітний розподільник з пружинним поверненням і управляючий сигнал поступає від натискної кнопки,

сигнал має зберігатися в електричній системі управління. Якщо затискний пристрій необхідно знову відкрити, подальше натиснення на кнопку повинно стерти сигнал, що запам'ятовується.

При використанні затискного пристрою, описаного в попередній вправі, неможливо налаштувати зусилля притискання без зміни тиску в системі. Зниження тиску в системі може викликати те, що решта споживачів в системі – наприклад, складальні лінії – не працюватимуть надійно. Для настройки зусилля стиснення до затискного пристрою повинен бути встановлений регулятор тиску.

Гідравлічне управління

Пояснення

Регулятор тиску

Регулятори тиску (рис.6.25) використовуються, якщо в системі потрібні різні значення тиску.

При застосуванні дволінійного регулятора тиску, тиск живлення знижується до рівня, заданого настройкою.

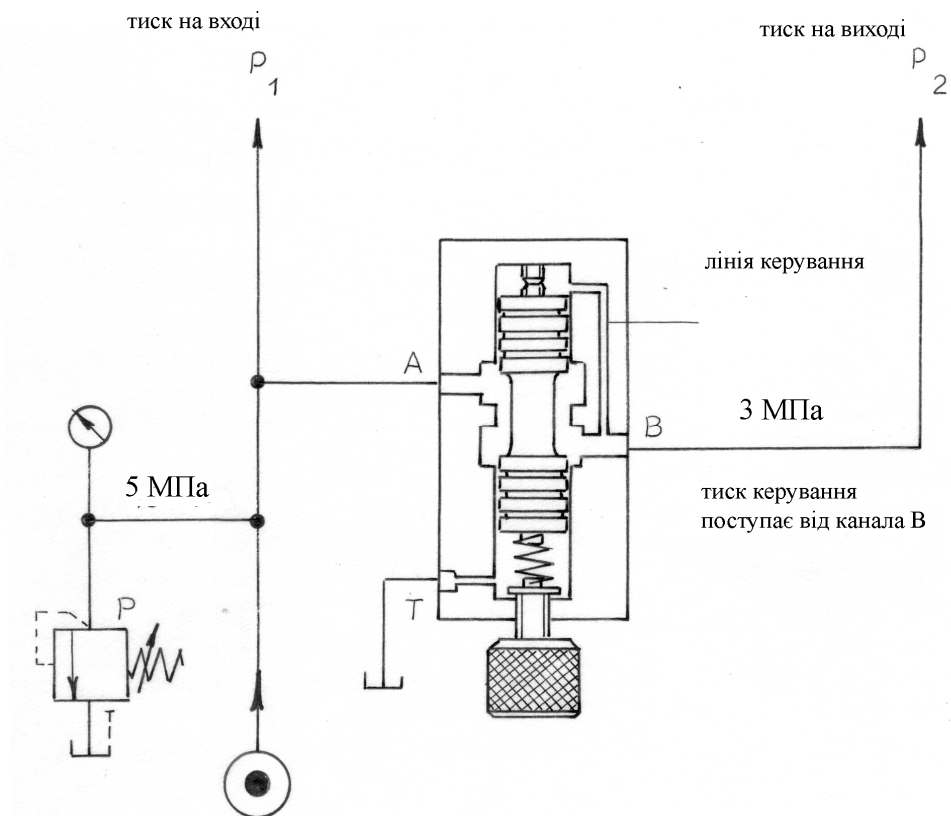


Рис. 6.25 Регулятор тиску

Опишемо роботу системи.

- Клапан нормально відкритий.
- Тиск управління (лінія В) діє через лінію управління на плунжер клапана.
- Якщо створене зусилля на плунжері клапана перевищує зусилля пружини, клапан починає закриватися. Тиск в лінії В зменшується до встановленої величини, а тиск в лінії А залишається незмінним.

Електричне управління

Якщо контактор управляється через натискну кнопку, то котушка виявляється під напругою і контакти перемикаються. Коли кнопка відпускається, контакти зразу ж повертаються в їх початкове положення.

Самоутримання

Якщо необхідно запобігти перемиканню контактів в початкове положення при відпусканні натискної кнопки, то котушка реле повинна залишатися під напругою до тих пір, поки інший сигнал не зніме з неї напругу живлення. Ця умова виконується за допомогою самоутримуючого контура, тобто виконується збереження сигналу (рис. 6.26).

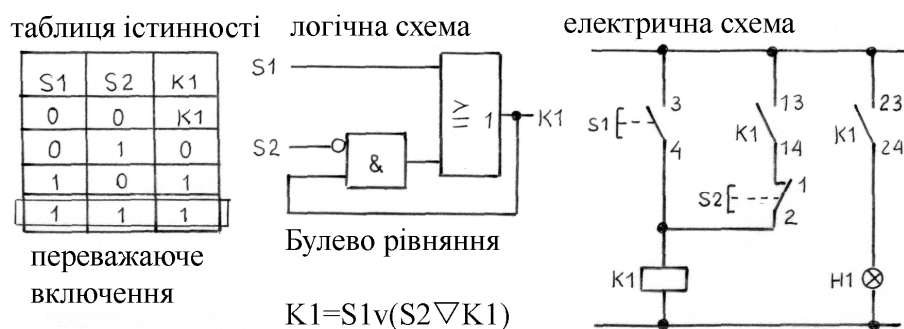


Рис. 6.26. Електричне самоутримання, переважające включення

Булево рівняння $K1 = S1 \vee (S2 \wedge K1)$.

Якщо кнопку ВКЛ $S1$ натиснуто, струм протікає по котушці реле. Контакти перемкнуті, і контакт $K1$ замикається. Коли кнопку $S1$ відпускають, котушка реле залишається під напругою через контакт $K1$. Таким чином, зберігається вхідний сигнал. Якщо кнопку $S2$ натискають, то протікання струму по контуру переривається і контакт

$K1$ розмикається. При відпусканні кнопки $S2$ котушка продовжує залишатися без напруги. Таким чином, якщо жодну з двох кнопок не натиснуто, то зберігається попередній стан реле, залежно від контакту $K1$.

Якщо обидві кнопки натиснуті одночасно, котушка $K1$ і її контакти включені ($K=1$). Така схема називається **переважно включеною**.

Для забезпечення безпеки роботи затискного пристрою потрібно застосовувати схеми **переважно вимкнені**. Ця умова досягається, якщо контакти реле не включаються при двох одночасно натиснутих кнопках ($K=0$).

Виконання вправи

Крок 1

Зобразіть гідравлічну схему. Відзначте точку, в якій має бути встановленим регулятор тиску, і поясніть чому.

Крок 2

Зобразіть електричну схему для управління гідравлічною системою із застосуванням самоутримуючої схеми з переважно вимкненою характеристикою.

Крок 3

Зобразіть логічну схему для цієї системи управління.

Вправа 10. Регулювання витрати. Управління швидкістю

Швидкість поршня в гідравлічному циліндрі зростає із зростанням витрати. Величина витрати може змінюватися двома способами.

Дросельне регулювання. За допомогою дросельного регулювання величина витрати змінюється клапанами, наприклад дросельним клапаном. Якщо створювана насосом постійна подача перевищує ту, що вимагається, тоді частина рідини зливається назад в бак через переливний клапан. Це призводить до значних втрат енергії.

Об'ємне регулювання. З погляду економії енергії набагато вигіднішим є рішення регулювати витрати з використанням регульованого насоса, який змінює необхідну величину подачі. Такий

спосіб управління називається об'ємним регулюванням. Одним з недоліків такого способу є нижчі динамічні характеристики.

У цьому навчальному посібнику розглядається тільки дросельне регулювання з використанням клапанів витрати.

Опис проблеми

Надсверлені деталі остаточно обробляються на розгортковому верстаті. Рух подачі здійснюється за допомогою гідравлічного циліндра двосторонньої дії. Ходи вперед і назад повинні мати рівні швидкості. Більш того, швидкість має настраюватися. Вона також має підтримуватися постійною незалежно від навантаження. Хід назад виконується після досягнення кінцевого вимикача. Для приводу гідравлічного циліндра застосовується розподільник типу 4/2 з пружинним поверненням (рис. 6. 27).

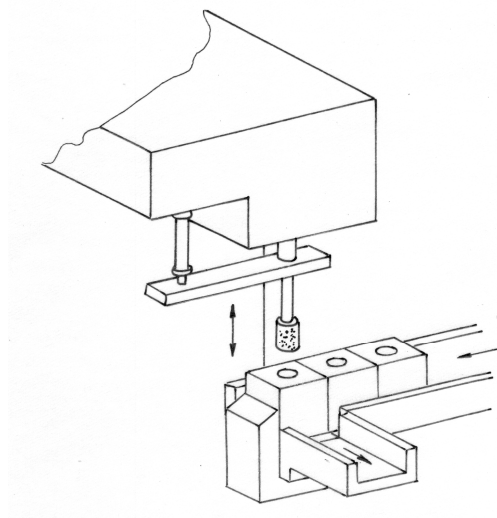


Рис. 6.27. Ескіз установки.

Пояснення

Гідравлічне управління. Одноштоковий гідравлічний циліндр

У одноштоковому гідравлічному циліндрі двосторонньої дії поршнева площа є більшою за штокову. Тому при постійній подачі насоса шток швидше втягується, ніж висувається.

Двоштоковий гідравлічний циліндр

На рис. 6.28 зображено двоштоковий гідравлічний циліндр двосторонньої дії з штоками однакового діаметра.

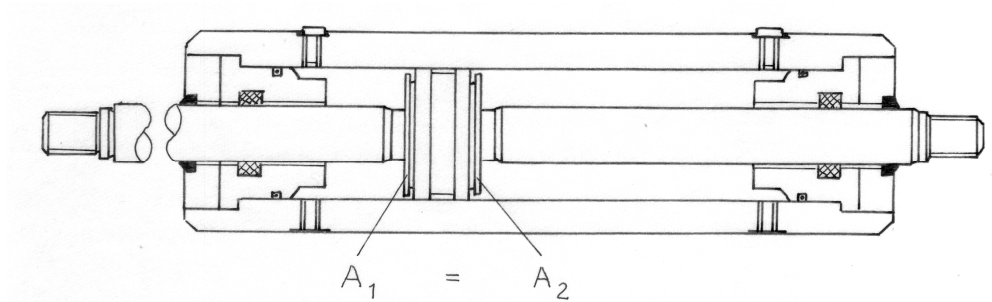


Рис. 6.28. Синхронний циліндр

При такій конструкції циліндра обидві штокові площі є однаковими. Тому швидкості ходів висунення і втягування також є однаковими. Такий циліндр називається синхронним.

Диференціальна схема

Внаслідок нестачі простору можна встановити тільки одноштоковий гідравлічний циліндр, підключений за диференціальною схемою (рис.6.29).

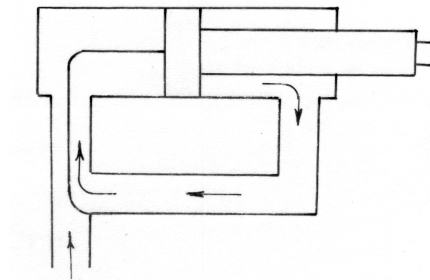


Рис. 6.29. Диференціальна схема включення циліндра

Така схема підключення збільшує швидкість висунення штока. Як вимагається в цій вправі, швидкості висунення і втягування штока має бути однаковими, тому відношення поршневої площі до штокової має бути 2:1.

Управління швидкістю за допомогою клапанів витрати

Клапани витрати (рис.6.30) застосовуються для зменшення величини витрати на шляху до споживача. Завдяки відносно малому прохідному перетину дроселя клапан витрати володіє високим гідравлічним опором.

Це призводить до великих втрат тиску в потоці при проходженні через нього, а також до підвищення тиску в гідросистемі. Переливний клапан відкривається і постійна подача насоса (Q_0) розділяється на дві гілки. В результаті до споживача поступає тільки часткова витрата Q_1 .

Робота дросельного клапана залежить від величини навантаження; іншими словами, швидкість руху змінюється із зміною сили, яка діє на шток поршня.

