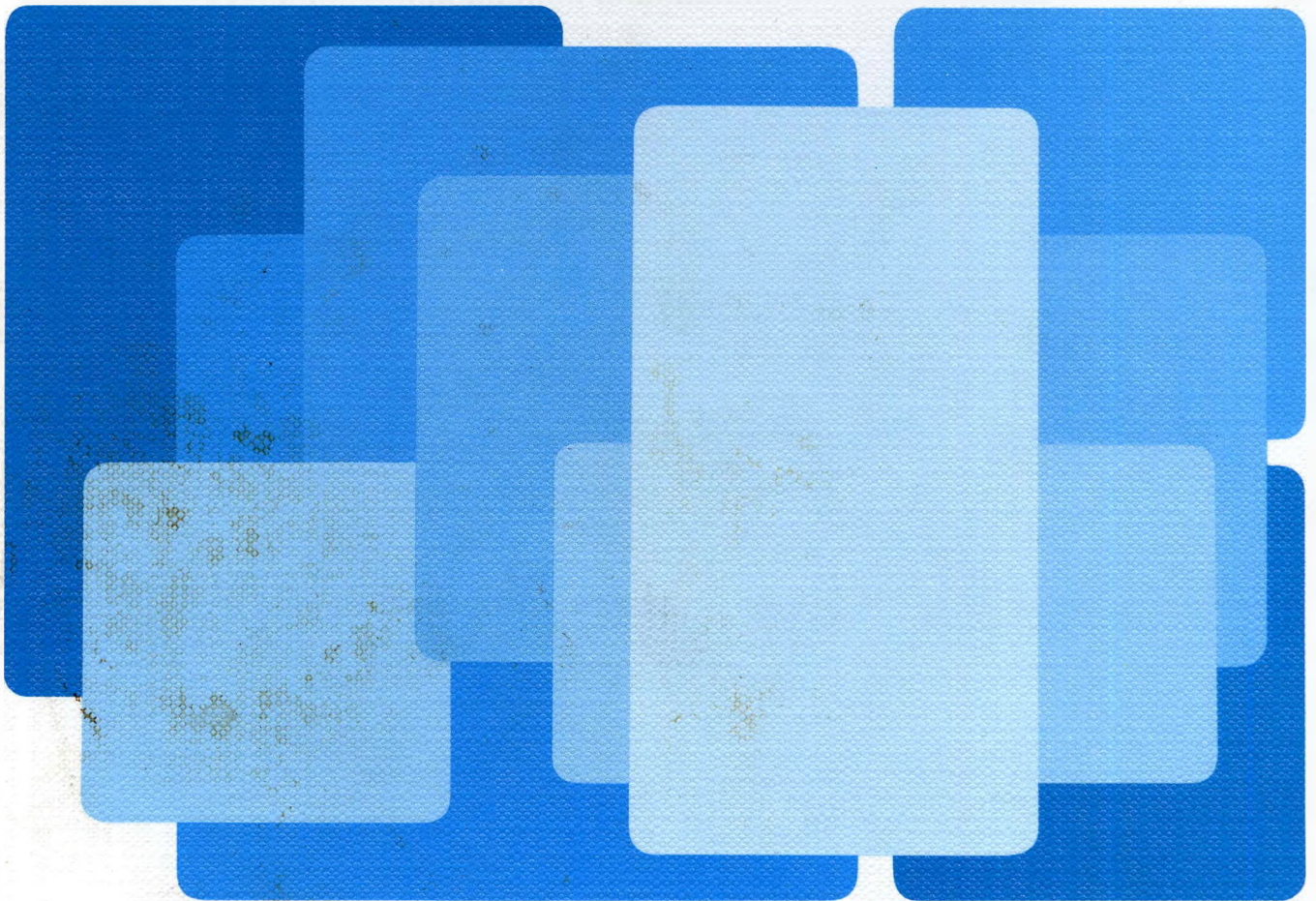


**MANNESMANN
REXROTH**

Маннесманн Рексрот

**Двухлинейные
встроенные
клапаны**

Учебный курс
по гидравлике
Том 4



RSU 00 280/01.89

**SCAN by AF_SERGEY
(Ivanovo, Russia)**

Учебный курс по гидравлике

Том 4

Двухлинейные встроенные клапаны

Учебник и справочник
по
двухлинейным встроенным клапанам

Арно Шмитт,
"Маннесманн Рексрот ГмбХ", Лор на Майне/ФРГ

Редакционная подготовка
Руди А.Ланг,
"Маннесманн Рексрот ГмбХ", Лор на Майне/ФРГ

Издатель: Маннесманн Рексрот ГмбХ
п/я 340
Д - 8770 Лор на Майне
Телефон: (09352) 180
Телекс: 06-89418

Печатное издание: Шлойнунгдрук ГмбХ
Эльтертштрассе 27
Д - 8772 Марктхайденфельд/ФРГ

Литографии: Хельд ГмбХ
Оффсетная репродукция
Макс - фон - Лауе - Штрассе 36
Д - 8700 Вюрцбург/ФРГ

Фотографии и изображения: Маннесманн Рексрот ГмбХ

№ печатного издания: RSU 00 280/01.89 (1-е издание)
ISBN 3-8023-0291-5

© 1989 г. Маннесманн Рексрот ГмбХ
Без права переиздания

Предисловие

2-линейные встроенные клапаны, усиленно пропагандируемые в прошлые годы в качестве замены для всех традиционных компонентов систем управления, в дополнение ко всему утвердились сегодня наряду с золотниковыми распределительными клапанами. Они представляют собой экономичную альтернативу во многих случаях, предлагая зачастую основные преимущества прежде всего там, где речь идет об индивидуальном выборе приводов. Нередко опыт, накопленный в работе с золотниковыми распределительными клапанами, прямо переносился на 2-линейные встроенные клапаны без учета их специфического своеобразия. В отличие от золотниковых клапанов использование 2-линейных встроенных клапанов требует усиленного абстрактного мышления и осмысления категории давления. В предлагаемом издании это требование учтено.

Автор показывает, что должно быть также учтено при планировании, проектировании и исполнении гидравлических систем с применением 2-линейных клапанов. Многочисленные таблицы, диаграммы и иллюстрации делают наглядным функциональное многообразие возможного исполнения этих клапанов. (Малоизвестные, порою слишком специфические варианты схем не рассматриваются).

Построению схем управления с применением 2-линейных встроенных клапанов посвящена отдельная глава, такая же глава посвящена и примерам выполненных схем управления.

Не в последнюю очередь благодаря этим двум главам предлагаемый справочник станет подспорьем всем обучающимся и повышающим свою квалификацию при обращении с этим видом оборудования.

В производственном обучении гидравлические приводы, системы управления и регулирования занимают все большее место. Настоящее издание должно способствовать тому, чтобы заинтересованные лица могли находиться на современном уровне этих технических средств.

