

## РОЗДІЛ 8. НАПРЯМНА ТА РЕГУЛЮЮЧА ГІДРОАПАРАТУРА

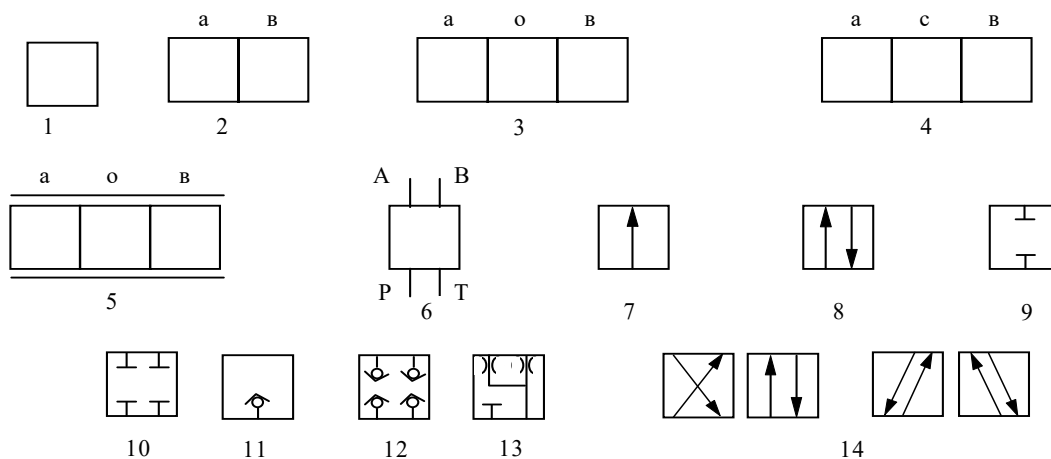
Напрямна гідроапаратура - гідроапаратура, яка керує пуском, зупинкою та напрямком потоку робочої рідини шляхом повного відкриття або повного закриття робочого прохідного перерізу. До неї відносяться: гідророзподільники, зворотні клапани, гідрозамки та логічні гідроклапани.

Регулююча гідроапаратура - гідроапаратура, яка керує тиском, витратою та напрямком потоку робочої рідини шляхом часткового відкриття робочого прохідного перерізу. До неї відносяться: гідроклапани тиску, запобіжні клапани та редуційні клапани, регулятори тиску, гідродроселі, регулятори витрати, дільники та суматори потоку, гальмівні клапани.

### 1. РОЗПОДІЛЮВАЧІ ПОТОКУ РОБОЧОЇ РІДИНИ

Призначення розподільників потоку полягає в одночасному з'єднанні або роз'єднанні декількох трубопроводів за обумовленою схемою, тобто, призначаються для управління потоком робочої рідини між ланками та агрегатами гідросистеми.

Показовим параметром розподільника є так звана робоча позиція (рис. 2.10).

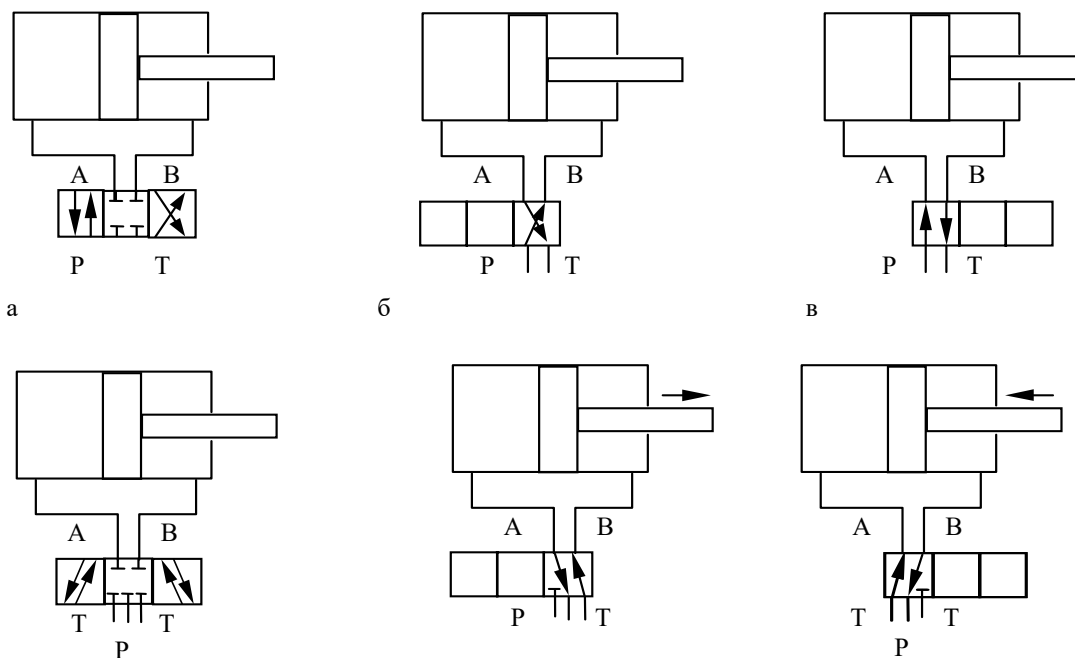


1-робоча позиція; 2-дві позиції; 3,4-три позиції; 5-нескінченна безліч робочих положень; 6-підведення робочих ліній (чотири); 7,8-канали у робочих позиціях відкриті; 9,10,11,12-канали у робочих позиціях закриті; 13-канали включають елементи, що дроселюють; 14-напрямки руху потоку рідини

Рисунок 2.10. Умовні позначення окремих елементів розподільників:

Вона зображується квадратом з відповідним заповненням знаками та лініями, що означають канали та напрямки потоків рідини. Таких позицій (положень розподільника) може бути дві, три та нескін-

ченне число (у розподільниках із пропорційним регулюванням). Вихідна позиція розподільника в умовному позначенні розпізнається по виходу ліній А, В, Р, Т за межі квадрата (рис. 2.11, а).



*а – вихідна позиція; б – права позиція; в - ліва позиція*  
**Рисунок 2.11.** Схема спрацьовування трипозиційних розподільників:

На рис. 2.11 б, відповідно показані права і ліва позиції. Розшифрування буквених позначень гідроліній наведено у таблиці 2.1.

За конструкцією розподільники поділяються на три основні типи: золотникові, кранові та клапанні (рис. 2.12, а, б, в). Найбільш поширені золотникові розподільники (рис. 2.13), які у свою чергу поділяються:

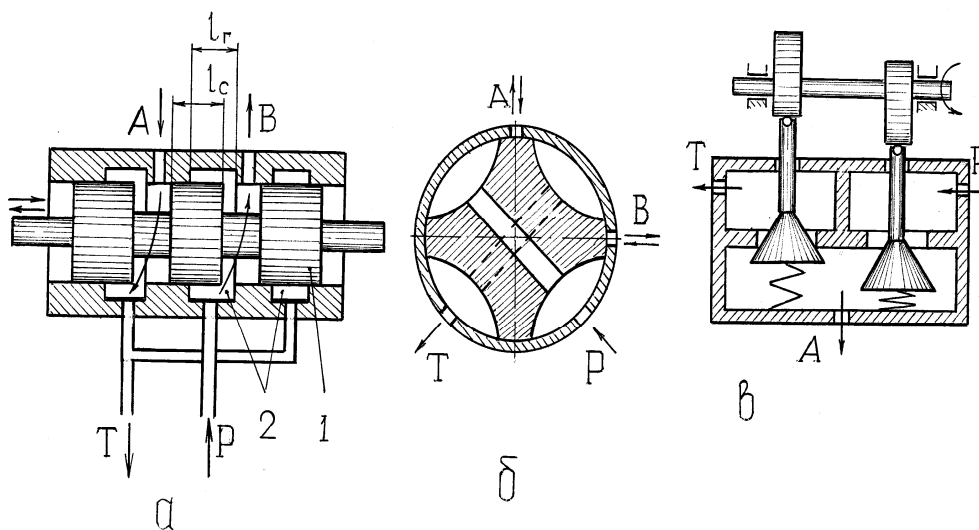
1. за способом управління - з керуванням від кулачка (а), з ручним керуванням (б), з електрокеруванням (в, г), з електрогідрокеруванням (д, ж, з), з гідрокеруванням (е);

2. за кількістю ходів (ліній), тобто. підключених трубопроводів - трилінійні (а), чотирилінійні (б, в, г, д, е, з), п'ятилінійні з роздільним зливом (ж);

3. за кількістю позицій, тобто. постійних фіксованих положень скалки золотника (середні, два крайніх і кілька проміжних) - двопозиційні (а), трипозиційні (б-з) і багатопозиційні (на малюнку не показані);

4. за характером перекриття прохідних щілин між кромками скалки та розточками гільзи (рис. 2.12, а) – з негативним (ширина кромки качалки  $l_c$  менше ширини розточки гільзи  $l_r$ ), з нульовим ( $l_c = l_r$ ) і позитивним ( $l_c > l_r$ ) перекриттям;

5. за видом підключення - у різьбовому, фланцевому, стикувальному та модульному виконанні.