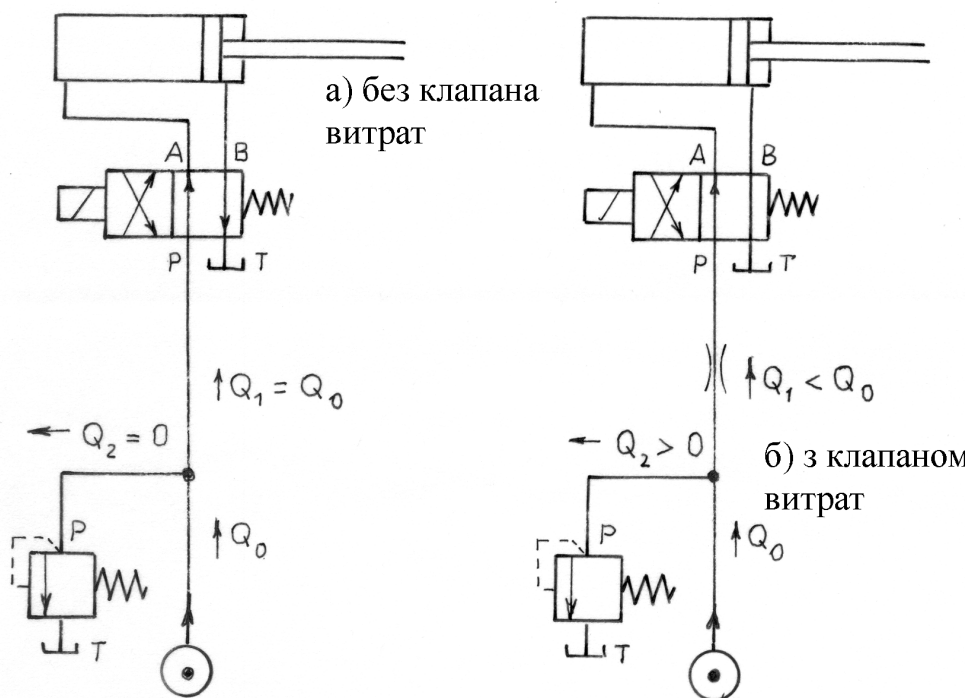


Рис. 6.30 Вплив клапана витрати

Регулятори потоку працюють майже незалежно від навантаження. Отже, швидкість руху штока залишається постійною, навіть якщо сила, що діє на нього, змінюється.

Підпирний клапан

У цій вправі гідравлічний циліндр подачі інструмента розташований таким чином, що його шток знаходиться у вертикальній площині. Оскільки розгортаючий інструмент має вагу, то на шток циліндра діє розтягуюча сила. Ця розтягуюча сила може створити вакуум в поршневій порожнині. Плавний рух стане неможливим, і шток висуватиметься різкими ривками. Для

запобігання такому явищу необхідно встановити переливний клапан на лінії зливу і налаштувати його на величину, відповідну розтягуючій силі. Встановлений таким чином переливний клапан називається підпірним клапаном.

Електричне управління. Кінцевий вимикач

Потрібно буде встановити кінцевий вимикач з механічним приводом як електричний елемент, що створює сигнал управління. Кінцеві вимикачі приводяться в дію через кулачок або натискну пластину. В більшості випадків для контролю положення штоків використовуються кінцеві вимикачі. Кінцеві вимикачі можуть застосовуватися, наприклад, для того, щоб переконатися у тому, що шток досяг кінцевого або будь-якого іншого положення. Кінцеві вимикачі можуть виконуватися з нормально замкнутими, розімкненими або з перемикаючими контактами.

В процесі опису задачі необхідно відзначити:

- шток повинен почати висуватися, якщо натиснуто кнопку ВКЛ і він знаходиться в крайньому верхньому положенні у цьому місці кінцевий вимикач сигналізує про кінцеве втягнуте положення; кінцевий вимикач включено в коло кнопки ВКЛ для забезпечення умови запуску;
- після того, як шток досяг крайнього нижнього положення, він повинен негайно почати рух назад в початкове положення, кінцевий вимикач управляє перемиканням ходу вгору в нижньому крайньому положенні.

Виконання вправи

Крок 1

Зобразіть гідравлічну схему з синхронним циліндром, беручи до уваги умови, вказані вище. Пам'ятайте, що потік рідини не може проходити у зворотний бік на підпірному клапані (переливний клапан). Положення кінцевих вимикачів (*S1* крайнє верхнє положення, *S2* крайнє нижнє положення) позначається на схемі вертикальною межею (І).

Крок 2

Зобразіть електричну схему при умові, що початок руху штока можливий тільки з крайнього верхнього положення і кнопка пуску не утримується весь час натиснутою.

Вправа 11. Управління послідовністю згідно з тиском і шляхом. Системи управління послідовністю дій

Система контролю послідовності дій є типом управління з жорсткою покроковою послідовністю дій. Перехід до подальших операцій здійснюється за сигналом від кінцевих вимикачів.

Опис проблеми

Загартовані цапфи запресовуються в основу з сірого чавуну на гідравлічному пресі (рис. 6.31).

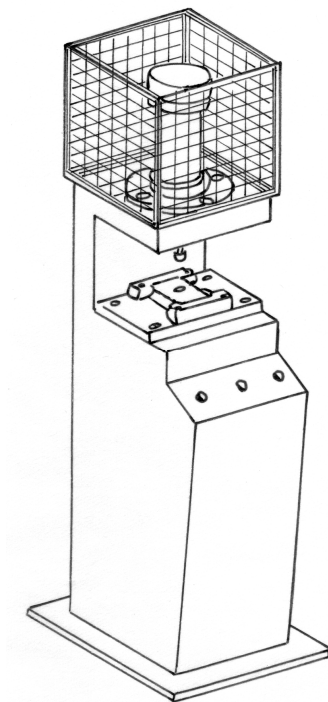


Рис. 6.31. Ескіз установки

- Умовами пуску є включений головний вимикач і крайнє верхнє положення штока, контрольоване за допомогою кінцевого вимикача. Запресування повинно виконуватись на невеликій регульованій швидкості.
- Якщо запресування виконано правильно, то зворотний хід

штока повинен виконуватися після досягнення крайнього нижнього положення. Зворотний хід не повинен бути повільним.

- При перевищенні максимального зусилля запресування (наприклад, якщо кільце заклинило), шток повинен перемкнутися на рух вгору з світловою індикацією для цілей безпеки. Без натиснення кнопки підтвердження циліндр не повинен починати виконання наступного циклу.

Замітки з безпеки

Прес не повинен починати операцію запресовування від управління однією рукою або ж без натиснення на спеціальний пристрій блокування. Проте такі пристрої не розглядатимуться в цій вправі.

Пояснення

Гідравлічне управління

У цій вправі не потрібний точний контроль руху. Для зниження швидкості необхідно застосувати клапан витрати (наприклад, що дроселює клапан). Установка регулятора витрати не потрібна. Дросельні клапани можуть встановлюватись на вході в гідравлічний циліндр або на виході з нього (рис. 6.32). У випадку, якщо дросельний клапан встановлено на виході, підпірний клапан не потрібний.

У робочому циклі шток повинен повільно висуватися і швидко виконувати зворотний хід. Дросельний клапан повинен бути односторонньої дії.

Щоб переконатися в працездатності дросельного клапана і в зниженні швидкості, він повинен бути закритим настільки, щоб відкрився переливний клапан. В даному прикладі тиск початку переливу дорівнює 25 МПа. Зі співвідношення площ і тиску зрозуміло, що тиск перед дросельним клапаном (на виході з гідравлічного циліндра) є більшим на величину відношення поршневої до штокової площ. Для співвідношення площ 2:1 одержуємо, що тиск перед дросельним клапаном приблизно дорівнює 50 МПа (вага і тертя не враховуються). Гідравлічний циліндр, трубопроводи і дросельний клапан повинні відповідати робочому тиску 50 МПа, хоча тиск живлення всього 25 МПа.

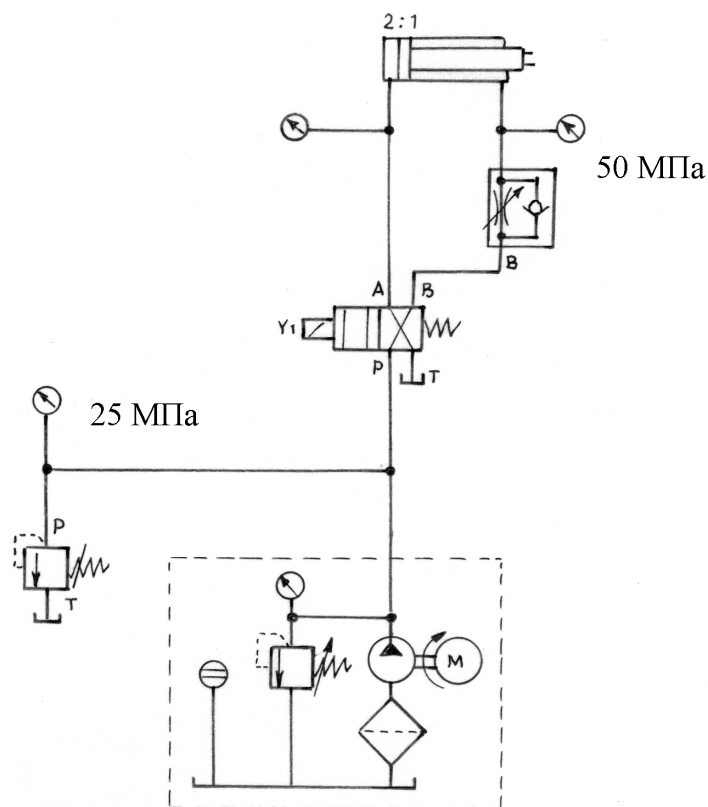


Рис. 6.32. Приклад: дроселювання на виході

Електричне управління. Реле тиску

Електричний контакт в реле тиску спрацьовує, коли значення діючого тиску досягає тиску настройки реле. Реле тиску може бути у виконанні з нормально замкнутими, нормально розімкненими або з перемикаючими контактами. Точка спрацьовування настраюється за допомогою заздалегідь стиснутої пружини.

Виконання вправи

Крок 1

Заповніть функціональну діаграму. Пам'ятайте, що умови запуску були вказані в описі проблеми. Позначте кінцевий вимикач, який контролює крайнє верхнє положення штока, як S1 і S2 для крайнього нижнього положення.

Крок 2

Зобразіть гідравлічну схему.

- Для управління гідравлічним циліндром застосуйте 4/2 електромагнітний розподільник з пружинним поверненням.
- Пониження швидкості має виконуватись для потоку, який надходить в дросельний клапан, а не для потоку що виходить з нього.
- Пам'ятайте, що вага запресовувального пристосування створює розтягуючу силу, що діє на шток.
- Положення кінцевого вимикача на схемі позначається вертикальною межею (I).

Крок 3

Визначте, який максимальний тиск створюється в гідравлічній системі при дроселюванні на вході. Порівняйте цей тиск з тиском, що виникає при дроселюванні на виході.

Крок 4

Використовується диференціальний гідравлічний циліндр з діаметром поршня 50 мм і відношенням площ 2:1. Максимально допустима сила запресування дорівнює 6000 Н. Яким повинен бути тиск настройки реле тиску, якщо необхідний тиск підпору в штоковій порожнині дорівнює 25 МПа?

Примітка. Не враховувати силу тертя в поршневому і штоковому ущільненнях.

Крок 5

Зобразіть електричну схему.

Крок 6

Поясніть режим роботи електрогідравлічної системи.

Вправа 12. Управління послідовністю в автоматичному режимі

Опис проблеми

Фрезерна обробка зафіксованих деталей на фрезерному верстаті.

- Гідравлічний циліндр (А) з штоком, приєднаним до столу

фрезерного верстата, здійснює його робочу подачу.

- Гідравлічний циліндр управляється за допомогою 4/3 електромагнітного розподільника із закритими каналами в середньому положенні (з пружинним центруванням). Якщо при русі вперед або назад розподільник перейде в середнє положення, то стіл зупиниться, навіть якщо він не досяг кінцевого положення.
- Стіл має рухатися вперед на регульованій швидкості подачі і після досягнення кінцевого вимикача (S2) швидко повертатися назад.