Предлагаемый справочник — результат совместной работы, за что мы выражаем свою благодарность автору Арно Шмитту и господам Хайно Ферстерлингу и Михаэлю Райнерту.

Без их помощи было бы невозможно выпустить его в настоящем виде.

Маннесманн Рексрот ГмбХ

Лор на Майне

Оглавление

Предисловие	3
Содержание	5
Введение в технические основы 2-линейных встроенных клапанов	
1. Наименование и назначение	9
2. Конструкция клапана и принцип его действия	10
3. Стандартизация	12
4. Применение и свойства	15
5. Примеры схем с 2-линейными клапанами	16
6. Сравнение золотниковых клапанов с 2-линейными встроенными клапанами	34
7. Обзор основных исполнений и основных функций 2-линейных клапанов	35
2-линейные встроенные клапаны. Функции переключения.	
1. Общие сведения о видах управления	37
2. Управление (подача масла) по линии узла подключения А	38
3. Управление (подача масла) по линии узла подключения В	44
4. Управление (подача масла) по линиям узлов подключения А и В	49
5. Управление от внешнего источника	52
6. Приборное исполнение по рабочей документации изготовителя	53
Функции переключения. Варианты исполнения и примеры использования.	
1. Соотношение поверхностей конуса клапана	55
2. Выбор пружины	56
3. Демпфирующее устройство	58
4. Изменение времени срабатывания клапана	60
5. Активное и пассивное управление	62
2-линейные встроенные клапаны. Функции по давлению.	
1. Ограничение давления	67
2. Снижение давления	90
3. Подключение систем под давлением	97
2-линейные встроенные клапаны. Регулирование расхода.	
1. Простой регулятор расхода (дроссельный клапан)	103
2. 2-линейный пропорциональный регулятор расхода (встроенный клапан)	104
3. Нормально открытый 2-линейный регулятор расхода	106
4. Примеры схем	110
5. Нормально закрытый 2-линейный регулятор расхода	112
6. 3-линейный регулятор расхода	113
7. Управляемая диафрагма	114

Построение схем управления с применением 2-линейных встроенных клапанов

1. Агрегат "двигатель-насос" с ограничением давления	117
2. Втягивание (обратный ход) поршня	118
3. Разгрузка запоршневой полости перед обратным ходом	119
4. Связь между насосом и запоршневой полостью цилиндра, используемая для выдвижения поршня	120
5. Надежное запираение клапана (2) при выдвижении поршня	121
6. Ускоренное опускание пуансона	122
7. Плавное опускание пуансона, прижим, давление торможения	123
8. Защита от превышения давления; надежное запираение клапанов (5) и (6) при останове	124

Примеры выполненных схем управления с применением 2-линейных встроенных клапанов

1. Система гидравлического управления прессом	127
2. Система управления вертикального станка для наружного протягивания	138
3. Соединительный блок в сети централизованного маслоснабжения	140

Указатель ключевых слов	143
--	------------

Введение в технические основы 2-линейных встроенных клапанов

1. НАИМЕНОВАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

“2-линейный встроенный клапан” — такое официальное обозначение этого элемента управления по DIN 24 342. Но он известен также и под названиями “логического элемента” или “вставки”. В зависимости от рассматриваемых условий используется также и понятие “местное сопротивление”.

Ну и как же можно было бы классифицировать этот клапан в цепочке элементов гидравлического управления?

С точки зрения рабочего органа речь в данном случае идет о 2-линейном, 2-позиционном клапане, т.е. о клапане с двумя рабочими подключениями и двумя положениями — “открыто” или “закрыто”, предназначенном для установки в блоке управления. Все это на слух звучит несложно.

Но принцип его действия, а также многочисленные рассмотренные в последующих разделах справочника варианты исполнения и схем управления с использованием этого клапана показывают, почему все же необходимо рассмотреть его ближе и подробнее.

Какие же задачи может выполнять 2-линейный встроенный клапан в контуре гидравлической системы?

Благодаря соответствующему исполнению схемы управления и соединения 2-линейных встроенных клапанов может изменяться направление, расход, а также давление потока жидкости.

Таким образом, этот элемент может взять на себя выполнение функций соединения, изменения расхода или давления.

Это наглядно показывает широкий спектр возможностей использования рассматриваемого оборудования.



Рис. 1: 2-линейный встроенный клапан (комплект), состоящий из корпуса, управляемого затвора (конуса) и пружины



Рис. 2: Крышка клапана с возможностью подключения дистанционного управления



Рис. 3: Крышка 2-линейного встроенного клапана с установленным на ней пилотным клапаном