**Рисунок 2.12.** Схеми золотникового (а), кранового (б) та клапанного (в) розподільників:  
 А,В - лінії приводу; Р – напірна магістраль; Т – зливна магістраль; 1-золотник; 2-розточування гільзи

Розподільники, крім того, виготовляють без регулювання та з регулюванням часу включення. В останньому випадку (рис.2.13, з) кожна торцева камера розподільника з'єднана з лінією управління або зливу через паралельно з'єднані зворотний клапан і гідроопір (дросель). Час підключення золотника у разі регулюється шляхом зміни величини опору дроселя.

На практиці бувають необхідні різні варіанти з'єднання ліній гідросистеми. У крайніх положеннях качалки розподільника, як правило, відбувається реверс приводу, так як напірна і зливна магістралі з'єднуються з протилежними камерами приводу (у трілінійних двопозиційних розподільниках камера приводу з'єднується зі зливом, що прийнятно для керування плунжерними гідроциліндрами, в яких повернення у вихідне положення відбувається під дією власної сили тяжіння робочого органу або грузу). У той же час при середньому положенні качалки розподільників використовуються різні варіанти з'єднання (рис. 2.13): всі канали Р (напір), А, В (до споживача), Т (злив) з'єднані між собою (б) ; всі канали перекриті (в, ж); канал Р перекритий, канали А і з'єднані зі зливом Т (г, з); канали А, В перекриті, канал Р з'єднаний зі зливом Т (д). Використовуються інші варіанти (таблиця 2.2). Серед представлених схем розподільників особливої уваги заслуговує схема б4, яка при зупинці робочого органу, що відбувається при вихідному положенні розподільника, забезпечує з'єднання лінії нагнітання Р зі зливною магістраллю Т при закритих лініях споживача

A, B і розвантажує електродвигун насоса, зменшуючи тим самим витрату електроенергії. Однак її застосування можливе тільки при одному споживачі або коли кілька споживачів працюють в одному режимі (одночасна робота та зупинка). Якщо є два або більше незалежних споживачів при живленні від одного насоса доцільно використувати схему 44. Тому перш ніж вибрати розподільник, необхідно ґрунтовно ознайомитися з вимогами, які пред'являються до проектного приводу.

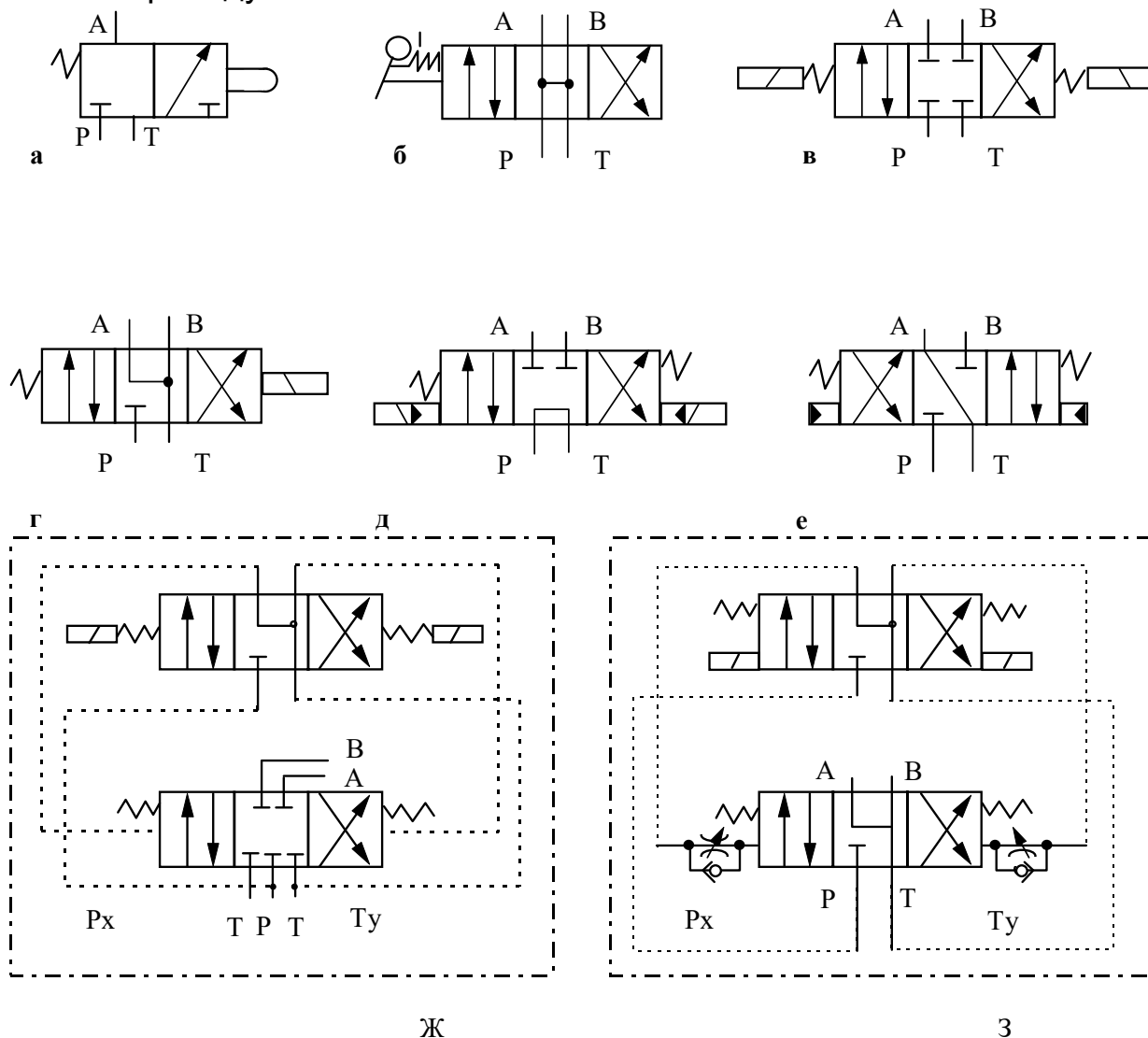


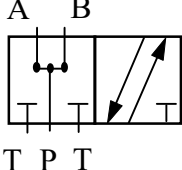
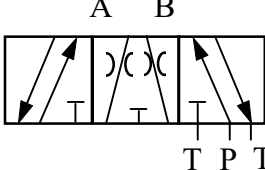
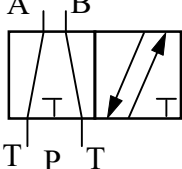
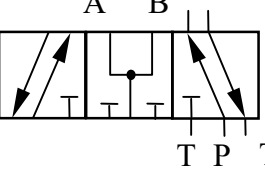
Рис. 2.13. Схеми золотникових розподільників

У скороченому запису розподільники позначають через дріб, у чисельнику якої вказують число ліній, а знаменнику - число позицій золотника. Наприклад, чотирилінійний трипозиційний розподільник позначають "Розподільник 4/3".