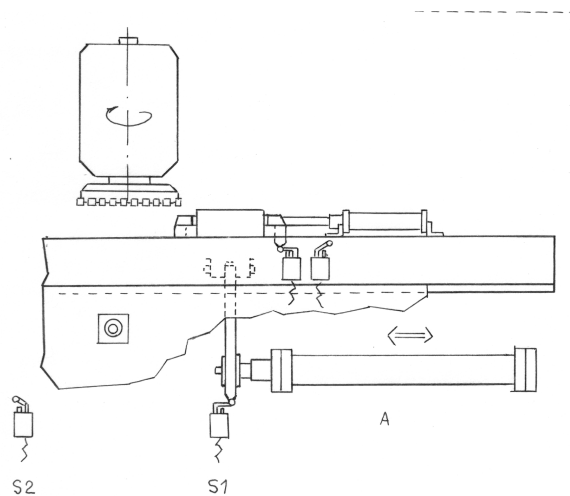


Рис. 6.33. Ескіз установки

- Рух стола повинен припинятися за сигналом від вимикача (нормально замкнутий контакт). При цьому 4/3 електромагнітний розподільник переходить в середнє положення і шток припиняє рух.
- Якщо верстат знову запускається після його виключення, шток повинен перейти в початкове положення (S1). Ця операція виконується від ручного управління, тобто оператор утримує кнопку.

Пояснення

Гідравлічне управління

В стані без навантаження 4/3 електромагнітний розподільник знаходиться в середньому положенні. У цьому положенні всі канали є перекритими. Такий розподільник не володіє функцією збереження сигналу.

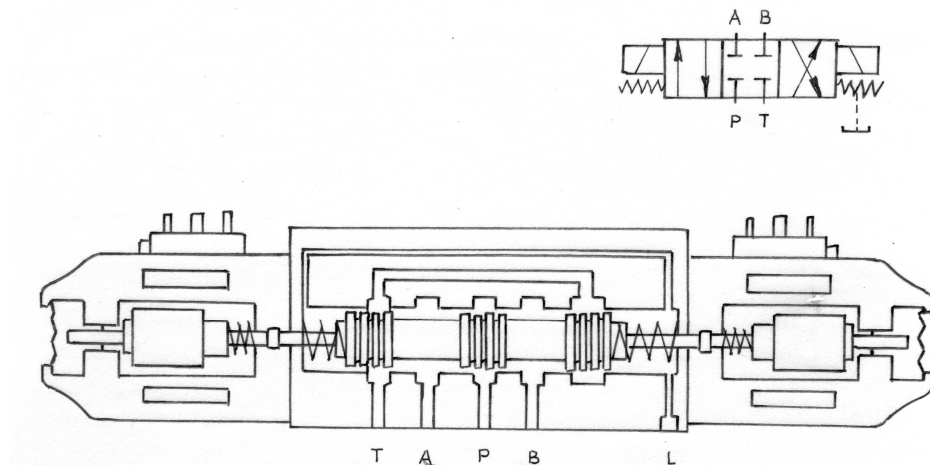


Рис. 6.34. 4/3 електромагнітний розподільник

Оскільки розподільник не зберігає перемкнуте положення, то необхідно встановити в електричній системі управління самоутримуючу схему з реле. Якщо самоутримуюча схема скидає сигнал, що запам'ятовується, під час руху вперед або назад, то шток майже відразу зупиниться (АВАРІЙНЕ виключення). В цьому випадку шток не повинен продовжувати рух, і перемикання від кінцевого вимикача $S1$ не повинне проходити. Тому необхідно розробити схему, в якій шток повертатиметься в початкове положення після аварійного виключення. Цей зворотний рух запускається при натисненні на кнопку і її утриманні, яка перемикає 4/3 розподільник на зворотний хід штока. Проте ця кнопка не повинна включатися без попереднього натиснення на інший вимикач "Ручне управління" (блокування). Таке блокування також може забезпечуватися в електричній схемі установкою реле і кнопки.

Виконання вправи

Крок 1

Зобразіть гідравлічну схему.

- Пам'ятайте, що в процесі фрезерування також виникає розтягуюча сила.
- Пам'ятайте також і те, що при перебігу рідини через регулятор витрати в протилежному напрямі він працює як дросель, а в деяких конструкціях регуляторів така течія взагалі є неможливою.

Крок 2

Зобразіть електричну схему. Перемикання з автоматичного на ручний режим управління має виконуватись за допомогою перемикача.

Крок 3

Зобразіть електричну схему. Тут перемикання з автоматичного на ручний режим управління має виконуватись за допомогою кнопки і реле.

7. ПРИКЛАДИ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Приклад 1. Пряме управління електромагнітним розподільником

Пояснення

Гідравлічна схема (рис.7.1)

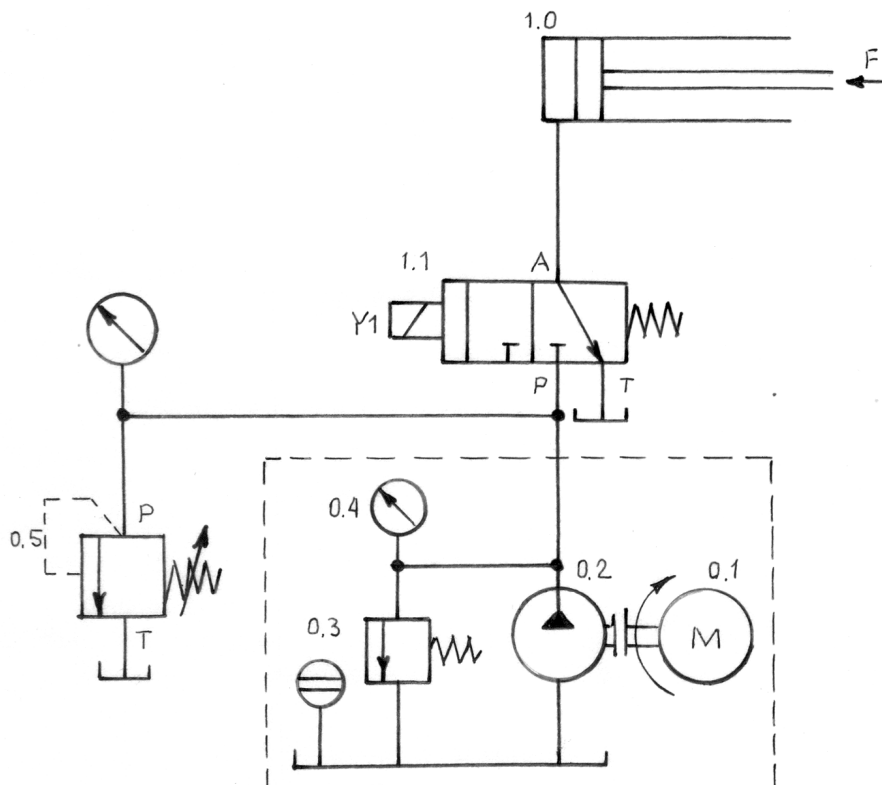


Рис. 7.1. Гідравлічна схема

Електрична схема

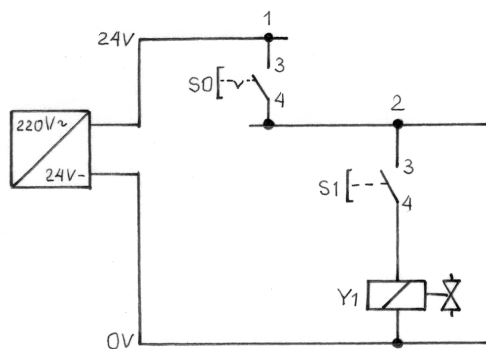


Рис. 7.2. Електрична схема

Якщо управляючу кнопку $S1$ натиснуто при включеному головному вимикачі, то струм тече через котушку електромагніту. Електромагніт включається, гідравлічний розподільник перемикається, шток гідравлічного циліндра починає рух.

Опис функцій

Якщо кнопка відпускається, то струм припиняє свою течію через котушку електромагніту. Електромагніт відключається, і гідравлічний розподільник перемикається в початкове положення, шток під дією ваги навантаження починає рух назад.

Енергоспоживання електромагніту розподільника складає 31 Вт. При напрузі в 24 В контакти повинні працювати при струмі не меншому за вказаний у табл. 7.1.

Вибір кнопок

Таблиця 7.1

Технічні дані контактів

Опис контактів	Номер контактів та навантаження		
	1	2	3
Навантаження на контакти	250 V A.C. 4A 12 V D.C. 0,2A	220 V/110V A.C. 1,5/2,5 A 24 V/12V D.C. 2,25/4,5 A	5 A/48V A.C. 4 A/30V D.C.
Нормально замкнутий контакт	1	3	2
Нормально розімкнений контакт	1	—	2

Оскільки управління працює при живленні напряму, то здатність системи управління витримувати повне струмове навантаження (постійного струму) є визначаючою. Це означає, що мають використовуватись кнопки №2 і №3.

Як видно з електричної схеми, тут потрібна кнопка з контактом нормально розімкненого виконання. Кнопка №2 не має нормально розімкненого контакту, тому єдиною відповідною кнопкою є кнопка №3.

Приклад 2. Непряме управління електромагнітним розподільником

Пояснення

Гідравлічна схема (рис. 7.3)

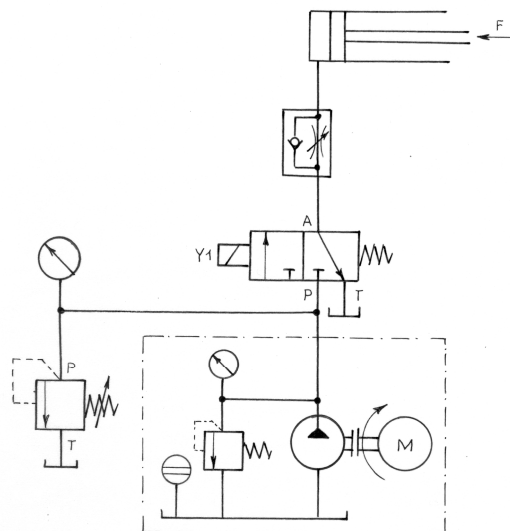


Рис. 7.3. Гідравлічна схема

Односторонній дросельний клапан встановлюється для регулювання швидкості зворотного ходу штока. Рекомендується встановити цей клапан якомога ближче до гідравлічного циліндра, оскільки це запобігатиме виникненню можливих коливань штока і випрямляючого ролика. Дроселювання потоку відбувається також і в розподільнику, але оскільки площа прохідного перетину в розподільнику є набагато більшою за площу в дросельному клапані, то ефект дроселювання в розподільнику можна не враховувати.

Опис функцій

- Гілка 2 (рис.7.4) є управляючим колом в системі управління. Вона містить кнопку $S1$ (нормально розімкнені контакти) і реле $K1$.
- Гілка 3 здійснює управління основним струмом в силовій системі і є головним колом.
- Головний вимикач SO управляє обома колами.

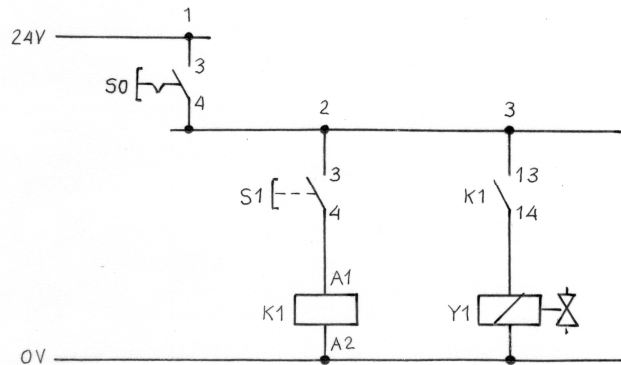


Рис. 7.4. Електрична схема: непряме управління

Якщо головний вимикач SO включений і натиснута кнопка $S1$, то спрацьовує реле $K1$ в колі 2 і замикається контакт в колі 3. Електромагніт $Y1$ розподільника типу 3/2 перемикається, і шток циліндра починає висуватися.

Якщо кнопка відпускається, то магнітне поле на реле $K1$ зникає. Контакт $K1$ розмикається. Напруга на котушці електромагніту розподільника відключається. Поворотна пружина повертає золотник в початкове положення. Шток циліндра всовується під дією ваги ролика.