2. КОНСТРУКЦИЯ КЛАПАНА И ПРИНЦИП ЕГО ДЕЙСТВИЯ

Сначала необходимо рассмотреть конструкцию клапана

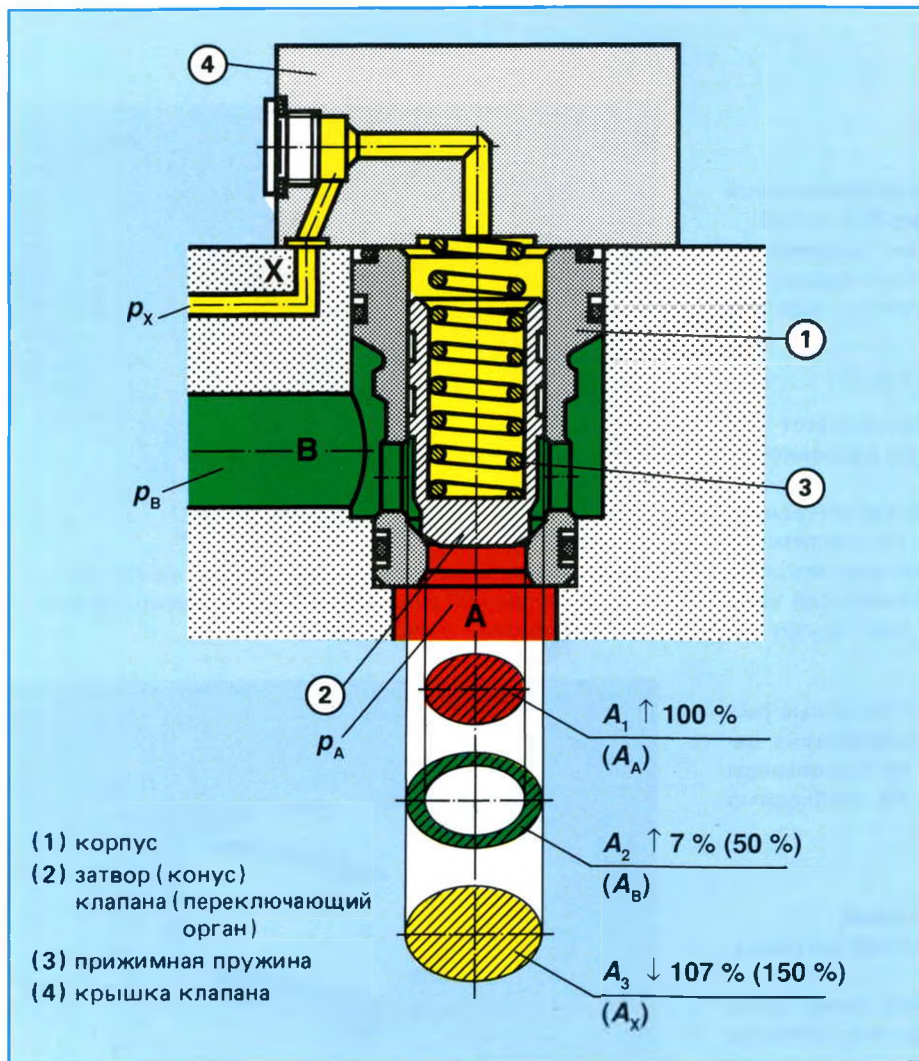


Рис. 4: Конструкция клапана

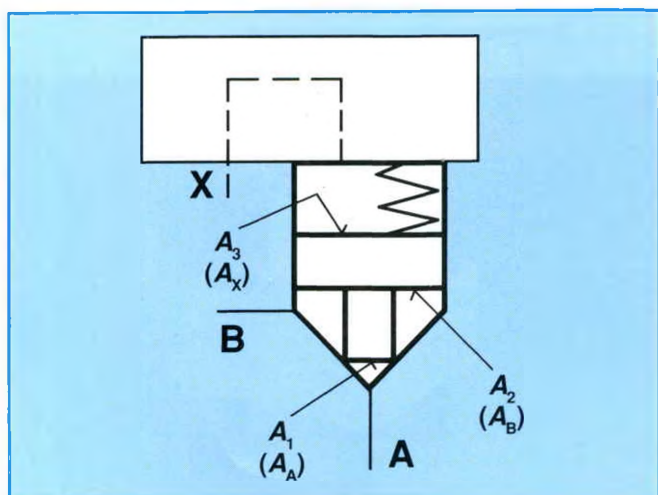


Рис. 5: Часто используемый символ, обозначающий по DIN 24 342 схематическое представление конструкции

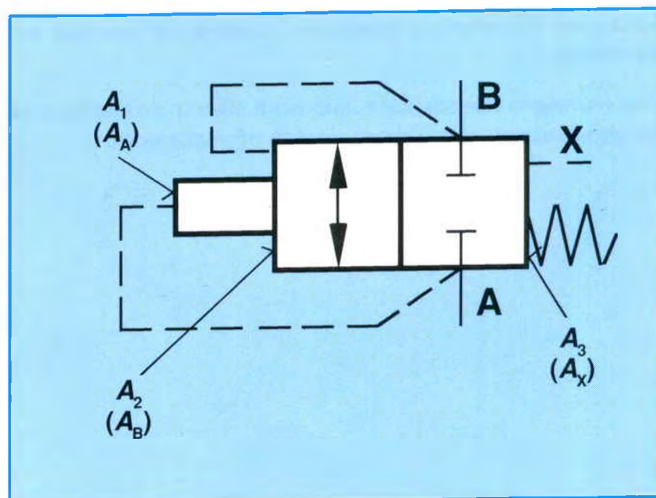


Рис. 6: Условное изображение в системе DIN ISO 1219

2-линейные встроенные клапаны (рис. 4) состоят в основном из установочного комплекта с корпусом (1), затвором (конусом) (2) и прижимной пружиной, а также крышки (4). Установочный комплект, называемый также рабочей частью, монтируется в установочном отверстии по DIN 24 342 и закрывается крышкой (4).

Блок управления выполняет роль корпуса и имеет узлы подключения рабочих линий А и В, а также линий управления. В крышке имеются каналы для управляющей жидкости, и во многих случаях она является соединительным звеном между рабочей частью и пилотными клапанами.

Соединение и разъединение линий А и В при помощи рабочего органа — конуса клапана (2) — зависит от давления на поверхности $A_1(A_A)$, $A_2(A_B)$ и $A_3(A_X)$, а также от усилия пружины.

Поэтому 2-линейные встроенные клапаны работают только в зависимости от давления.

Важными для работы клапана являются три поверхности:

- поверхность (A_1), или (A_A), на седле клапана, она считается основной рабочей поверхностью;
- кольцевая поверхность (A_2), или (A_B), со стороны узла подключения В; она составляет на стандартных клапанах (например, "Маннесманн Рексрот") до 50% основной рабочей поверхности, но имеются исполнения и до 100%;
- поверхность (A_3), или (A_X), на стороне пружины; она представляет собой сумму поверхностей $A_1 + A_2$.

Таким образом получается, что поверхности A_A и A_B действуют в направлении отпирания. Поверхность A_X и пружина — в направлении запирания. Положение клапана определяется составляющей усилий отпирания и запирания. При отсутствии давления пружина прижимает конус клапана к его седлу. При воздействии давления гидравлики на суммарную поверхность A_X — в большинстве случаев через подключения А, В или А и В при помощи переключающего клапана — конус клапана может обеспечивать сквозное соединение подключений А и В.

Усилия запирания:

$$\begin{array}{l} \Downarrow \\ \Downarrow \end{array} \quad \begin{array}{l} p_X \cdot A_X \\ \text{Пружина} \end{array}$$

Усилия отпирания:

$$\begin{array}{l} \Uparrow \\ \Uparrow \end{array} \quad \begin{array}{l} p_A \cdot A_A \\ p_B \cdot A_B \end{array}$$

3. СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Установочное отверстие по DIN 24 342

В этих нормах определены установочные отверстия и присоединительные поверхности для типоразмеров от 16 до 63, а также 80 и 100 с указанием требуемых или возможных отверстий. Кроме того, имеются (например, на "Маннесманн Рексрот") исполнения на типоразмеры 125 и 100. Точные размеры для отдельных серий по давлению могут быть взяты из обзорного перечня в приложении.

Здесь следует указать на то, что несмотря на стандартизацию установочного отверстия элемент не обязательно может быть взаимозаменяемым. Примером этого является случай, когда отверстие для прохода жидкости находится на затворе клапана.