Таблиця 2.2. Схеми гідророзподільників

Номер схеми	Умовне позначення	Номер схеми	Умовне позначення
1		2	
14	<p>A B</p> <p>P T</p>	124	<p>A B</p> <p>P T</p>
24	<p>A B</p> <p>P T</p>	134	<p>A B</p> <p>P T</p>
34	<p>A B</p> <p>P T</p>	164	<p>A B</p> <p>P T</p>
44	<p>A B</p> <p>P T</p>	573	<p>A B</p> <p>P T</p>
54	<p>A B</p> <p>P T</p>	574	<p>A B</p> <p>P T</p>
64	<p>A B</p> <p>P T</p>	П'ятилінійні	
74	<p>A B</p> <p>P T</p>	15	<p>A B</p> <p>T P T</p>

	1	2
84		25
94		35
45		545
55		555
65		565
75		575
85		575A
515		575B

1	2
525 	575В 
535 	575Г 

Розподільники, незалежно від схеми виконання, мають певні діаметри умовних проходів.  $D_y$ : 6; 8; 10; 12; 16; 20; 22; 32 мм та більше. Відповідно до величини  $D_y$  витрата масла  $Q$ , що проходить крізь розподільник, орієнтовно складає:

$1.67 \cdot 10^{-4}$ ;  $3 \cdot 10^{-4}$ ;  $5.8 \cdot 10^{-4}$ ;  $1.17 \cdot 10^{-3}$ ;  $1.67 \cdot 10^{-3}$ ;  $2.56 \cdot 10^{-3}$ ;  
 $3.34 \cdot 10^{-3}$ ;  $6.68 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с.

При виборі розподільників необхідно також враховувати величину допустимих їм робочих тисків (5.0; 6.3; 10; 20; 32 МПа і більше).

Коротка технічна характеристика золотникових гідророзподільників наведена в таблиці П. 2.4. Позначення на кшталт керування: Р - ручне (Н - ножне); М - механічне; Г - гідравлічне; П - пневматичне; Е - електричне; ЕГ - електрогідравлічне; ЕП - електропневматичне.

Клапані розподільники відрізняються від золотникових більшою герметичністю завдяки запірно-регулюючим елементам. За конструкцією їх поділяють на кулькові і конусні, а залежно від кількості клапанів - на двох -, трьох -, чотириклапанні і більше. Виконуються з ручним, електромагнітним і гідравлічним управлінням. Набули широкого застосування для роботи на воді та емульсії.

Кранові розподільники застосовують при невеликих витратах та тисках рідини. Напрямок потоку рідини змінюють поворотом конічної або циліндричної пробки на певний кут.

## 2. ЗВОРОТНІ КЛАПАНИ

Зворотні клапани відносяться до напрямної гідроапаратури і призначаються для пропускання робочої рідини тільки в одному напрямку. При зміні напрямку потоку вони закриваються, припиняючи подачу робочої рідини.

Основними елементами клапанів (рис. 2.14 а) є корпус, кульовий клапан і пружина. У деяких випадках зворотні клапани доцільно встановлювати на виході зливної магістралі, щоб забезпечити заповнення гідросистеми маслом і запобігти тим самим підсмоктування повітря. Втрати тиску в цьому випадку складають приблизно 0.1 МПа.

Коротка технічна характеристика зворотних клапанів наведена в таблиці П. 2.4.

### 3. ГІДРОЗАМКИ

Гідрозамок - напрямний апарат, призначений для пропускання потоку робочої рідини в одному напрямку і замикання зворотного потоку за відсутності керуючого тиску  $p_x$  (рис. 2.14, б), а за його наявності – пропускання потоку в обох напрямках. Гідрозамок на відміну від звичайного зворотного клапана має рухоми частину - ступінчастий плунжер, який відкриває кульовий клапан у разі подачі тиску, що управляє  $p_x$ . Коротка технічна характеристика гідрозамків наведена в таблиці П. 2.4.

### 4. ЛОГІЧНІ ГІДРОКЛАПАНИ

Логічний гідроклапан АБО - напрямний апарат, що пропускає потік робочої рідини за наявності тиску в одному з підводів з одночасним замиканням іншого підведення (рис. 2.14, в).

Клапан містить пружину і рухомий ступінчастий плунжер, який у вихідному положенні роз'єднує канали А і В. При тиску  $p_1 = 0$  і подачі тиску  $p_2$  рідина тисне на поясок плунжера, утворений різницею розмірів двох діаметрів останнього, і піднімає плунжер вгору, стискаючи при цьому пружину. Рідина у разі протікає з магістралі В в магістраль А. При подачі тиску  $p_3$  в магістраль А рідина тисне на торець плунжера і, долаючи опір пружини, піднімає клапан. Рідина протікає з магістралі А в В. Якщо подано тиск  $p_1$ , то воно замикає клапан, притискаючи плунжер до сідла, і роз'єднує магістралі А і В.

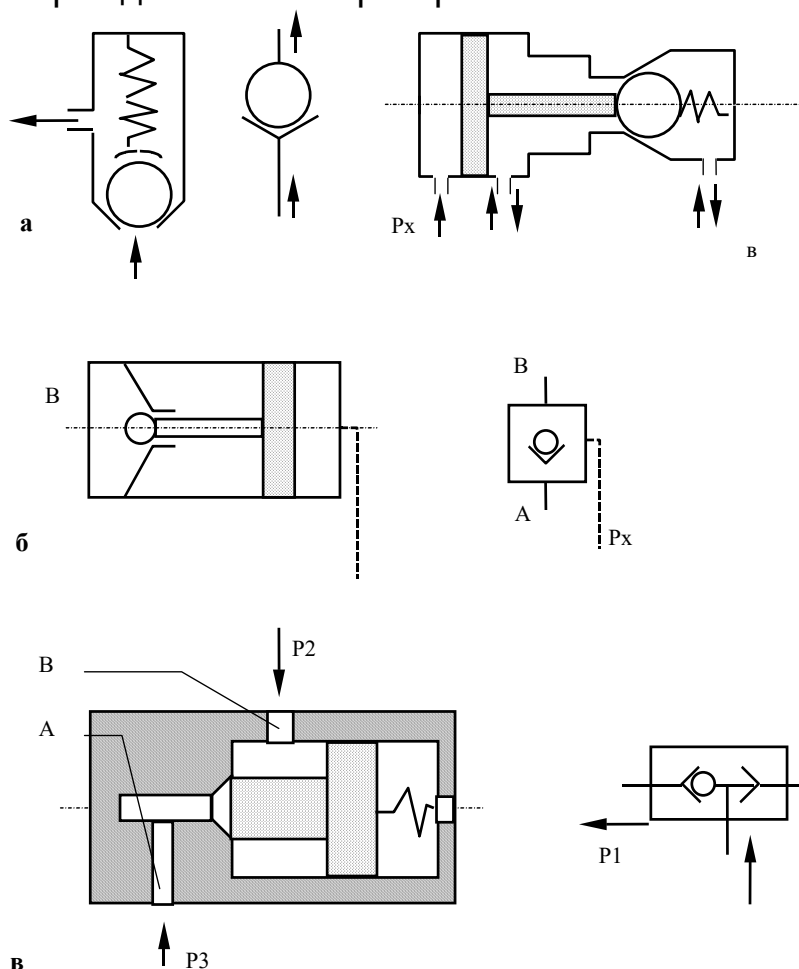
### 5. ЗАПОБІЖНІ КЛАПАНИ

Ці клапани відносяться до напірних клапанів, є регулюючої гідроапаратурою і призначаються для обмеження підвищення тиску в гідросистемі, в порівнянні з заданим, шляхом скидання робочої рідини в бак. Клапани поділяються на два основні типи: клапани прямої дії (рис. 2.15, в) і клапани непрямої дії (2.15, г, д, е). Клапан прямої дії складається з корпусу 1, ступінчастого плунжера 2, пружини 3 і гвинта



налаштування 4. Необхідну величину допустимого тиску в гідросистемі встановлюють гвинтом 4 шляхом стиснення пружини 3, яка впирається в торець плунжера 2. При тиску в системі нижче за налаштований плунжер під дією пружини знаходиться в нижньому положенні і перекриває канал зливу рідини в бак. Якщо величина тиску в гідросистемі перевищить налаштовану, то плунжер піднімається вгору (посилення тиску на плунжер з боку стає більше ніж зусилля пружини) і з'єднує нагнітальну магістраль **P** зі зливом **T**, що знизить тиск в гідросистемі до заданої величини.