Приклад 3. Основні логічні функції

Пояснення

Гідравлічне реверсування сигналу

Опишемо функції гідравлічної схеми.

Гідравлічна схема (рис.7.5) повинна зображатись для такого стану системи, коли джерело гідравлічної енергії є включеним, а електричне живлення системи управління – вимкненим.

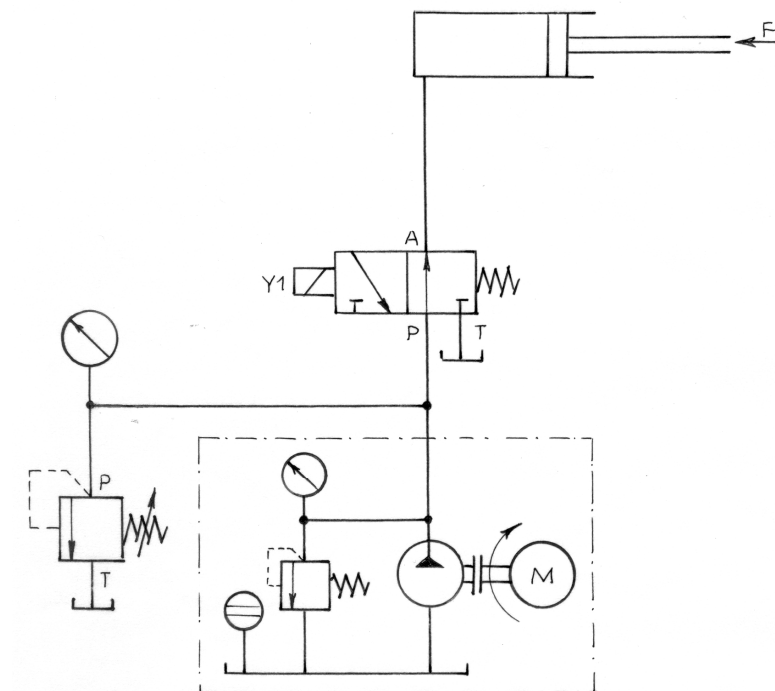


Рис. 7.5. Гідравлічна схема

Оскільки реверсування сигналу має виконуватися гідравлічними засобами, то необхідно встановити розподільник з протіканням в нормальному положенні. У цьому положенні розподільник сполучає камеру гідравлічного циліндра з джерелом тиску. Тому шток гідравлічного циліндра має зображуватись у крайньому висунутому положенні.

Розглянемо електричну схему управління (рис. 7.6).

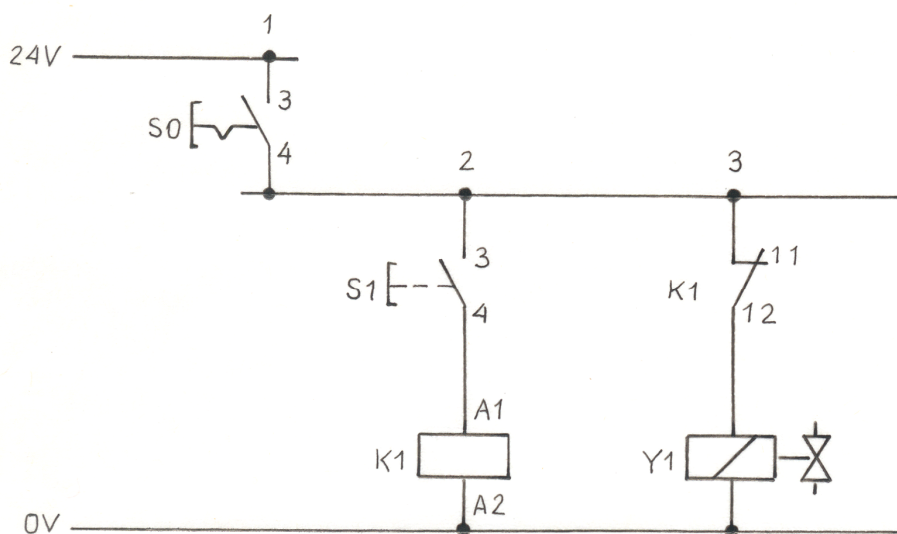


Рис. 7.6. Електрична схема

- Якщо кнопку не натиснуто, то: котушка реле не створює магнітного поля, нормально розімкнені контакти в головному ланцюзі залишаються розімкненими і розподільник вимкнено. Реверсування сигналу відбувається при установці розподільника, у якого в нормальному положенні гідравлічні лінії від джерела тиску сполучені з лінією гідравлічного циліндра (протікання в нормальному положенні). Це означає, що гідравлічний циліндр буде підключено до джерела тиску при вимкненому розподільнику і шток гідравлічного циліндра висувається при включеному джерелі гідравлічної енергії.
- При натисненні на кнопку розподільник перемикається і шток гідравлічного циліндра втягується.

Електричне реверсування сигналу логічними функціями

Опишемо функції гідравлічної схеми, зображеної на рис.7.7.

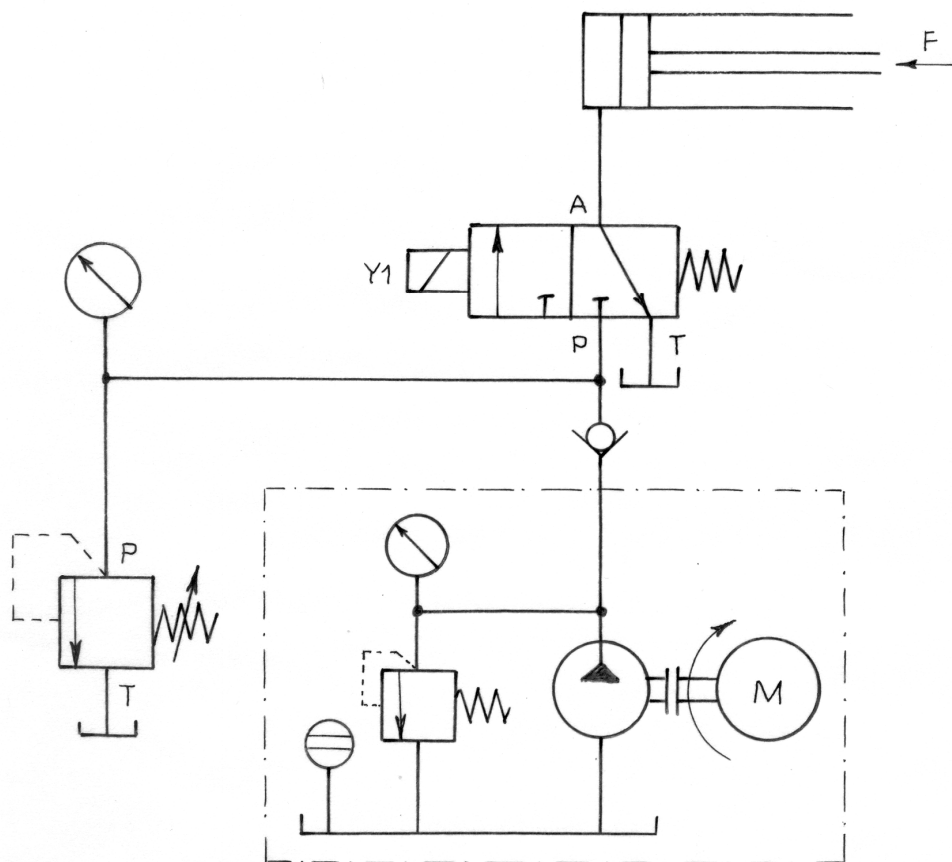


Рис. 7.7. Гідравлічна схема

Як і в попередньому прикладі, ця гідравлічна схема повинна зображуватись для такого стану системи, коли джерело гідравлічної енергії є включеним, але електричне живлення системи управління вимкненим. Розподільник вимкнено. Камера гідроциліндра сполучена з баком, і тому на поршні не створюється ніякої сили. Тому шток всуває до упору в циліндр під дією зовнішньої сили. Тому шток має зображуватись в крайньому положенні.

Розглянемо роботу електричної схеми управління (рис. 7.8).

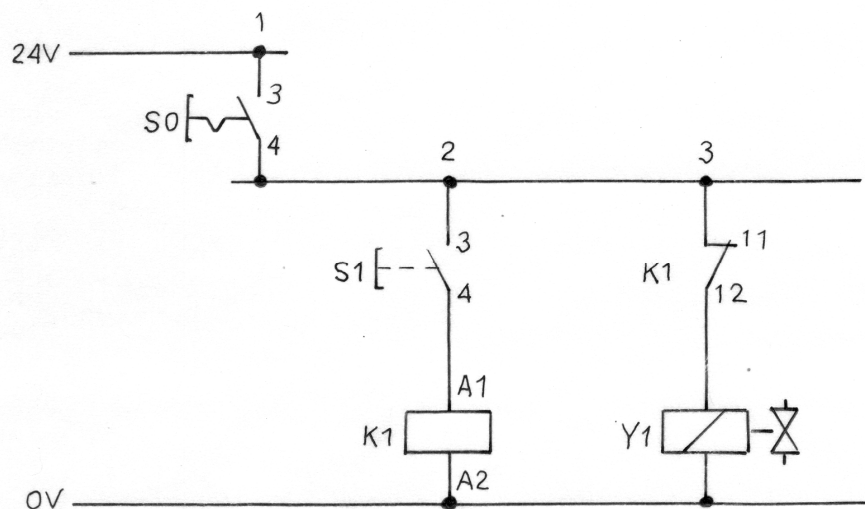


Рис. 7.8. Електрична схема

- Поки кнопку *S1* не натиснуто, струм не протікає через котушку реле *K1* в колі управління. Нормально замкнутий контакт в колі управління знаходиться в замкнутому стані. Струм протікає через електромагніт, і розподільник є включеним. Шток при цьому висувається або залишається в крайньому висунутому положенні.
- При натисненні на кнопку *S1* реле *K1* в ланцюзі управління спрацьовує. Нормально замкнутий контакт *K1* розмикає головне коло. Сигнал в головному ланцюзі реверсує (звертається в протилежний) відносно сигналу в колі управління. Котушка електромагніту відключається, розподільник перемикається, і шток гідравлічного циліндра втягується.

Приклад 4. Реверсування сигналу

Електричне реверсування сигналу

Оскільки сигнал в гідравлічній системі (рис. 7.9) не реверсує, то розподільник повинен бути встановлений таким чином, щоб шток висувався при включеному розподільнику. Під час зворотного ходу штока масло вичавлюється з гідравлічного циліндра в напрямі, зворотному напрямку течії від насоса.

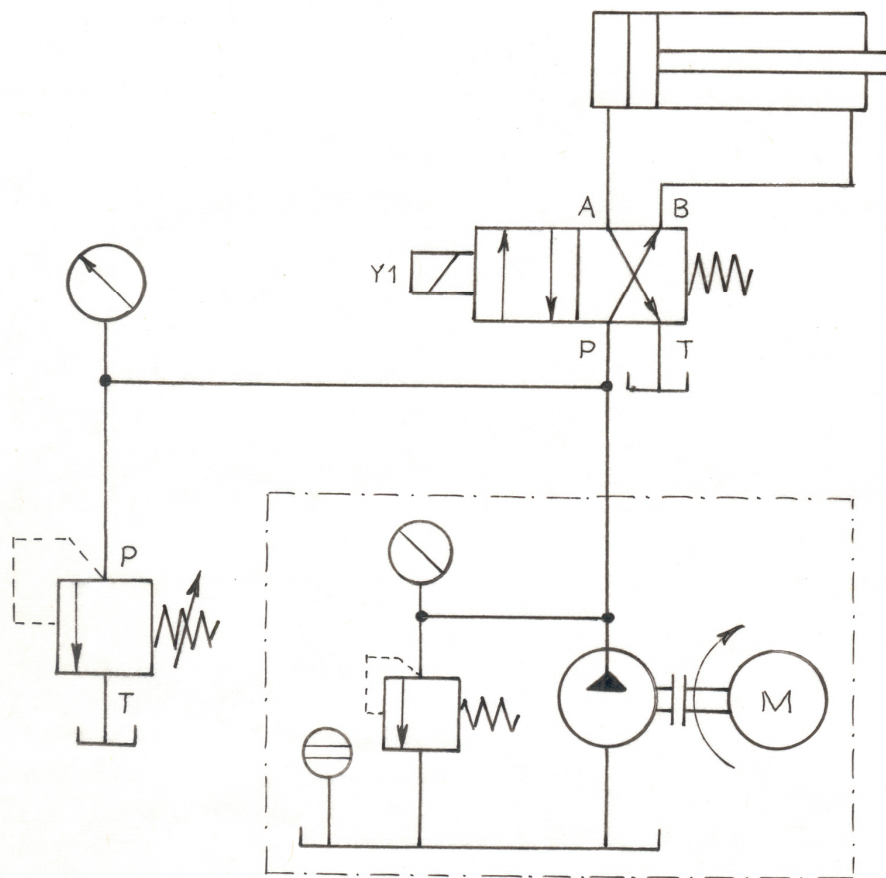


Рис. 7.9. Гідравлічна схема

Якщо величина витрати є достатньо великою, то масло не може витікати через переливний клапан. В цьому випадку для захисту гідравлічних елементів повинен бути встановлений зворотний клапан, як це було показано у прикладі 3.