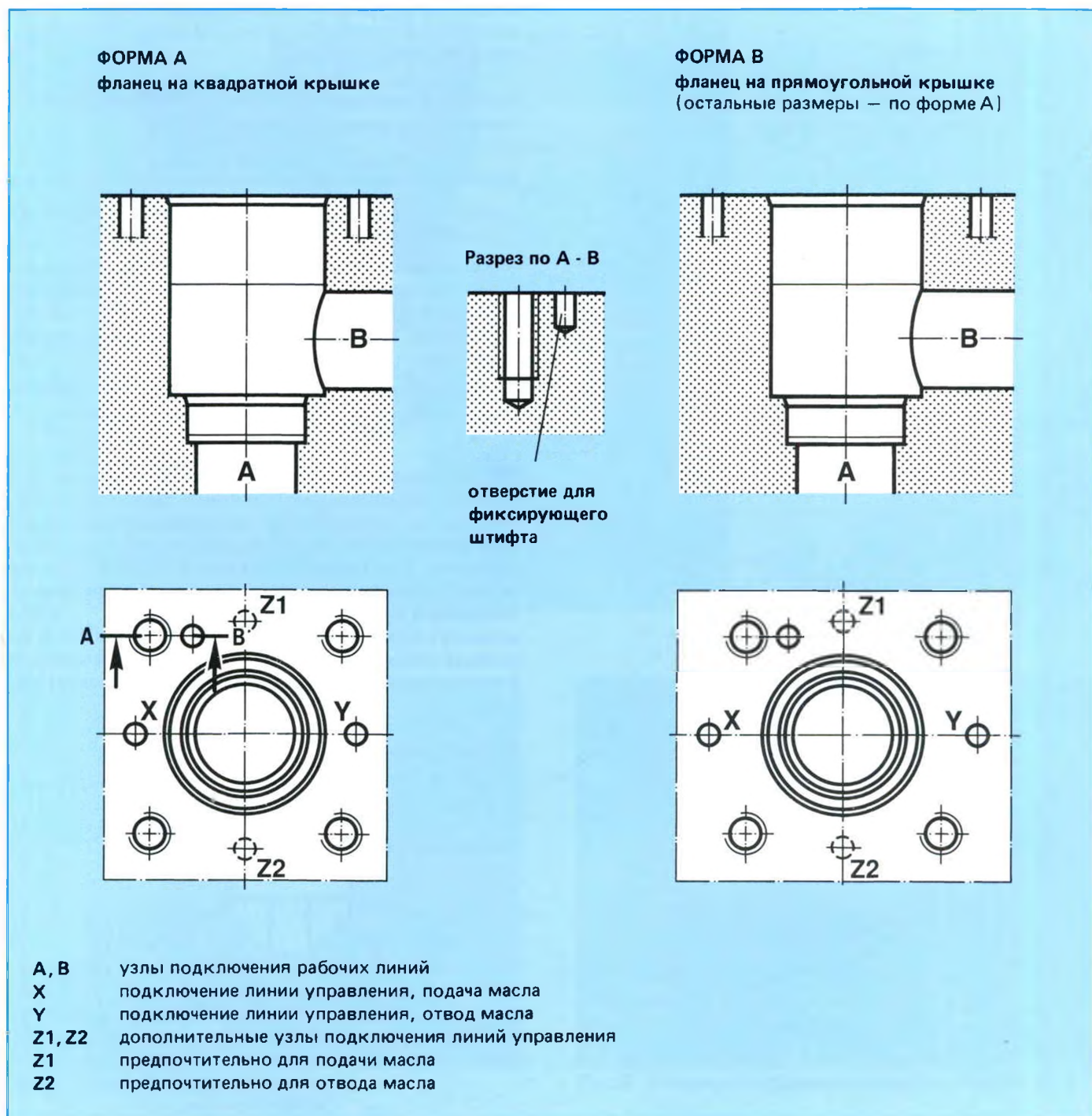
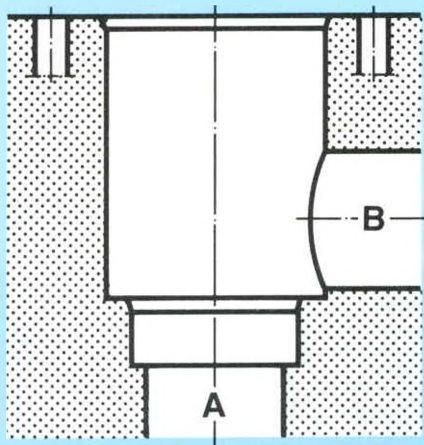
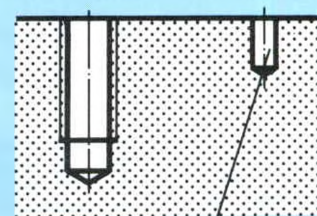


Рис. 7: Установочное отверстие для 2-линейных встроенных клапанов типоразмеров 16, 25, 32, 40, 50 и 63 (фланец с 4 отверстиями)

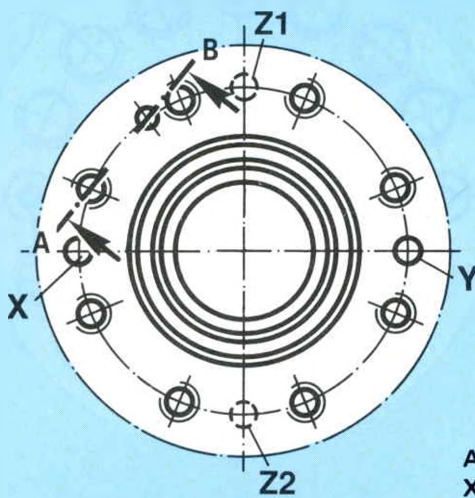
ФОРМА С
круглый фланец



Разрез по А - В



отверстие для
 фиксирующего штифта



- A, B** узлы подключения рабочих линий
- X** подключение линии управления, подача масла
- Y** подключение линии управления, отвод масла
- Z1, Z2** дополнительные узлы подключения линий управления
- Z1** предпочтительно для подачи масла
- Z2** предпочтительно для отвода масла

Рис. 8: Установочное отверстие для 2-линейных встроенных клапанов типоразмеров 80 и 100