Основною характеристикою клапана є стабільність підтримуваного ним тиску. Для її підвищення необхідно зменшувати жорсткість пружини і збільшувати площу плунжера. Однак збільшення площі плунжера при високих тисках призводить до неприпустимого зростання розмірів пружини, а отже, і розмірів клапана. Тому в системах з високим робочим тиском використовують клапани непрямої дії, в яких потік робочої рідини впливає на запірно-регулюючий орган не безпосередньо, а через допоміжний пристрій.



**Рисунок 2.14.** Схеми та умовні позначення зворотних клапанів: звичайного (а); гідрозамка (б); логічного клапана "або" (в)

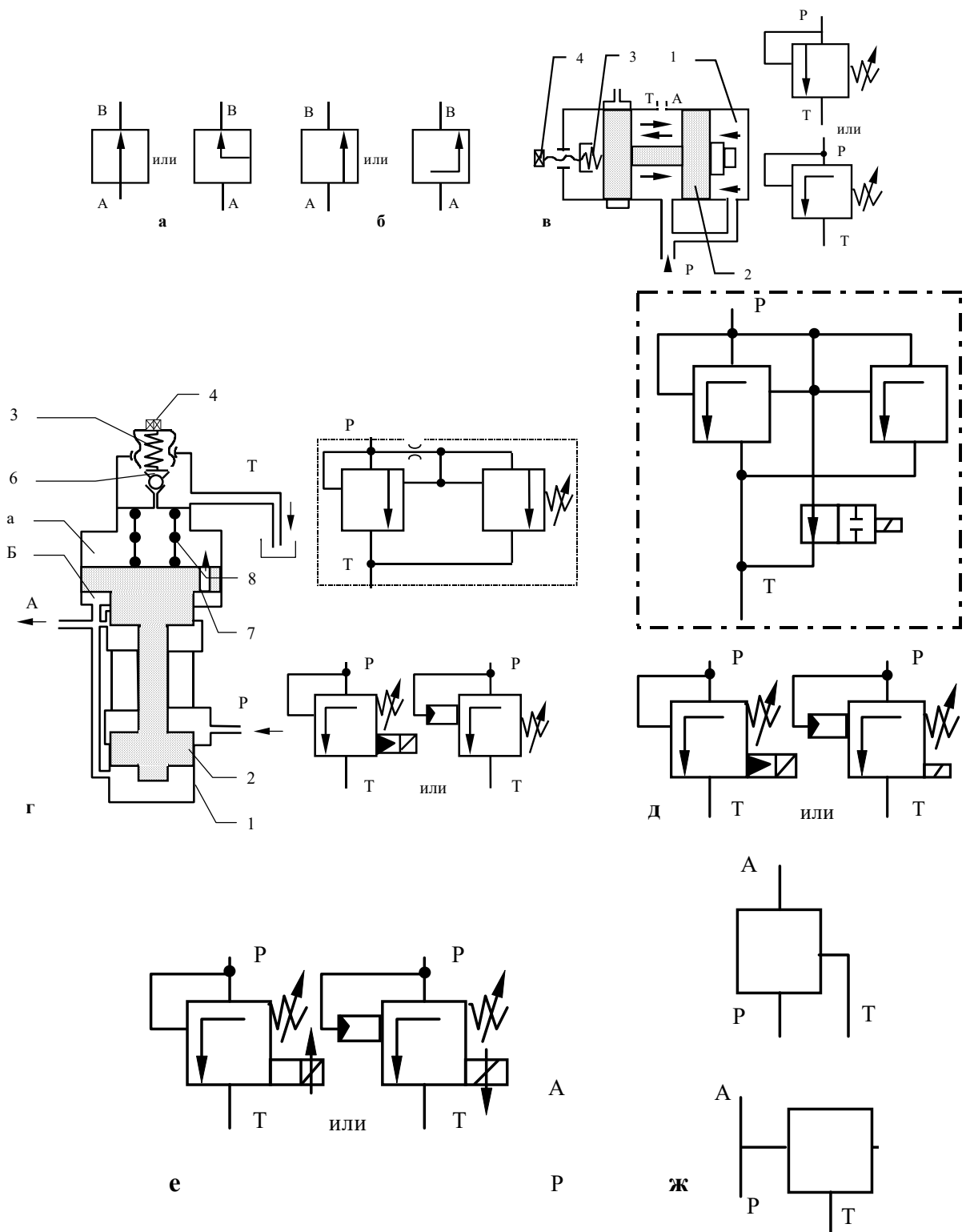
Клапан непрямої дії (рис. 2.15, з) ще називають запобіжним клапаном з переливним золотником. В даному випадку функції переливного золотника виконує ступінчастий плунжер 2 з кільцевою розточкою і каналами **Р**, **А**, **Т** в корпусі 1, а функцію запобіжного - шаровий клапан 6. Плунжер 2 має дросель 7 і пружину 8 меншої жорсткості, ніж жорсткість пружини 3. Налаштування клапана проводиться гвинтом 4.

При відсутності тиску або низькому тиску лінії **Р** злив **Т** перекритий. При підвищенні тиску в гідросистемі вище обумовленої пружиною 3 величини рідина з камери **а** через кульовий клапан перетікає на злив в лінію **Т**. У цьому випадку тиск в камері падає, і плунжер за рахунок перепаду тисків в камерах **а**, **б**, **с** піднімається нагору і з'єднує лінію **Р** зі зливною магістраллю **Т**.

На рис. 2.15 д показано умовне позначення клапана непрямої дії з розвантаженням. Вихідна позиція забезпечується тиском налаштування допоміжного клапана, керованого розподільником з електромагнітом. Використання таких клапанів дуже ефективно у випадках, коли машина (механізм) працює з частими короткочасними зупинками і недоцільно на цей час відключати насос. Наявність клапана дозволяє на період зупинки машини (механізму) розвантажувати насос, пропускаючи рідину безпосередньо на злив. При включенні машини (механізму) золотник автоматично закривається і клапан починає працювати як звичайний запобіжний клапан.

На рис. 2.15, е показані умовні позначення клапана непрямої дії з роботою в пропорційному режимі. Вихідна позиція забезпечується тиском налаштування допоміжного клапана, керованого електромагнітом пропорційної дії. Відмінність цього клапана від попереднього полягає в тому, що крім двох крайніх положень ("відкрито", "закрито") він забезпечує нескінченне число проміжних положень, дозволяючи плавно регулювати тиск у гідросистемі. Його робота може здійснюватися автоматично за заданою програмою або реакції у відповідь на зміни, що протікають в гідросистемі.

Можливі два варіанти підключення запобіжних клапанів до гідросистеми (рис. 2.15 ж): у першому випадку клапан безпосередньо врізається в напірну магістраль, у другому випадку він встановлюється на відводі нагнітальної магістралі і його вихідний отвір **А** перекривається заглушкою.



**Рисунок 2.15.** Робочі органи у вихідній позиції (нормально відкритий (а), нормально закритий (б)), схеми та умовні позначення (повні та спрощені) запобіжних клапанів: прямої дії (в); непрямої дії (г, д, е); схеми підключення клапанів до магістралі (ж)

Необхідно враховувати ту обставину, що запобіжні клапани чутливі до резонансних коливань. При встановленні клапана в системі

для запобігання можливості виникнення резонансних коливань треба дотримуватися співвідношення

$$\omega_k \neq \omega_0 \text{ або } \Delta\omega = |\omega_k - \omega_0| = |0.1 - 0.15| \cdot \omega_{\max},$$

де  $\omega_k$  - власна частота клапана;  $\omega_k = \frac{60}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{m}}$ ;

**C** - сумарна жорсткість пружини;

**m** - маса рухомих частин;

$\omega_0$  - частота пульсацій тиску в гідросистемі, яка визначається частотою пульсацій насоса та характером роботи споживачів.

Для гасіння резонансних коливань клапанів у деяких випадках використовують гідравлічні демпфери, що поглинають енергію коливань. Крім того, необхідно встановлювати клапани якомога ближче до тих агрегатів, для захисту яких вони призначаються. Для зниження миттєвих піків тиску рекомендується застосовувати клапани прямої дії із малою інерцією рухомих частин, так як застосування клапанів непрямої дії внаслідок їх великого запізнення може призводити до великих стрибків тиску. Технічні дані про клапани наведені в *таблиця П. 2.5.*

## 6. РЕГУЛЯТОРИ ТИСКУ І РЕДУКЦІЙНІ КЛАПАНИ

Застосовуються трилінійні регулятори тиску прямої та непрямої дії.