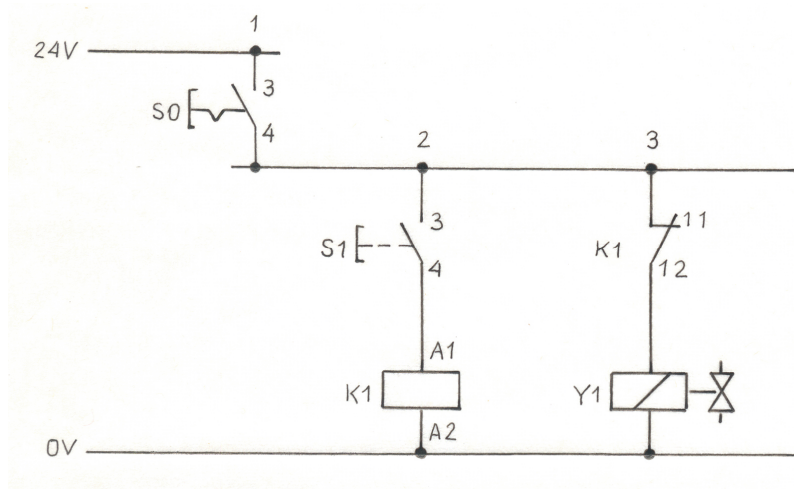


Рис. 7.10. Електрична схема

Гідравлічне реверсування сигналу

Відмова живлення системи управління

Оскільки сигнал в системі реверсує (звертається в протилежний бік) гідравлічними засобами (рис.7.11), то розподільник повинен бути підключеним таким чином, щоб шток всовувався при включеному розподільнику.

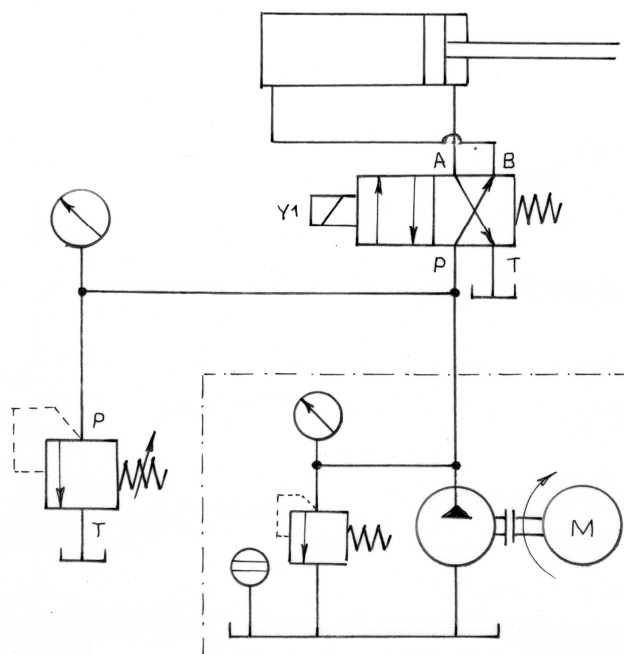


Рис. 7.11. Гідравлічна схема

Для запам'ятовування: це ж правило діє і для випадку реверсування сигналу електричними засобами (рис.7.12).

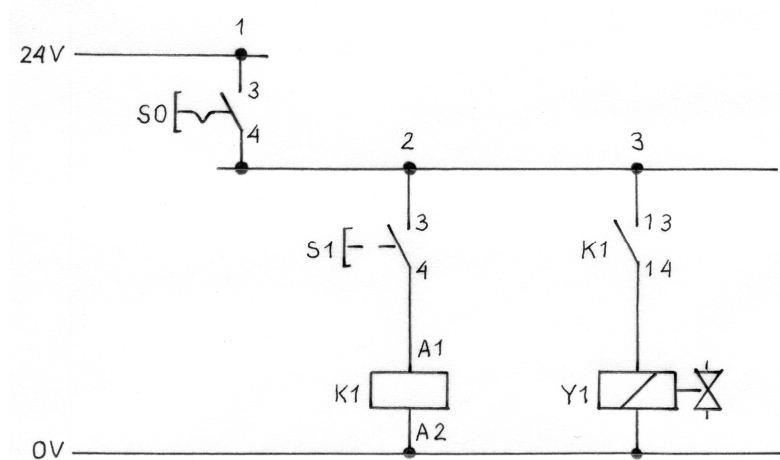


Рис. 7.12. Електрична схема

Хоча системи з обома способами реверсування працюють однаково за нормальних умов, істотно різним чином вони реагують при відмові живлення системи управління:

- шток циліндра всовується в системі з реверсуванням електричними засобами;
- шток циліндра висувається в системі з реверсуванням гідравлічними засобами.

Приклад 5. Кон'юнкція і заперечення

Гідравлічна схема (рис.7.13).

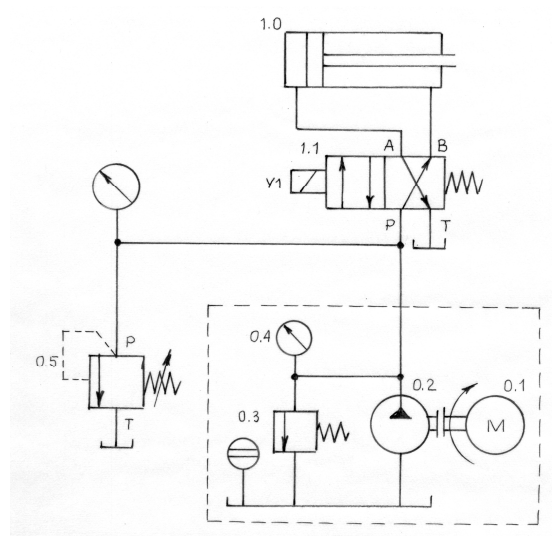


Рис. 7.13. Гідравлічна схема

Таблиця 7.2

Специфікація обладнання для гідравлічної схеми

Поз.	Кіль.	Найменування		Тип та позначення	Виготовлювач (Поставщик)				
0.1	1	Електричний двигун							
0.2	1	Гідронасос							
0.3	1	Запобіжний клапан							
0.4	1	Манометр							
0.5	1	Переливний клапан							
1.0	1	Гідроциліндр двосторонній							
1.1	1	Розподільник 4/2							
				Виготовлено	Підпис	Замовник	Група	Лист	Всього листів
					Дата	Договір №			
				Тип	Перевірено		№ специфікації		
						Шаблон специфікації гідравлічного пристрою			
				Інвентарний номер					
	Зміни	Дата	Ім'я						

Таблиця істинності і логічний символ

Форма має закритися тільки, якщо натиснуто кнопку $S1$ і не натиснуто кінцевий вимикач $S2$. Тому сигнал $K1$ з'являється тільки за цих умов (рис. 7.14).

S1	S2	K1
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

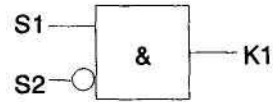


Рис. 7.14. Таблиця істинності та логічний символ

Електрична схема

Для забезпечення реверсування сигналу $S2$ кінцевий вимикач $S2$ має підключатись як нормально замкнутий контакт (рис. 7.15).

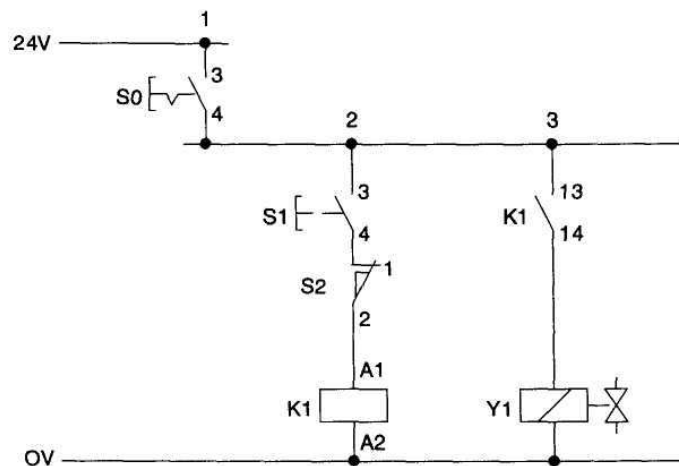


Рис. 7.15. Електрична схема

Приклад 6. Диз'юнкція

Гідравлічна схема

Гідравлічну схему зображено на рис. 7.16.

Електричні схеми

Схема 1

Електричну схему 1 зображено на рис. 7.17.

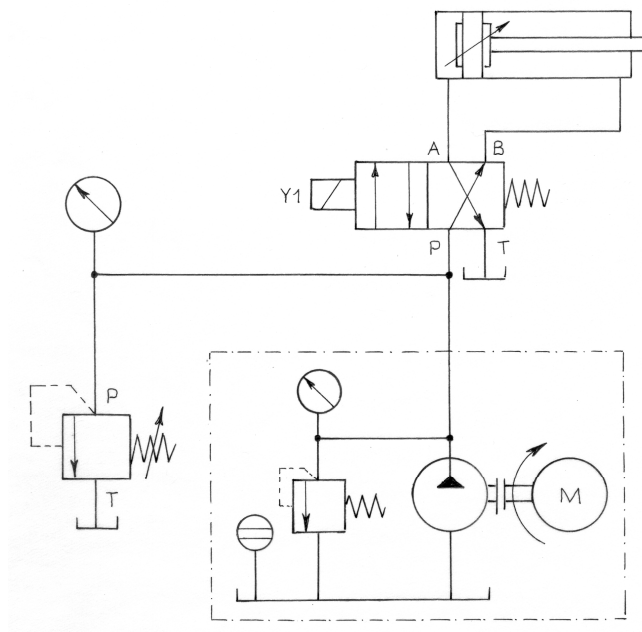


Рис. 7.16. Гідравлічна схема

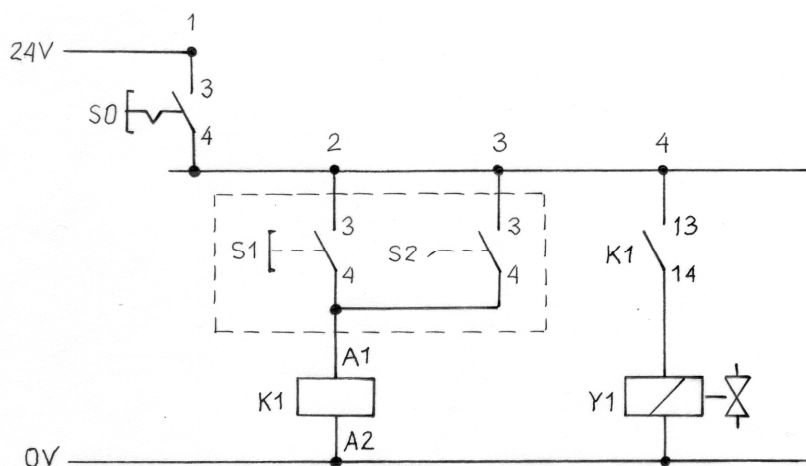


Рис. 7.17. Електрична схема 1

Схема 2

У обох схемах котушка розподільника $Y1$ включається, якщо натискається кнопка $S1$ або натискається кнопка з ножним управлінням $S2$, або ці кнопки натискаються одночасно.