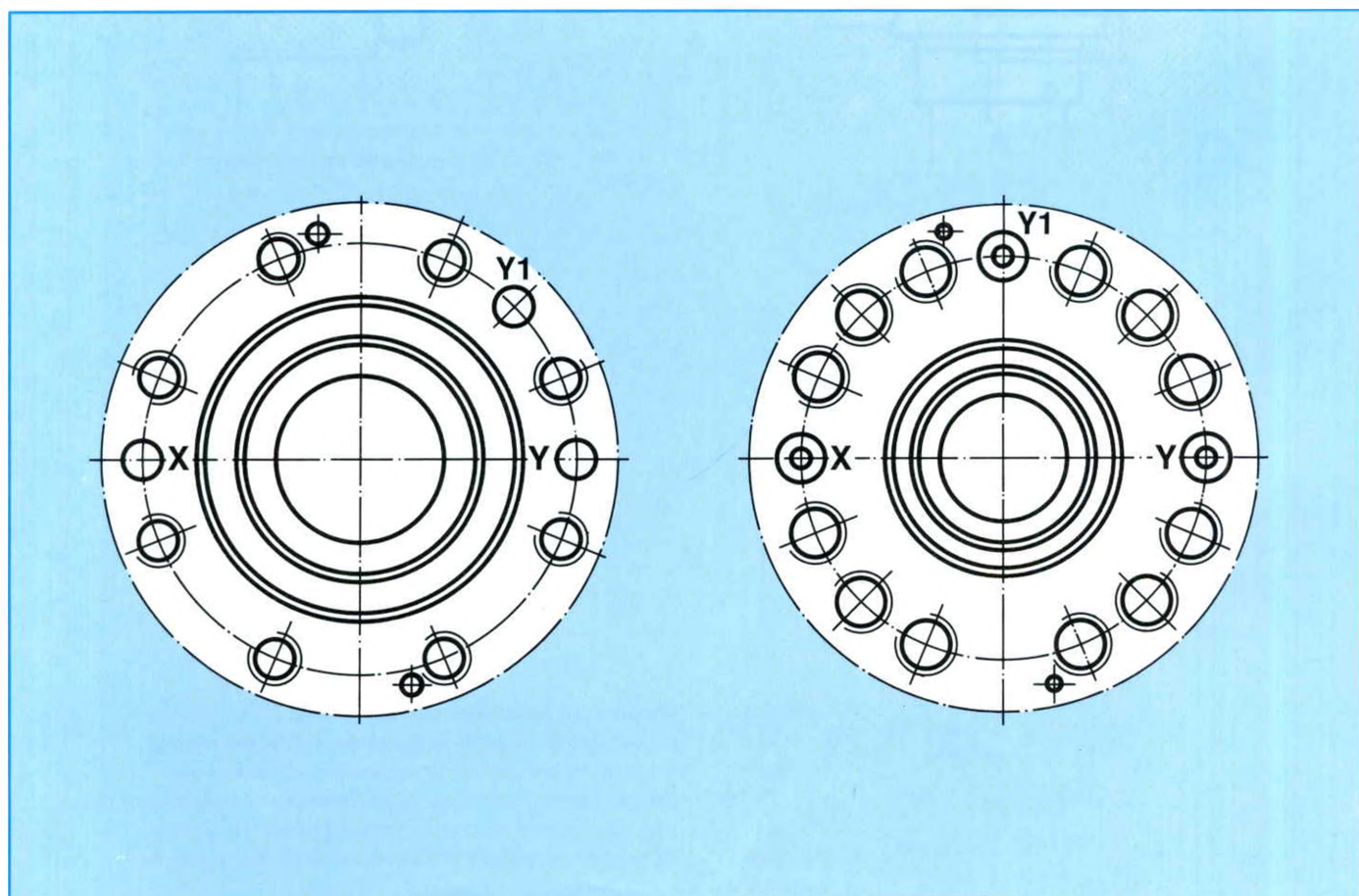


Рис. 9: Установочное отверстие для 2-линейных встроенных клапанов типоразмеров 125 и 160

4. ПРИМЕНЕНИЕ И СВОЙСТВА

Сегодня применяют 2-линейные встроенные клапаны в системах приводов и управления прессов, червячно-литевых машин, металлообрабатывающих станков (в основном, станков для протягивания).

Кроме того они используются в сталелитейной промышленности и мобильных гидравлических системах.

Их применение в указанных областях определяется спецификой требований технологических установок к приводам и свойствами 2-линейных встроенных клапанов.

Они используются при условии наличия экономического и технического выигрыша по сравнению с традиционными средствами, поэтому вопрос применения того или иного вида оборудования необходимо решать отдельно в каждом конкретном случае.

В качестве основных преимуществ 2-линейных встроенных клапанов можно назвать следующее:

- большой диапазон по расходу;
- компактность конструкции, занимающей небольшой объем;
- возможность выполнения отдельных функций по переключению, давлению и расходу, а также их комбинаций;
- герметичность уплотнений (в зависимости от условий в цепи управления);
- возможность реализации очень короткого времени срабатывания;
- плавность срабатывания;
- низкие пики давления;
- неограниченный ресурс времени пробега;
- малый износ, обеспечивающий длительную эксплуатацию;
- высокая производственная надежность (низкая чувствительность к загрязнениям);
- практически неограниченная производительность;
- высокое допустимое рабочее давление;
- стандартизованные монтажные размеры.

Многочисленные возможности управления цепи и отсутствие подробных сведений о возможностях этих клапанов значительно усложняют оценку ситуации и понимание предлагаемых преимуществ.

Это наглядно иллюстрирует высказывание, однажды сделанное по поводу 2-линейных встроенных клапанов:

“2-линейные встроенные клапаны и знамениты, и пресловуты! При их помощи можно делать почти все, но и они сделают почти все с тем, кто не будет учитывать их специфики”.

Приведенные ниже примеры, описания и указания должны помочь тому, чтобы вторая часть этого высказывания Вас не касалась.

5. ПРИМЕРЫ СХЕМ С
2-ЛИНЕЙНЫМИ ВСТРОЕННЫМИ КЛАПАНАМИ

5.1 Схема с применением распределительных клапанов

Управление четырех 2-линейных встроенных клапанов, имеющих индивидуальное управление от пилотных клапанов

В качестве простого примера может служить схема управления цилиндра при помощи 2-линейных встроенных клапанов. В данном случае 4/3-распределитель (рис. 10) заменяется четырьмя 2-линейными клапанами с индивидуальным управлением (рис. 11).

Если сравнить схему с 4/3-распределительными золотниковыми клапанами со схемой на 2-линейных клапанах, то в первую очередь чисто внешне поражает объем. И без заглядывания в инструкции ясно, что было бы нецелесообразным заменять распределительную схему на золотниковом клапане, во всяком случае для малых серий по давлению.

Но в этом примере речь должна идти не о технических или экономических преимуществах, а о понимании места 2-линейных клапанов в общем контуре и об их функциональном назначении.

Описание схемы

В нормальном положении имеющееся в линии P давление действует через линии управления (желтый цвет) и пилотные клапаны — с 1.1 до 4.1, представляющие собой 4/2-распределительные клапаны малого давления, — на большую поверхность управления A_x клапанов с 1.0 по 4.0. За счет этого все 2-линейные клапаны будут удерживаться в закрытом положении. Насос P (красный цвет), емкость T (синий цвет), а также рабочие линии (зеленый цвет) к цилиндру оказываются запертыми. Это соответствует нормально закрытому положению 4/3-распределительного клапана (рис. 10).