Трилінійні регулятори тиску прямої дії виконуються простими та з електроконтролем. Ці регулятори являють собою клапан, який підтримує постійний тиск в лінії зв'язку з гідродвигуном (знижений порівняно з тиском в підведеному потоці), незалежно від напрямку потоку (наприклад, в механізмах врівноваження). У виконанні з електроконтролем тиск у лінії зв'язку з гідродвигуном контролюється за допомогою вбудованого електроконтактного пристрою.

Трилінійний регулятор тиску непрямої дії являє собою регулятор з вищевказаною функцією, в якому розміри робочих прохідних перерізів змінюються основним запірно-регулюючим елементом в результаті впливу потоку керуючого робочої рідини з лінії зв'язку з гідродвигуном на допоміжний запірно-регулюючий елемент. Технічні дані про трилінійні регулятори наведені у *таблиці П. 2.5.*

Редукційні клапани призначені для підтримки на виході клапана нижчого постійного тиску, ніж тиск на вході. Ця необхідність виникає в тому випадку, якщо від одного джерела витрати рідини живляться кілька споживачів з різними робочими тисками. Вони поділяються на клапани прямої і непрямої дії. Перші клапани зазвичай виконуються з ручним управлінням. Другі, розміри робочого прохідного перетину

змінюються основним запірно-регулюючим елементом в результаті впливу потоку керуючої робочої рідини з лінії на допоміжний запірно-регулюючий елемент (рис. 2.16).

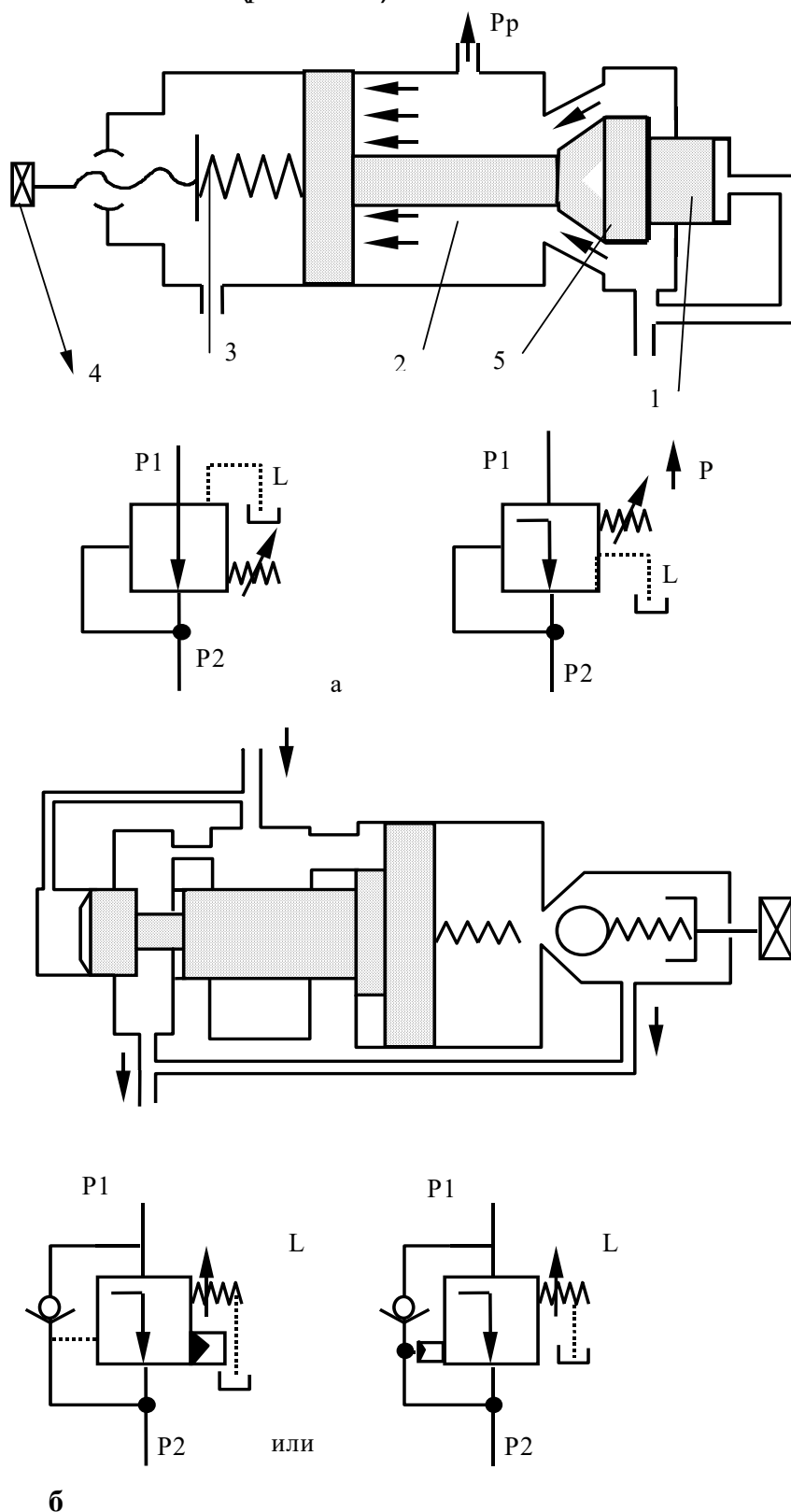


Рисунок 2.16. Схеми та умовні позначення редукційних клапанів прямої (а) та непрямої (б) дії

Редукційний клапан у своїй основі - це автоматичний дросель, опір якого дорівнює у кожний момент часу різниці між змінним тиском на вході в клапан і постійним (редукованим) тиском на виході з нього. Основними елементами найпростішого клапана (*рис. 2.16, а*) є ступінчастий плунжер 1 з конусною дроселюючою головкою 5, корпус 2, пружина 3 і регулюючий гвинт 4. Зниження тиску з вхідного  $p$  до вихідного  $p_p$  і підтримання останнього на постійному рівні обумовлено динамічною рівновагою діючих на плунжер 1 сил, з яких зусилля пружини 3 діє у бік збільшення відкриття прохідної щілини, а гідродинамічна сила (напрямок тисків показано стрілками) - у бік зменшення цієї щілини. Якщо редукований тиск  $p_p$  порівняно із заданим зменшується, то пружина негайно переміщає плунжер вправо, прохідна щілина збільшується (при цьому зменшуються втрати тиску) і редукований тиск миттєво збільшується до заданої величини. Зворотна картина спостерігається у разі підвищення редукованого тиску. Величину редукованого тиску встановлюють гвинтом 4 шляхом регулювання ступеня стиснення пружини 3. Технічні характеристики редуційних клапанів наведені в *таблиці П. 2.7*.

## 7. ДРОСІЛЬНІ КЛАПАНИ ТА РЕГУЛЯТОРИ ВИТРАТИ

Ця апаратура призначена для регулювання витрати робочої рідини і, отже, швидкості робочого органу. Основним елементом тут служить дросель - елемент, призначений для створення опору потоку робочої рідини шляхом її проходження через робоче вікно (отвори, щілина, вузький канал тощо.). Розміри робочого вікна дроселя (якщо дросель має можливість регулювання його величини) змінюються від зовнішньої дії. Існують різні конструкції та типи дроселів (*рис. 2.17*).

Разом з тим їх можна розділити на такі групи: в'язкісні та інерційні, з регулюванням та без регулювання, з регулятором та без регулятора та інші. Серед усіх дроселів найбільш поширені в'язкісні дроселі з регулятором витрати і без нього. Використання перших особливо необхідно у тих випадках, коли потрібна стійка робота приводу при зміні навантаження робочого органу. Ці дроселі забезпечують сталість витрати рідини навіть при значних коливаннях тиску в гідросистемі.