Електричну схему 2 зображено на рис. 7.18.

Друга схема має перевагу у тому, що кнопка $S1$ управляє тільки котушкою $K1$, та кнопка $S2$ управляє тільки котушкою $K2$. Це дозволяє одержати деякі функції додатково:

- контакти $K1$ можуть перемикати кола, що працюють тільки від

ручного управління (наприклад, застережливий світловий сигнал для натискної кнопки);

- контакти K2 можуть перемикаєти кола, які повинні працювати залежно від кнопки S2 (наприклад, застережливий світловий сигнал для кнопки з ножним управлінням).

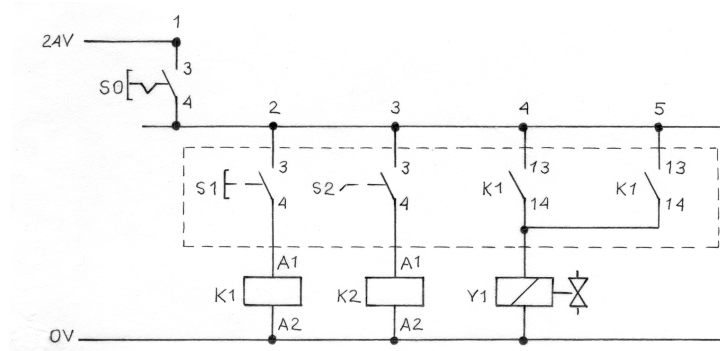


Рис. 7.18. Електрична схема 2.

Приклад 7. Складальний конвеєр

Гідравлічна схема

Гідравлічну схему зображено на (рис. 7.19).

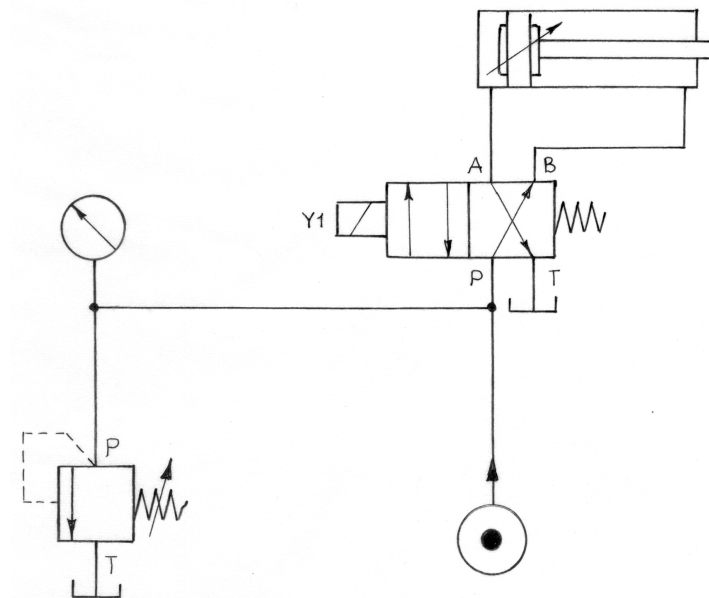


Рис. 7.19. Гідравлічна схема

Електромагніт розподільника Y1 може включатися в гілку 4 замість реле K3. В цьому випадку реле K3 і гілка 6 не потрібні.

Електрична схема двостороннього контура з перемикаючими контактами

Електрична схема (рис.7.20) має два вимикачі з перемикаючими контактами.

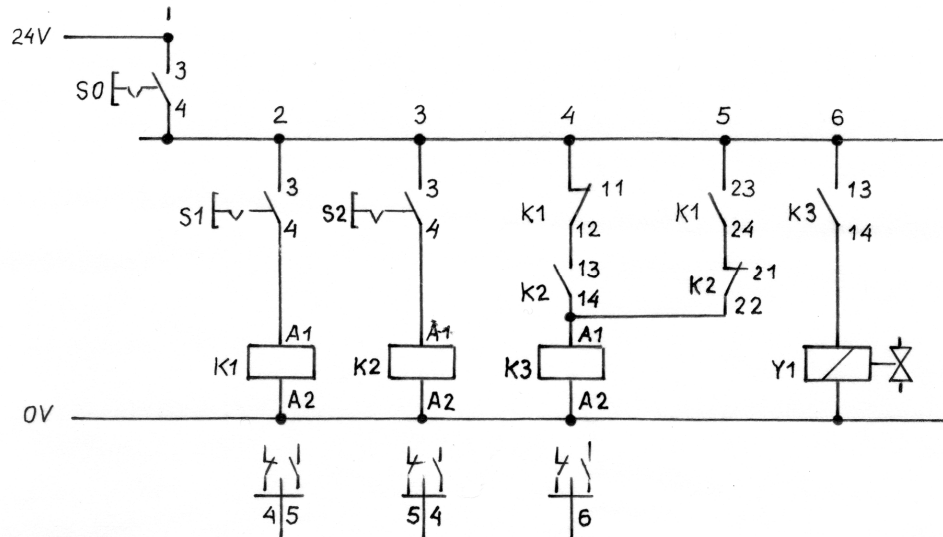


Рис. 7.20. Електрична схема.

Електрична схема двостороннього контура з нормально розімкненими контактами

Електрична схема має два вимикачі з нормально розімкненими контактами.

Приклад 8. Затискний пристрій

Гідравлічна схема

Дросельне регулювання швидкості виконується тільки по ходу висування штока. При зворотному ході, рідина протікає в обхід дроселя через зворотний клапан. Односторонній дросельний клапан може встановлюватись в двох місцях:

- як показано на гідравлічній схемі (рис. 7.21),
- в лінії, що сполучає канал розподільника з штоковою камерою гідравлічного циліндра.

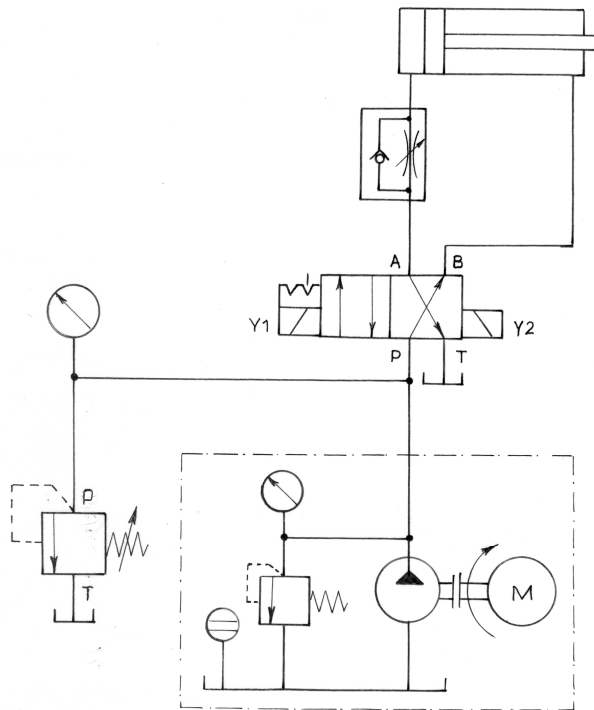


Рис. 7.21. Гідравлічна схема.

Електрична схема

електричну схему наведено на рис. 7.22.

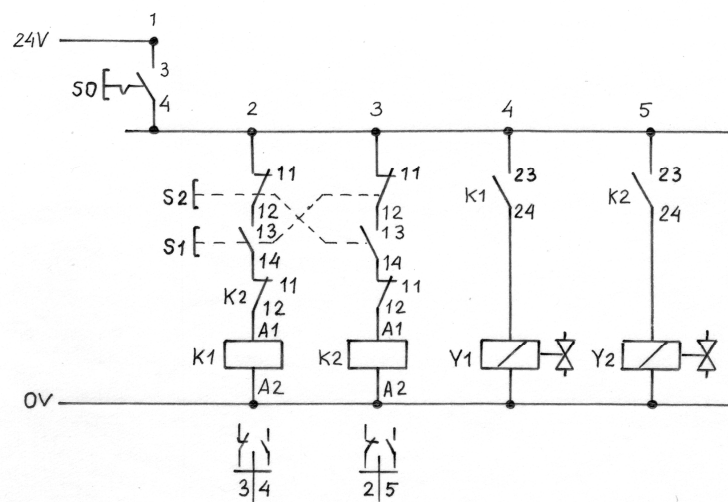


Рис. 7.22. Електрична схема

Наведемо опис функцій електричної схеми.

- Кнопка $S1$ включає реле $K1$. Шток висувається.
- Якщо натискається кнопка $S2$, включається реле $K2$. Шток втягується.
- Якщо обидві кнопки натискаються одна за одною, то реле,

яке включилося першим, відключається, але і інше реле не перемикається. Тому обидва реле будуть відключеними, і двопозиційний розподільник залишатиметься в попередньому положенні.

Приклад 9. Затискний пристрій з самоутриманням

Гідравлічна схема

Гідравлічну схему наведено на рис.7.23.

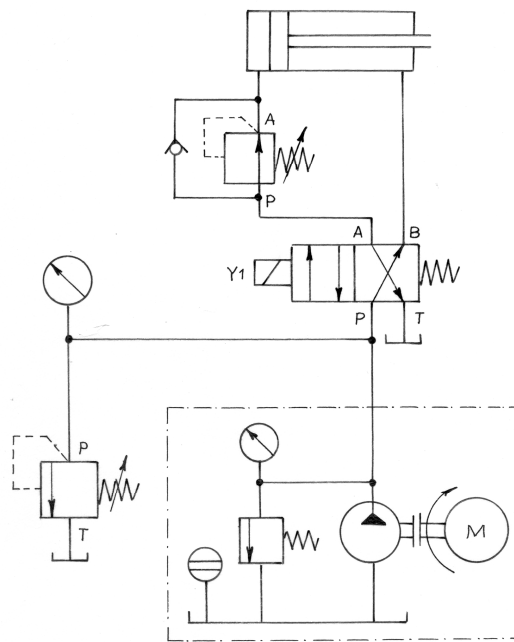


Рис. 7.23. Гідравлічна схема

Переливний клапан може бути встановлений або між розподільником і гідравлічним циліндром, або між джерелом тиску і розподільником.

- Якщо регулятор тиску встановлено між розподільником і циліндром, то необхідно встановити зворотний клапан паралельно регулятору тиску, щоб забезпечити виконання зворотного ходу. При зворотному ході штокова площа поршня сприймає повний тиск в системі.
- Якщо регулятор тиску встановлено між джерелом тиску і розподільником, то зворотний клапан не потрібний. В цьому випадку тиск буде понижено і для зворотного ходу циліндра.

Електрична схема кола з самоутриманням, домінуючим включенням

Схему наведено на рис. 7.24.

Опишемо функції схеми.

Самоутримання відбувається при натисненні на кнопку $S1$, розподільник перемикається у включене положення. Шток висувається.

При натисненні на кнопку $S2$ самоутримання знімається, розподільник перемикається у вимкнений стан. Шток втягується.

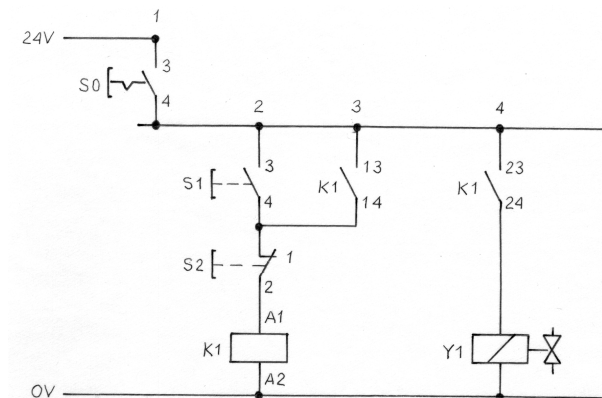


Рис. 7.24. Електрична схема

Якщо обидві кнопки ($S1$ і $S2$) натиснуто, то самоутримуюча схема не одержує ніякого сигналу, перемикання не відбувається.

Логічна схема

Логічну схему наведено на рис. 7. 25.