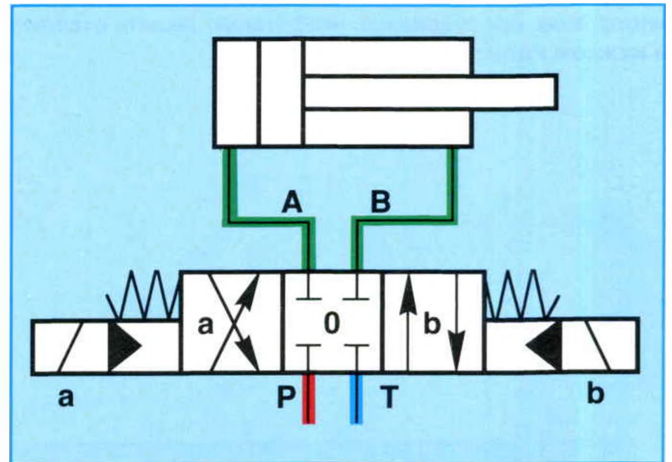


Рис. 10:
Условное изображение 4/3-распределительного клапана

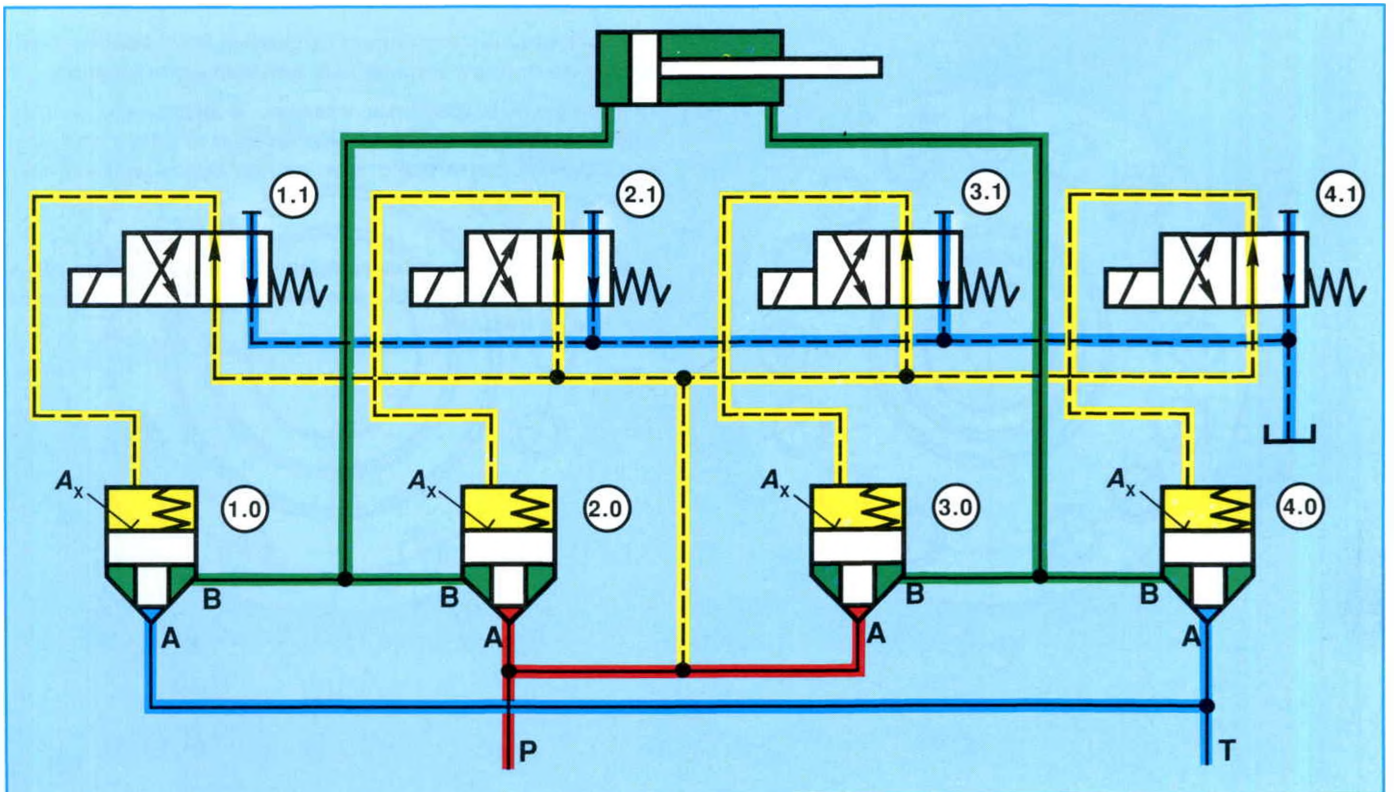


Рис. 11: Схема управления цилиндра при помощи 2-линейных встроенных клапанов, имеющих индивидуальное управление от пилотных клапанов

При оценке того, откроется ли 2-линейный клапан при подаче гидравлической жидкости или останется закрытым, необходимо учитывать действующие на соответствующие поверхности давления и вытекающие из этого усилия.

2-линейный встроенный клапан работает только в зависимости от давления. Рассмотрим для наглядности часть (рис. 12) схемы (рис. 11).

Какие силы действуют на клапан 2.0 в направлении отпирания и какие в направлении запирания в соответствии с представленной на схеме ситуацией?

В направлении отпирания:

$$\uparrow F_{\text{отп.}} = p_A \cdot A_A + p_B \cdot A_B$$

В направлении запирания:

$$\downarrow F_{\text{зап.}} = p_A \cdot A_X + \text{усилие пружины}$$

Пример в числах

$$p_A = 250 \text{ бар}$$

$$p_B = 80 \text{ бар}$$

Клапан типоразмера 25; 4 бара пружина (кольцева поверхность: 50%) (= 3,45 бар давление отпирания от узла подключения А к узлу В) $p_X = p_A$

Усилие пружины =
требуемое давление отпирания · рабочая площадь

$$A_A (A_1) = 3,30 \text{ см}^2$$

$$A_B (A_2) = 1,61 \text{ см}^2$$

$$A_X (A_3) = 4,91 \text{ см}^2$$

$$\begin{aligned} F_{\text{отп.}} &= p_A \cdot A_A + p_B \cdot A_B \\ &= 250 \cdot 3,3 + 80 \cdot 1,61 \\ &= \underline{953,8 \text{ даН}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{зап.}} &= p_A \cdot A_X + \text{усилие пружины} \\ &= 250 \cdot 4,91 + 3,45 \cdot 3,3 \\ &= \underline{1238,9 \text{ даН}} \end{aligned}$$

Сравнение показывает, что усилие в направлении запирания выше, т.е. клапан остается закрытым.