На *рис. 2.17 б* показано загальне умовне позначення дроселя без регулювання і з регулюванням. На *рис. 2.17 а*, показані схема і умовне позначення дроселя з регулятором. Його називають ще дволінійним регулятором витрати. Він складається з власне дроселя 1 і редуцій-

ного клапана 4, розміщених у загальному корпусі 3. Витрата рідини встановлюється дроселем, а постійний тиск перед дроселем в порожнині забезпечується за рахунок взаємодії золотника 5 з пружиною 2.

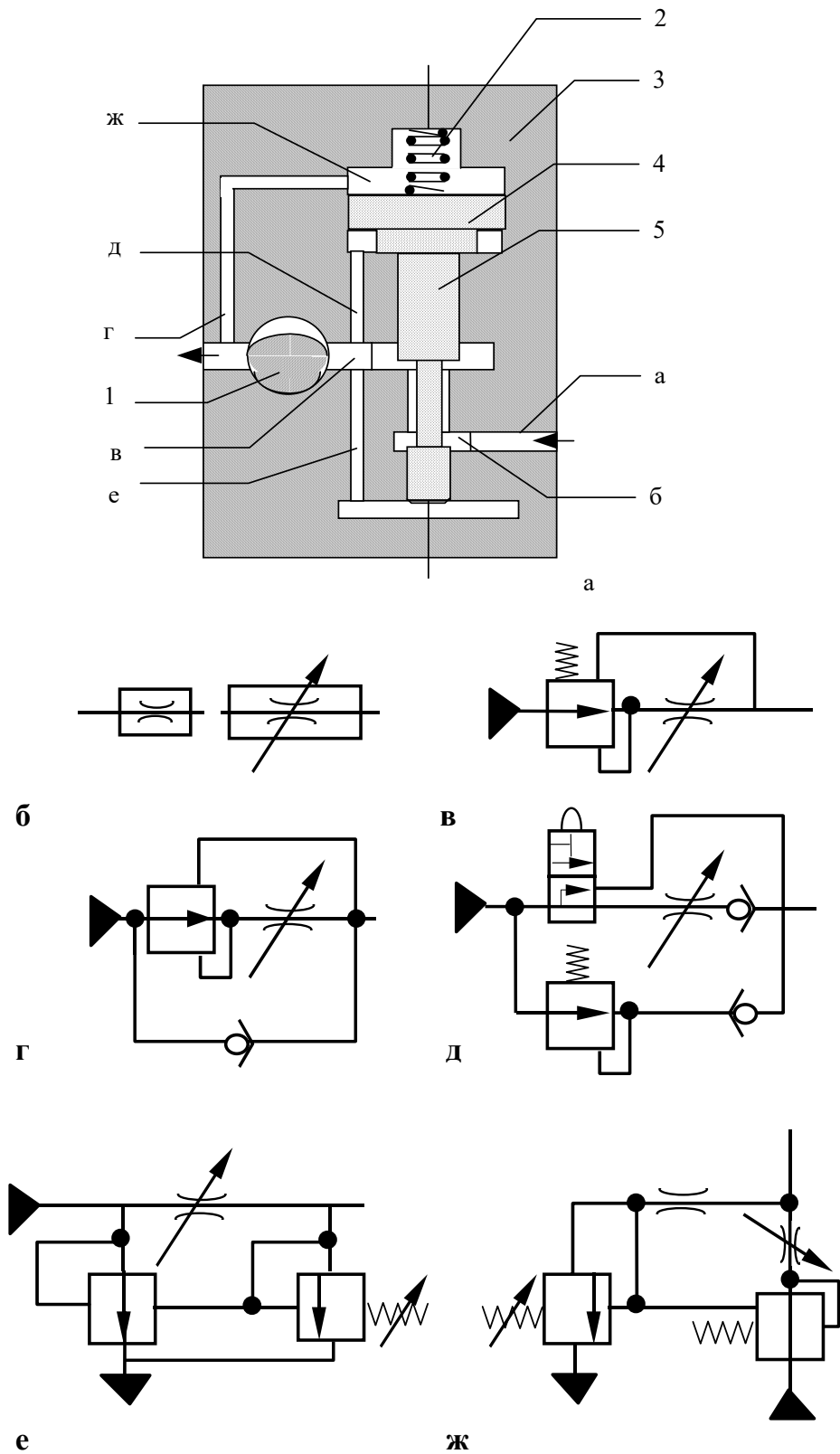


Рисунок 2.17. Конструктивна схема (а) та умовні позначення (б-ж) дроселів

Рідина підводиться в порожнину **а** і через кільцеву щілину **б**, яка утворюється між золотником 5 і отвором в корпусі 3, проходить в порожнину, звідки через дросель 1 йде на злив. Порожнина **в** через канали **е** і **д** з'єднується з верхніми і нижніми торцевими порожнинами золотника 5 і туди проходить рідина під тиском. Залежно від величини тиску золотник переміщатиметься вгору чи вниз. Вгору золотник переміщається під дією тиску, а вниз під дією пружини 2. При цьому, коли золотник переміщається вгору, щілина **б** зменшується і тиск у порожнині також зменшується. Якщо ж золотник переміщається вниз, щілина **б** збільшується і тиск в порожнині **в** також збільшується. Таким чином, редуційний клапан встановлюється автоматично і підтримує сталість тиску в порожнині **в** перед дроселем незалежно від величини тиску на вході. Постійність величини тиску в порожнині **в** у свою чергу забезпечує сталість витрати рідини, яка проходить через дросель.

Наявність каналу **г**, який з'єднує вихід дроселя **з** порожнині **ж**, забезпечує сталість перепаду тиску, тобто постійність різниці тисків перед дроселем і після нього. Величина перепаду тиску в дроселі регулюється пружиною, яка тарується на тиск 0.2...0.3 МПа.

На *рис. 2.17 г* показано умовне позначення дволінійного регулятора витрати у виконанні зі зворотним клапаном, що забезпечує вільний прохід зворотного потоку робочої рідини, а на *рис. 2.17, д* - умовне позначення дволінійного регулятора у виконанні зі зворотним клапаном і шляховим золотником з керуванням від кулачка, який встановлюється на рухомому органі машини. Наявність золотника забезпечує вільний прохід прямого потоку робочої рідини в режимі швидкого підведення робочого органу.

Трилінійні регулятори витрати виконуються із запобіжним (*рис. 2.17, е*) і з редуційним (*рис. 2.17, ж*) клапанами. Перший призначений для підтримки заданого значення витрати рідини незалежно від тиску в лінії відведення, для зміни тиску в лінії підведення в залежності від тиску в лінії відведення за умови сталості різниці цих тисків (2.5...3 МПа) і захисту гідросистеми від навантаження.

Другий регулятор призначений для підтримки лінії відведення заданих значень витрати і тиску, зниженого порівняно з тиском лінії підведення, незалежно від величини тиску підвода за умови, що різниця цих тисків становитиме близько 0.5 МПа.

Технічні характеристики дроселів та регуляторів витрати наведені у *таблиці П. 2.5*.



## 8. ДІЛЬНИКИ І СУМАТОРИ ПОТОКУ РІДИНИ

До регуляторів витрати відносяться також дільники потоку (рис. 2.18, а), призначені для підтримки заданого стану витрат робочої рідини в паралельних розгалужених потоках з різними тисками, а також забезпечення синхронності руху декількох гідроприводів (наприклад, циліндрів). Дроселі, що застосовуються в цих дільниках, виконуються як у нерегульованому, так і в регульованому варіантах. В останньому випадку на умовне зображення апарату наноситься коса стрілка. Принцип дії незалежно від конструкції базується на тому, що менш навантажену за величиною тиску лінію автоматично вводиться додатковий гідравлічний опір (шляхом переміщення дросельного золотника), який зменшує витрату цієї лінії по відношенню до величини витрати в більш навантаженій лінії.