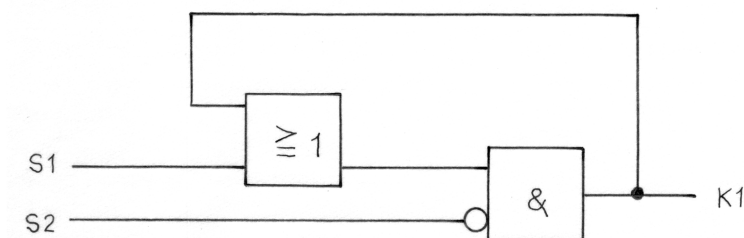


Рис. 7.25. Логічна схема

Приклад 10. Розгортковий верстат

Гідравлічна схема

Гідравлічну схему наведено на рис. 7.26.

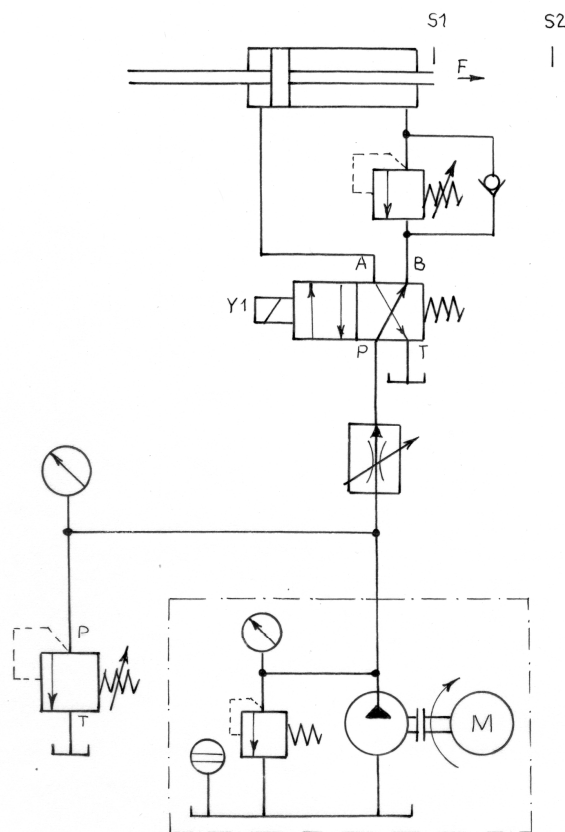


Рис. 7.26. Гідравлічна схема

У цій вправі швидкість повинна точно підтримуватися при змінному навантаженні. Це вимагає установки регулятора потоку.

Регулятор потоку працює тільки в одному напрямі потоку. Для того, щоб він працював для двох напрямів, регулятор потоку повинен бути встановлений між джерелом гідравлічної енергії і розподільником. Рідина йде в обхід підпірного клапана через зворотний клапан під час зворотного ходу.

Електрична схема (рис. 7.27)

Для створення самоутримуючого контура кінцевий вимикач $S2$ має бути включеним в схему як нормально замкнутий контакт. Кінцевий вимикач $S2$ – включеним як нормально розімкнений контакт. Натиснутий нормально розімкнений контакт показано на схемі як нормально замкнутий контакт із стрілкою. Контакти нумеруються відповідно до стандарту. Це дозволяє надалі позначати електричні лінії, що сполучають кінцеві вимикачі.

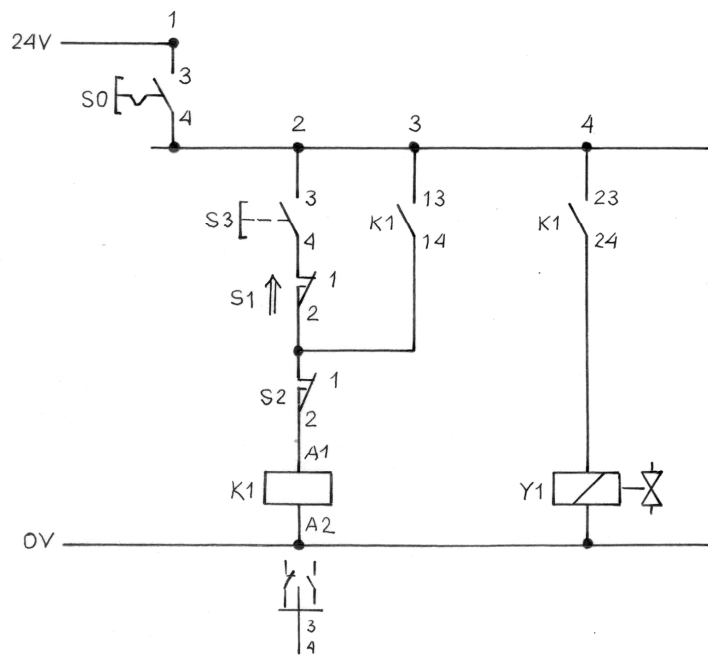


Рис. 7.27. Електрична схема

Приклад 11. Прес

Функціональна діаграма для гідравлічного преса (рис.7.28)

Перша частина циклу

Розподільник переходить у включений стан при виконанні наступних умов:

- головний вимикач включений,
- шток циліндра у втягнутому положенні,
- натиснуто кнопку «пуск».

Друга частина циклу

Якщо діючий тиск перевищує встановлений граничний тиск або шток циліндра висувався в крайнє положення, то розподільник перемикається. Шток втягується.

Кінець циклу

Цикл закінчено, якщо шток циліндра досяг крайнього втягнутого положення.

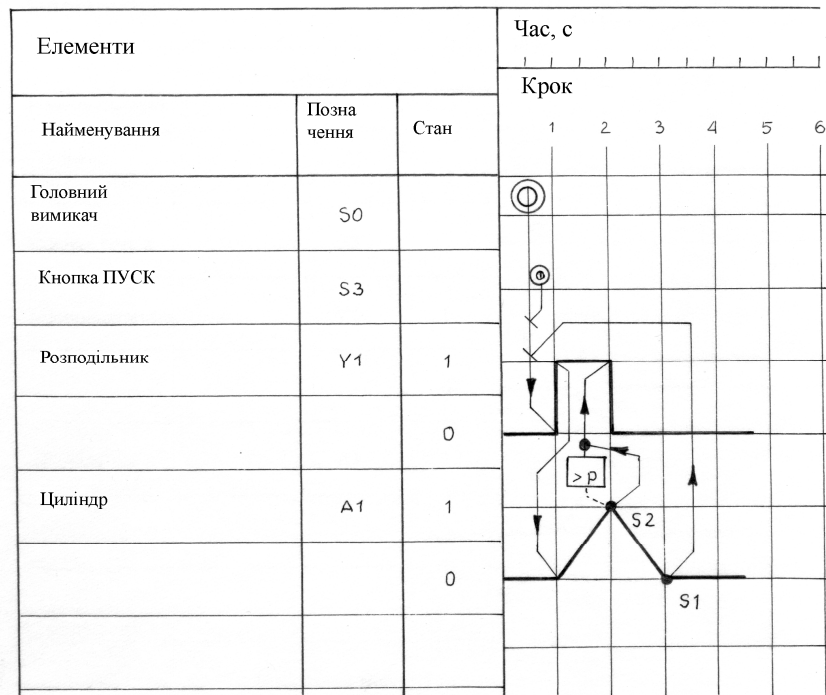


Рис. 7.28. Функціональна діаграма

Гідравлічна схема

Гідравлічну схему наведено на рис. 7. 29.

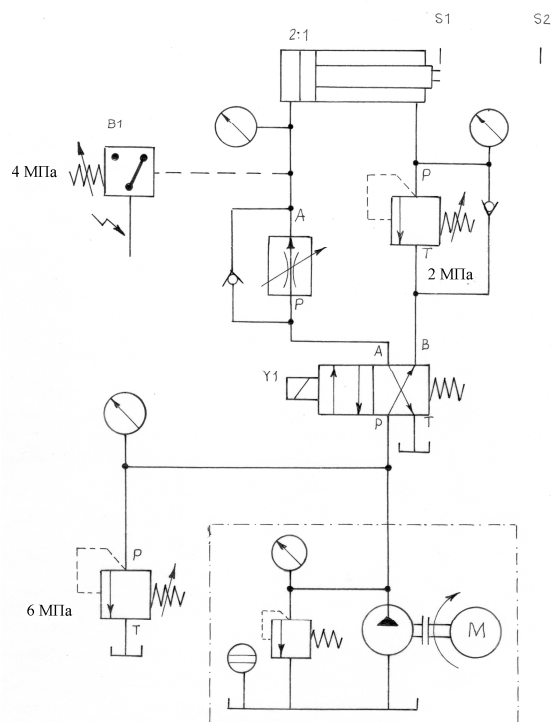


Рис. 7.29. Гідравлічна схема

Реле тиску потрібно встановити між клапаном, що дроселює, і циліндром. Потрібно встановити прилади для вимірювання тиску (для настройки реле тиску і підпірного клапана).

Максимальний тиск

Максимальний тиск складає 6 МПа, він є набагато меншим за тиск, що виникає при дроселюванні на виході. Достатньо, щоб елементи гідравлічної системи були розраховані на робочий тиск до 6 МПа.

Настройка реле тиску

Якщо на підпірному клапані встановлений тиск спрацьовування складає 2 МПа, то через різницю площ тільки 1 МПа є необхідним для подолання сил тертя при дії тиску з поршневої сторони в циліндрі (сили тертя не враховуються).

Додаткова величина тиску, необхідна для виконання операції запресування:

$$\frac{F_p}{A} = \frac{6000N}{\pi(25mm)^2} = 3,06 \frac{N}{mm^2} = 3,06 \text{ МПа}.$$

Тому реле тиску має бути налаштованим на величину:
 $1 \text{ МПа} + 3,06 \text{ МПа} = 4,06 \text{ МПа} = 40 \text{ МПа}.$

Електрична схема (рис. 7.30)

Положення реле:

- реле $K1$ включене, розподільник перемкнутий, шток висувається;
- реле $K2$ включене, шток в крайньому втягнутому положенні;
- реле $K3$ включене, перевищення тиску;
- реле $K4$ включене, шток втягується.

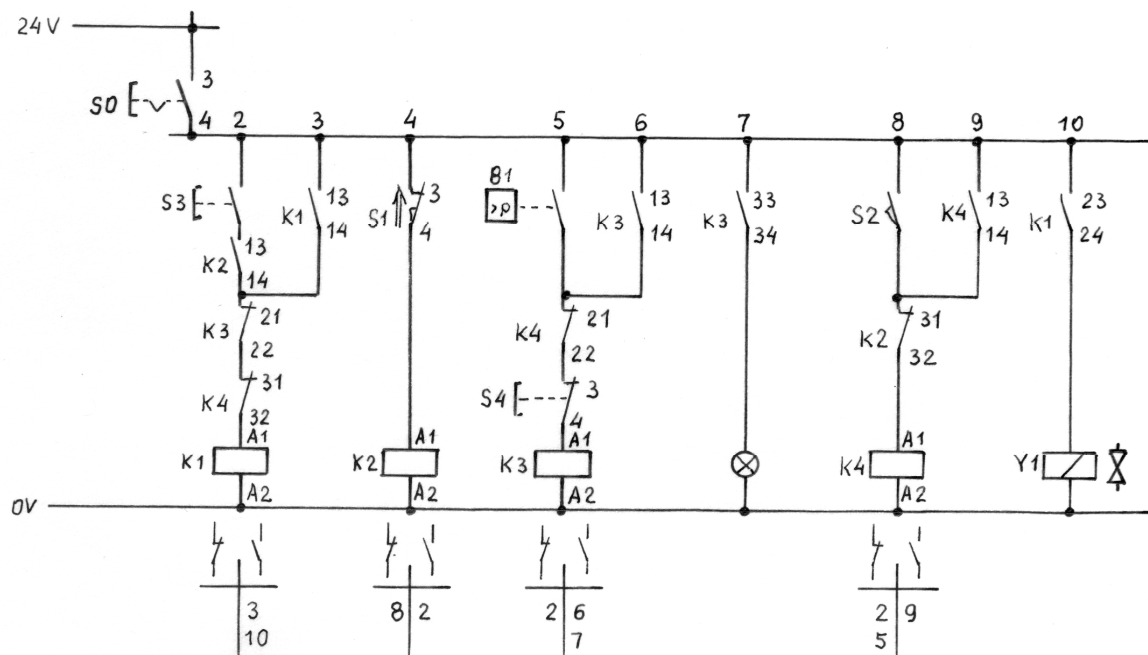


Рис. 7.30. Електрична схема:

$S0$ – головний вимикач; $S1/S2$ – кінцевий вимикач;

$S3$ – кнопка ПУСК; $S4$ – кнопка підтвердження;

$B1$ – реле тиску

Опис функцій

Нормальний рух. При натисненні кнопки ПУСК $S3$ шток висувається до кінцевого вимикача $S2$. $K4$ включається і самоутримання знімається. Нормально замкнутий контакт $K4$ в гілці 2 реалізує функцію самоутримання реле $K1$.