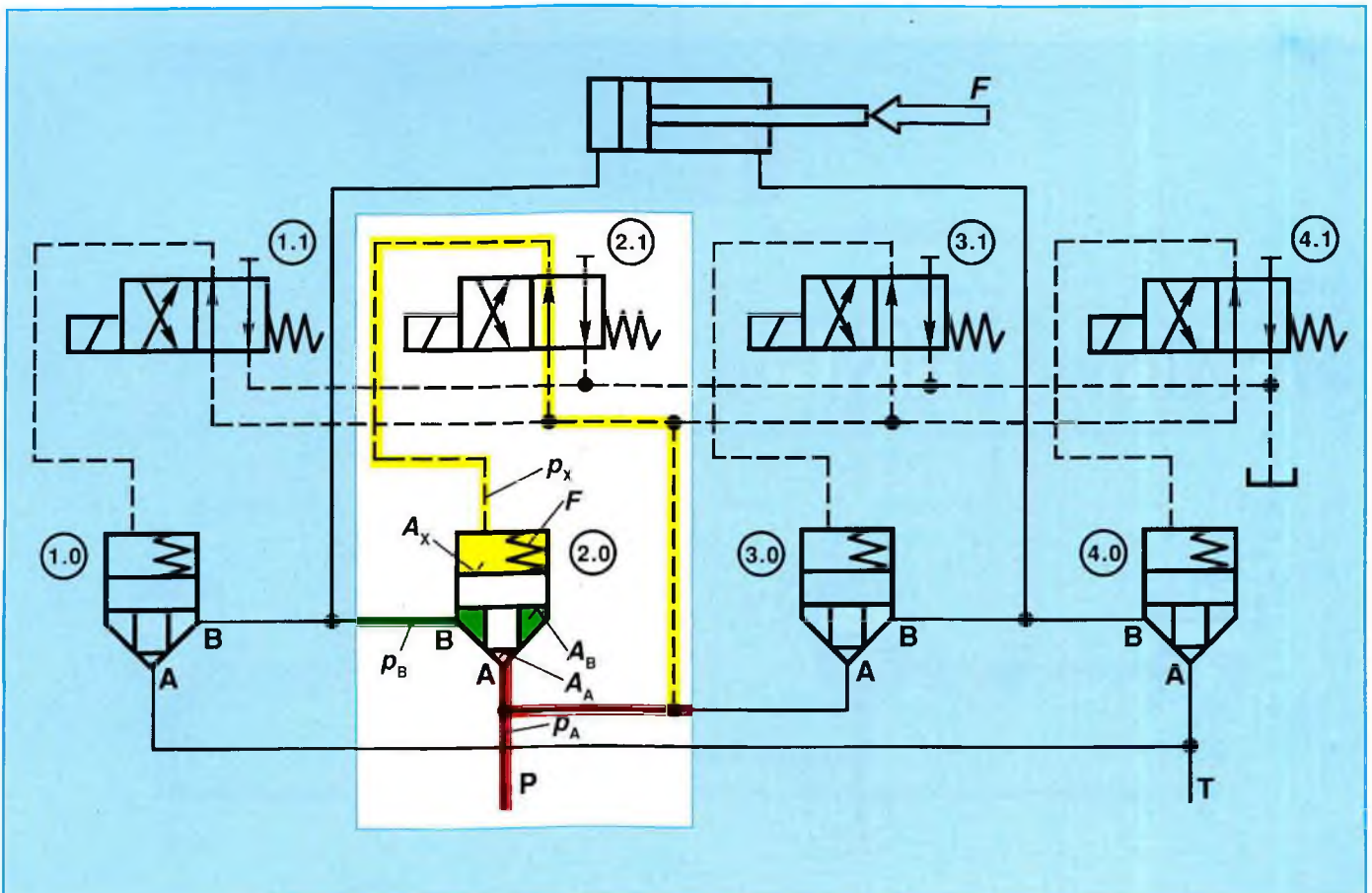


Рис. 12

Выдвижение штока

Пилотные клапаны (1.1) и (3.1) находятся в их основном положении. Имеющееся в линии P давление действует через линии управления (желтый цвет) и пилотные клапаны (1.1) и (3.1) на большую поверхность A_x 2-линейных клапанов (1.0) и (3.0). Оба клапана удерживаются в закрытом состоянии, запирая проход от B к A (1.0) и от A к B (3.0).

Клапаны (2.1) и (4.1) сработали, т.е. находятся в положении, указанном перекрещенными стрелками; пружинная полость клапанов (2.0) и (4.0) разгружена. Гидравлическая жидкость подается к цилиндру. Со штоковой стороны жидкость поступает к клапану (4.0), действует на него через поверхность A_B в направлении, обратном действию пружины, и отпирает таким образом проход в емкость.