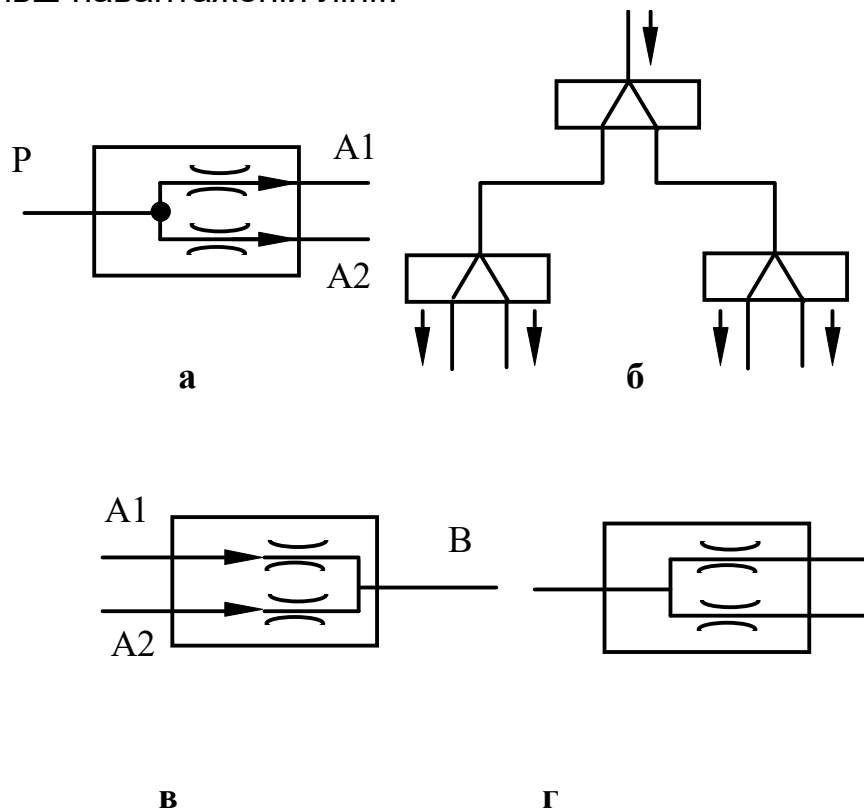


Рисунок 2.18. Умовні позначення дільників (а, б) та суматорів (в) потоку

Дільники розташовують якомога ближче до робочих циліндрів (гідродвигунів). В іншому випадку при великих обсягах рідини і, отже, високої пружності стовпа рідини буде порушуватися синхронність руху циліндрів при їх асиметричному навантаженні. Не рекомендується через цю причину між дільниками потоку та циліндрами встановлювати будь-які елементи, що мають злив. Точність дільника потоку також порушується за наявності в гідросистемі повітря.

На *рис. 2.18 б* показана схема підключення декількох дільників потоку. Технічні характеристики дільників потоку наведені в *таблиці П. 2.5*. Застосовуються також об'ємні дільники потоку, у яких поділ відбувається шляхом дозування потоків.

До апаратів цього типу відносяться також суматори потоку, призначені для підтримки заданого співвідношення витрат рідини при злитті потоків (*рис. 2.18, в*).

Застосовують також загальне умовне позначення як дільників, так і суматорів потоків (*рис. 2.18 г*).

## **9. ГІДРОПАНЕЛІ І ГІДРОАППАРАТУРА МОДУЛЬНОГО МОНТАЖУ**

Гідропанель є сукупністю гідроапаратів і конструктивно оформлена в одне ціле. Гідропанелі застосовуються в шліфувальних та агрегатних верстатах, автоматичних лініях. Промисловістю виготовляються такі гідропанелі:

*Гідропанель перемикання двох насосів по тиску* - гідропанель що складається з двох запобіжних і зворотного клапанів, призначена для об'єднання потоків робочої рідини від двох насосів при низькому тиску  $p_0$  у лінії відведення, розвантаження одного з насосів зі збільшенням  $p_0$  до заданого (у лінію відведення продовжує надходити робоча рідина від іншого насоса) та захисту системи від перевантаження.

*Гідропанель перемикання двох насосів за витратою* - гідропанель, що складається з основного і двох керуючих гідророзподільників, двох дроселів, двох зворотних і запобіжного клапанів, призначена для автоматичного перемикання ступенів подач насосів (зазвичай щодо 1:2:3) відповідно до витрати робочої рідини, що споживається гідросистемою, а також для захисту гідросистеми від перевантаження.

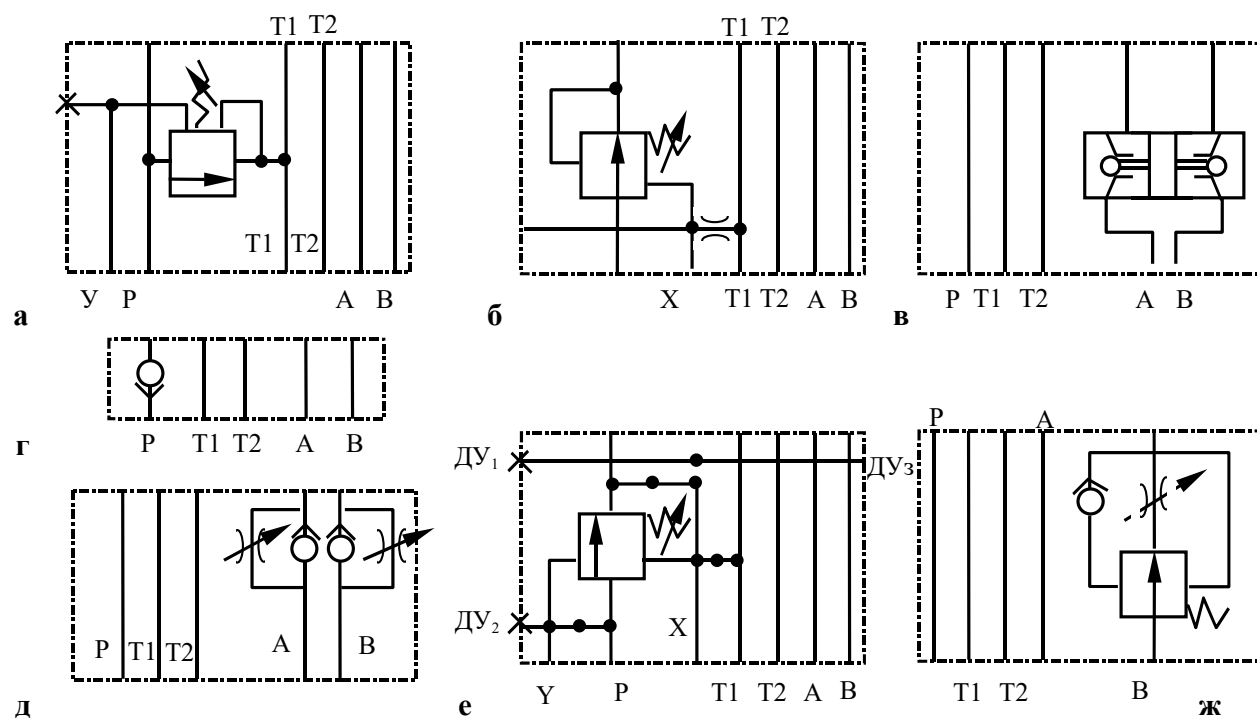
*Розвантажувальний гідроклапан* - комбінований апарат, призначений для автоматичної зміни режиму роботи насоса (робота під тиском або розвантаження) в насосно-акумуляторних станціях та обмеження верхнього рівня тиску. У виконанні з регульованою гістерезисом передбачена можливість роздільного регулювання верхнього і нижнього рівнів тиску.

*Реверсивна гідропанель з механогідравлічним управлінням* - гідропанель, призначена для реверсування руху робочих органів у положеннях, визначених налаштуванням кулачків, а також регулювання якості перехідних процесів (прискорень та пауз) за допомогою дросе-

лів, що обмежують швидкість перемикання основного запірно-регулюючого елемента. У виконанні з управлінням розвантаженням насоса передбачений додатковий гідророзподільник, що розвантажує насос при нерухомому робочому органі.

*Реверсивна гідропанель з електроуправлінням*, на відміну від вищеописаних об'єктів, спрацьовує при перемиканні електромагнітів (або сельсинів) від електричних датчиків, встановлених на робочому органі.

*Гідропанель циклу "Швидке підведення - робоча подача - швидке відведення - стоп"* призначена для управління рухом робочих органів з електричним або механогідравлічним контролем їх положення.