Відмова. Якщо тиск перевищить 4 МПа під час ходу висунення штока, реле тиску $B1$ перемикає реле $K3$. Перший контакт $K3$ знімає самоутримання з реле $K1$ в гілці 2. Шток всовується. Наступний контакт замикає гілку 7, і світловий індикатор включається. Кнопка підтвердження $S4$ знімає самоутримання з реле $K3$. Світлова індикація вимикається, і пуск циклу знов може бути здійсненим.

Діючий тиск при втягуванні штока не перевищує максимального. Тому реле тиску не повинне спрацьовувати при зворотному ході штока. Контакт $K4$ блокує гілку 5 до тих пір, поки шток циліндра не досягне крайнього верхнього положення. Кінцевий вимикач $S1$ спрацьовує, і реле $K2$ знімає самоутримання з $K4$.

Інший контакт реле $K2$ включений в гілку 2 для того, щоб процес запресовки не міг початися до тих пір, поки шток не

втягнеться до кінця – тобто поки всі умови запуску циклу не будуть виконаним.

Приклад 12. Фрезерний верстат

Гідравлічна схема

Гідравлічну схему наведено на рис. 7.31.

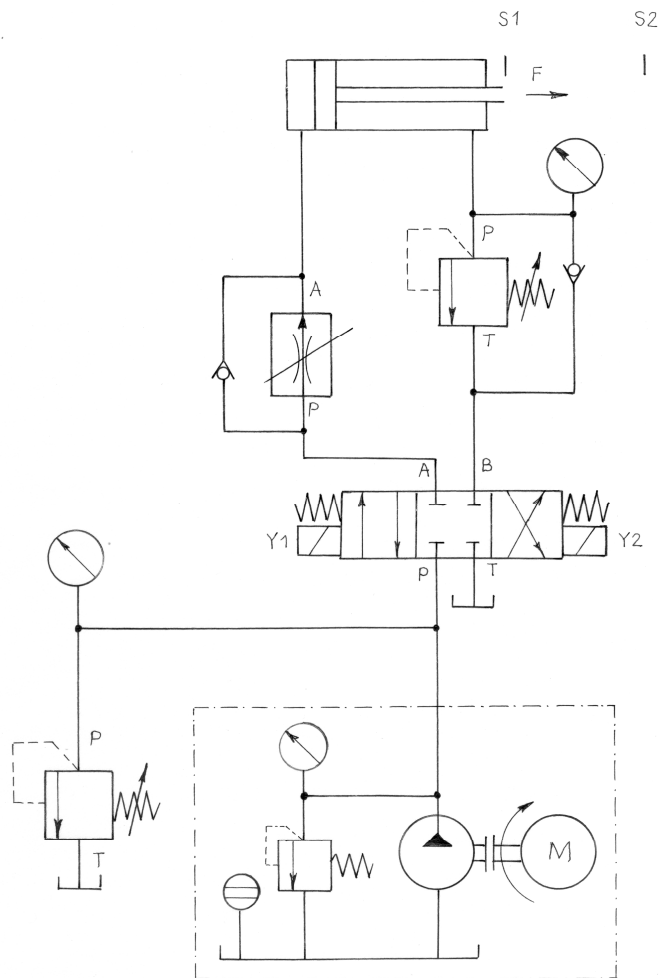


Рис. 7.31. Гідравлічна схема

Перемикання з автоматичного на ручне управління за допомогою вимикача

Електричну схему наведено на рис. 7. 32.

Автоматичне управління:

реле $K1$ включене, шток висувається;

реле $K2$ включене, шток в крайньому втягнутому положенні;

реле $K4$ включене, шток втягується.

Ручне управління:

Після переключення вимикача у положення, що відповідає ручному управлінню, шток втягується весь час, поки кнопка S5 є натиснутою і утримується.

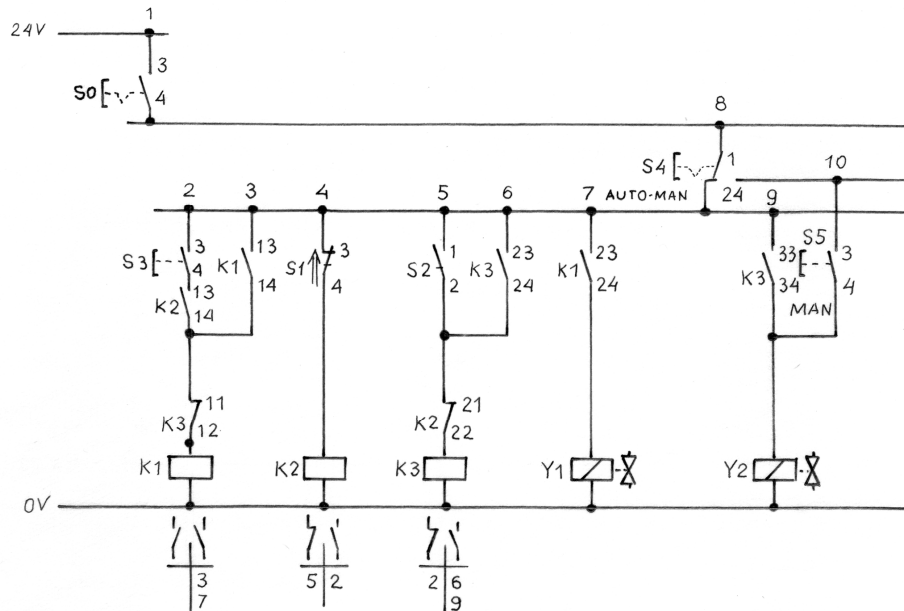


Рис. 7.32. Електрична схема:

S0 – головний вимикач; S1/S2 – кінцевий вимикач;
S3 – кнопка ПУСК; S4 – перемикач ручне/автоматичне управління; S5 – кнопка зворотного ходу

Перемикання з автоматичного на ручне управління за допомогою кнопки

Автоматичне управління:

реле K1 включене – робота в автоматичному режимі,

реле K2 включене – шток висувається,

реле K3 включене – шток в крайньому втягнутому положенні,

реле K4 включене – шток втягується.

Ручне управління:

кнопка S5 знімає самоутримання з реле K1. При цьому нормально замкнутий контакт K1 в гілці 12 замикається; шток втягується весь час, поки натиснута і утримується кнопка S6.

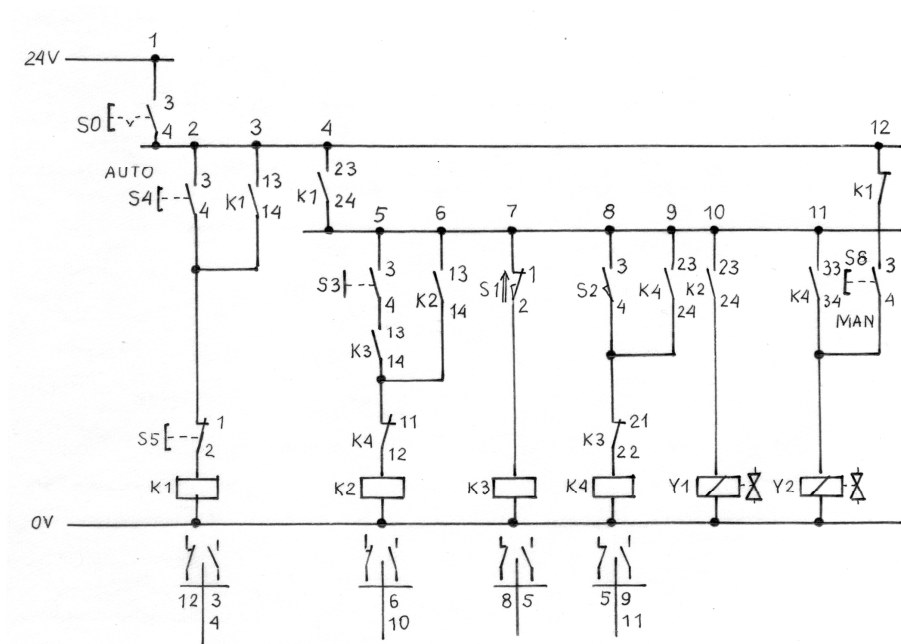


Рис. 7.33. Електрична схема:

$S0$ – головний вимикач; $S1/S2$ – кінцевий вимикач;
 $S3$ – кнопка ПУСК; $S4$ – кнопка автоматичного управління;
 $S5$ – кнопка ручного управління; $S6$ – кнопка зворотного ходу

Дана схема дозволяє проводити перемикання з автоматичного режиму на ручне управління за допомогою однієї кнопки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *ДСТУ 3321 – 2003*: Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. – Чинний з 01.10.2004.
2. *ДСТУ 2818 – 94*. Машини електричні обертові. Позначення літерні і одиниці вимірювань. – Чинний з 01.07.1996.
3. *ДСТУ 3213 – 93*. Електроприводи. Терміни та визначення. – Чинний з 01.01.1995.
4. *ДСТУ 3429 – 96*. Електрична частина електростанції та електричної мережі. Терміни та визначення. – Чинний з 01.01.1998.
5. *ДСТУ 3450 – 96*. Електромагнітні керування. Загальні технічні умови. – Чинний з 01.01.1996.
6. *ДСТУ 3488 – 96*. Гідроприводи об'ємні. Позначення літерні отворів гідроапаратів, монтажних плит, апаратів керування та електромагнітів. – Чинний з 01.01.1999.
7. *ДСТУ ISO 6099 – 93*. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Гідроциліндри та пневмоциліндри. Умовні позначення монтажних розмірів та типів кріплень. – Чинний з 01.01.1995.
8. *ДСТУ 2564 – 94* Прилади та обладнання гідравлічні. Загальні технічні умови. – Чинний з 01.07.1997.
9. *ДСТУ 3455.1 – 96*. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 1. Загальні поняття. Терміни та визначення. – Чинний з 01.01.1998.
10. *ДСТУ 3455.1 – 96*. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 2. Об'ємні гідромашини та пневмомашини. Терміни та визначення. – Чинний з 01.01.1998.
11. *ДСТУ ISO 4413-2002*. Гідроприводи об'ємні. Загальні правила застосування. – Чинний з 01.10.2003.
12. *Пелевін Л.Є.*. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: Навчальний посібник. – К. КНУБА – 1999. – 260 с.
13. *Пелевін Л.Є., Смірнов В.М., Гаркавенко О.М., Фомін А.В.* Гідро- та пневмоприводи будівельних машин: Підручник. – 2-ге вид., доп. і перероб. – К.: КНУБА, 2002. – 328 с.
14. *Пашков Е. В., Осинский Ю. А., Четвертин А. А.* Электропневмоавтоматика в производственных процессах: Учеб. пособие /Под ред. Пашкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – С.: СевНТУ, 2003. – 496 с., ил.
15. *Меркле Д., Шульц Д.* Электрогидроавтоматика: Основной курс. – К.: Фесто, 1994. – 202 с.

Навчальне видання

ПЕЛЕВІН Леонід Євгенович

РАШКІВСЬКИЙ Володимир Павлович

ГІДРОМАШИНИ І ГІДРОАВТОМАТИКА

Навчальний посібник

Редагування та коректура *Н.М. Зубарєвої*
Комп'ютерна верстка *Ю.Г. Томащука*

Підписано до друку 12.03.2008 .Формат 60х84 1/16
Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Друк на різнографі.
Ум.-друк. арк. 8,0. Обл-вид.арк.7,44.Ум. Фарбовідб. 65
Тираж 100 прим. Вид. № 6/І-07. Зам. № 42/І-08

КНУБА, Повітрофлотський проспект, 31, Київ-680, 03680

Віддруковано в редакційно-видавничому відділі
Київського національного університету будівництва і архітектури

Свідectво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.