**Рисунок 2.19.** Умовні позначення гідроапаратури модульного монтажу: клапанів запобіжного (а), редуційного (б), зворотного (г), гідрозамка (в), здвоєні дроселі зі зворотним клапаном (д), гідроклапани тиску (е), регулятори витрати (ж)

*Гідроапаратура модульного монтажу* являє собою ряд напрямних і регулюючих апаратів (рис. 2.19), що мають дві стикові площини з однаковими координатами приєднувальних отворів, розташованих зверху і знизу корпусу і уніфікованих з приєднувальними отворами гідророзподільників, що дозволяє встановлювати різні у вертикальний пакет, що замикається зверху гідророзподільником або спеціальною плитою.

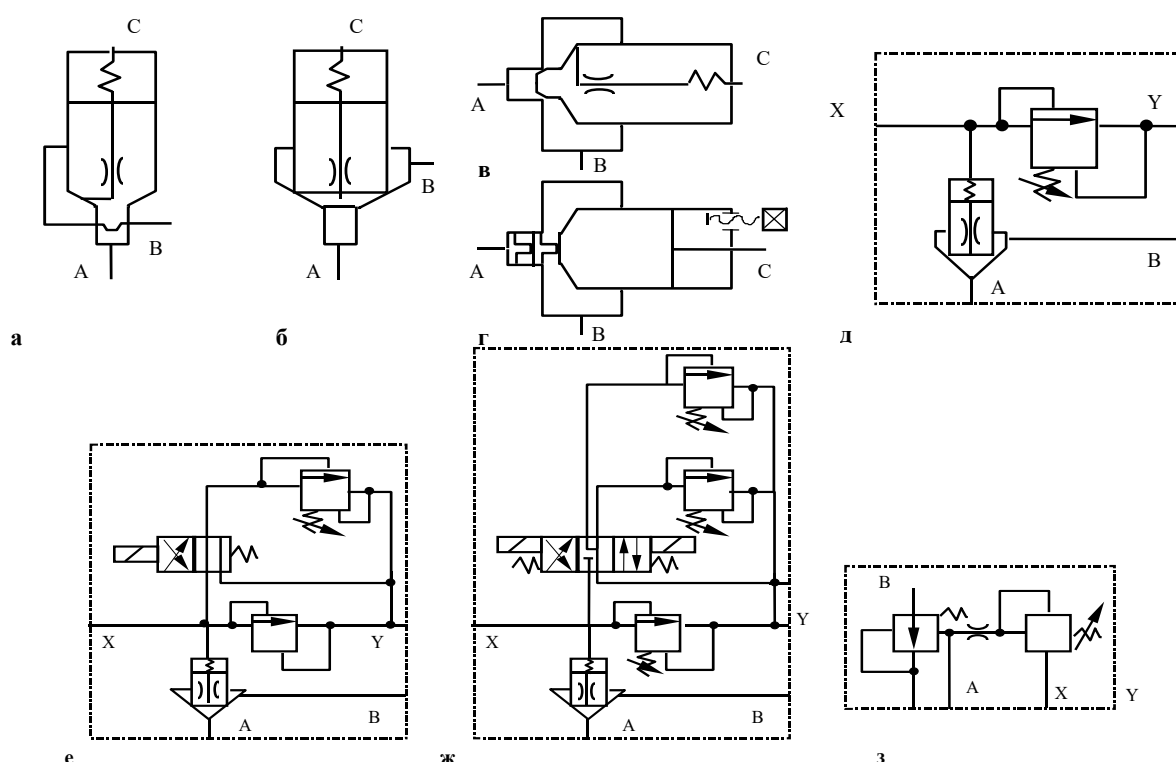
Технічні характеристики цих апаратів наведені в таблиці II. 2.6.

Застосування модульного монтажу дозволяє зменшити площу, займану гідроприводом в машині, внаслідок чого зменшуються і га-

барити самої машини, її маса, істотно скоротити кількість трубопроводів та їх з'єднань, що тягне за собою економію труб і арматури, зменшити втрати тиску і шум у системі. Крім того, спрощується монтаж та демонтаж гідросистеми, що дозволяє прискорено виконувати ремонт машини.

## 10. ГІДРОАПАРАТУРА ВБУДОВАНОГО ВИКОНУВАННЯ

Гідроапаратура вбудованого виконання (рис. 2.20) є гідроапаратурою, що не має корпусу і призначена для вбудовування в уніфіковані монтажні гнізда блоку, який виготовляється споживачем.



**Рис. 2.20.** Умовні позначення гідроапаратури вбудованого виконання: гідрокерованих клапанів із співвідношенням площ над та під клапаном 1,6 (а), 1,05 (б); зворотних клапанів (в); дроселів зі зворотним клапаном (г); запобіжних клапанів з одним (д), двома (е) та трьома (ж) рівнями тиску; редукційного клапана (з)

На блоці можуть розташовуватися також апарати стикового приєднувального і модульного монтажу. Технічні характеристики наведені в таблиці П. 2.7.

## 11. МОНТАЖНІ ЗАСОБИ

Монтажні засоби являють собою комплекс уніфікованих елементів для монтажу гідроапаратури. Сюди відносяться монтажні плити,

елементи поздовжнього сполучення та баштового монтажу.

Монтажна плита під апарати стикового приєднання - одномісна або багатомісна металева плита, що має з одного боку монтажну площину для кріплення апаратів стикового (пристойного) виконання, а з іншого боку (або збоку) - різьбові отвори для приєднання ліній.

Елементи поздовжнього сполучення являють собою комплекс уніфікованих плит, з'єднаних у горизонтальні пакети з наскрізними гідролініями, у тому числі:

- монтажні плити, що мають зверху монтажну площину для встановлення апаратів стикового приєднання або вертикальних пакетів модульної гідроапаратури;
- проміжні плити, які при необхідності розташовуються між монтажними та забезпечують різні з'єднання наскрізних гідроліній між собою;
- перехідні плити, що забезпечують з'єднання між собою монтажних або проміжних плит з різними умовними проходами;
- ущільнювальні плити з гумовими кільцями для ущільнення наскрізних гідроліній між елементами поздовжнього сполучення;
- кріпильні плити з отворами під гвинти кріплення горизонтальних пакетів;
- плити зв'язку, встановлені замість гідроапаратів і мають канали для з'єднання різних гідроліній між собою;
- плити заглушки, встановлені замість гідроапаратів, що не використовуються в даній збірці (резервні місця для апаратів при подальшій можливій модернізації).

Елементи баштового монтажу складають комплекс уніфікованих блоків вертикального і горизонтального сполучення з наскрізними гідролініями. Сюди входять:

- блоки розподільників (БФР), що мають чотири симетрично розташованих наскрізних вертикальних отворів, монтажні площини з двох бокових сторін для встановлення гідророзподільників (або модульних пакетів) та отвори для перемикання гідродвигунів (з двох інших бокових сторін);
- приєднувальні блоки (БФП), що мають з одного боку монтажну площину для встановлення гідроапаратів стикового приєднання, з протилежного боку - чотири отвори для з'єднання з сполучно - монтажним модулем, а також отвори для підключення ліній гідродвигуна (або інших ліній) на бічних поверхнях;
- сполучно - монтажні модулі (СММ), що мають чотири симетрично розташованих наскрізних вертикальних отвори і з боків по чотири горизонтальних отвори для з'єднання з БФП;

- замикаючі блоки - блоки підведення, що мають знизу отвори для підключення гідроліній і зверху - для з'єднання з ССМ або БФП, та блоки перемикача манометра з бічними отворами для підключення точок вимірювання тисків.

Використання вищеописаних монтажних засобів дозволяє здійснити стиковий, модульний і вбудований способи монтажу, які мають виняткові переваги перед трубним, здійснюваним шляхом з'єднання апаратів між собою за допомогою трубопроводів на різьбових і фланцевих з'єднаннях.

Основні переваги зазначених способів такі:

- можливість попереднього складання та налагодження блоків гідроапаратури на стендах;
- спрощення та прискорення процесу монтажу;
- висока компактність розташування гідроапаратури та зменшення значної кількості труб та апаратури;
- можливість прискореної заміни несправної гідроапаратури.

Монтажні засоби виготовляються спеціалізованими підприємствами та можуть поставлятися у комплекті з відповідною гідроапаратурою.