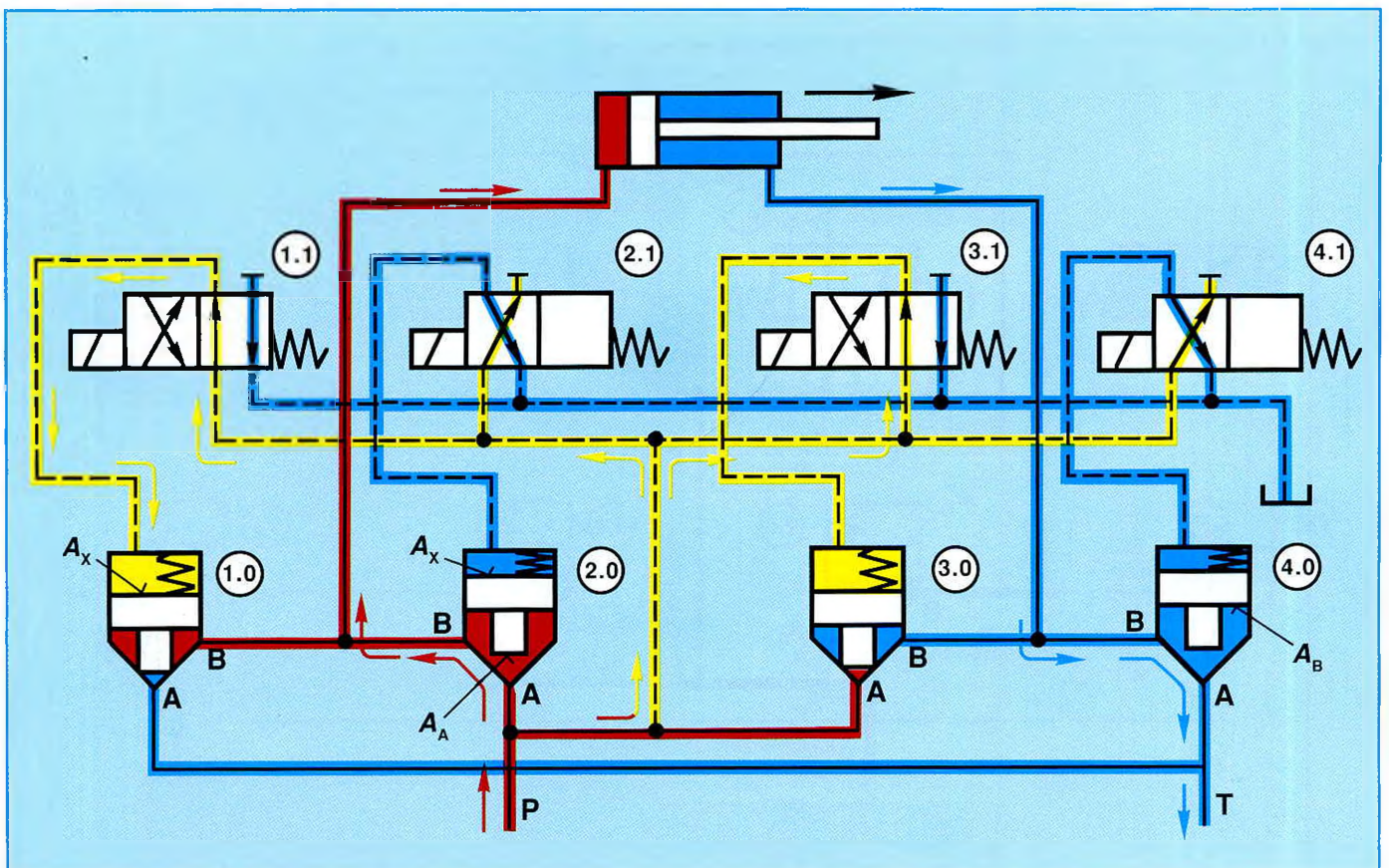


Рис. 13

Втягивание штока

Для втягивания штока пилотные клапаны (2.1) и (4.1) остаются в своем основном положении. В результате этого давление, имеющееся в линии P, действует через линии управления (желтый цвет) в пружинной полости (поверхность A_x) клапанов (2.0) и (4.0), удерживая их в закрытом положении.

Клапаны (1.1) и (3.1) срабатывают, благодаря чему пружинные полости 2-линейных клапанов (1.0) и (3.0) оказываются связанными с емкостью. Гидравлическая жидкость, действуя на поверхность A_d клапана (3.0), может поднять конус клапана и пройти на штоковую сторону цилиндра. При этом вытесненная штоком жидкость открывает конус клапана, действуя на поверхность A_B , в направлении, обратном направлению действия пружины, и поступает в емкость.

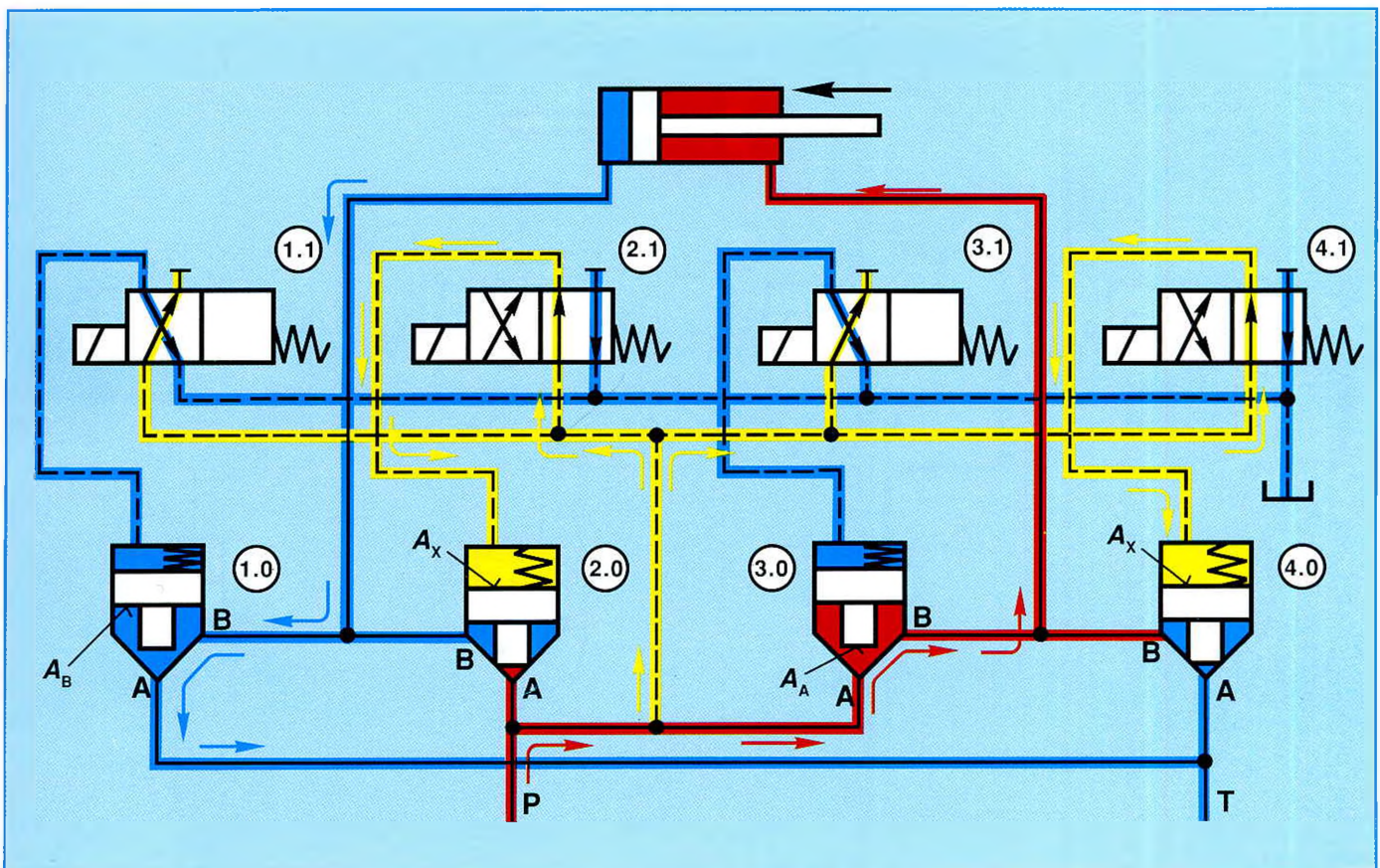


Рис. 14

Оба приведенных далее примера показывают, что кроме описанных ранее случаев благодаря соответствующему действию пилотных клапанов возможны и другие варианты схем.

Как видно по рис. 15, оба пилотных клапана (3.1) и (4.1) находятся в основном положении, а пилотные клапаны (1.1) и (2.1) включены. Благодаря давлению в линии P 2-линейные клапаны (3.0) и (4.0) держатся в закрытом положении. Клапан же (2.0), работающий от действия на поверхность A_D (A_X — без давления), обеспечивает проход от A к B. За счет действия на поверхность A_B открывается клапан (1.0), обеспечивая проход жидкости от B к A и затем в емкость, B в данном случае представлен разгруженный контур.

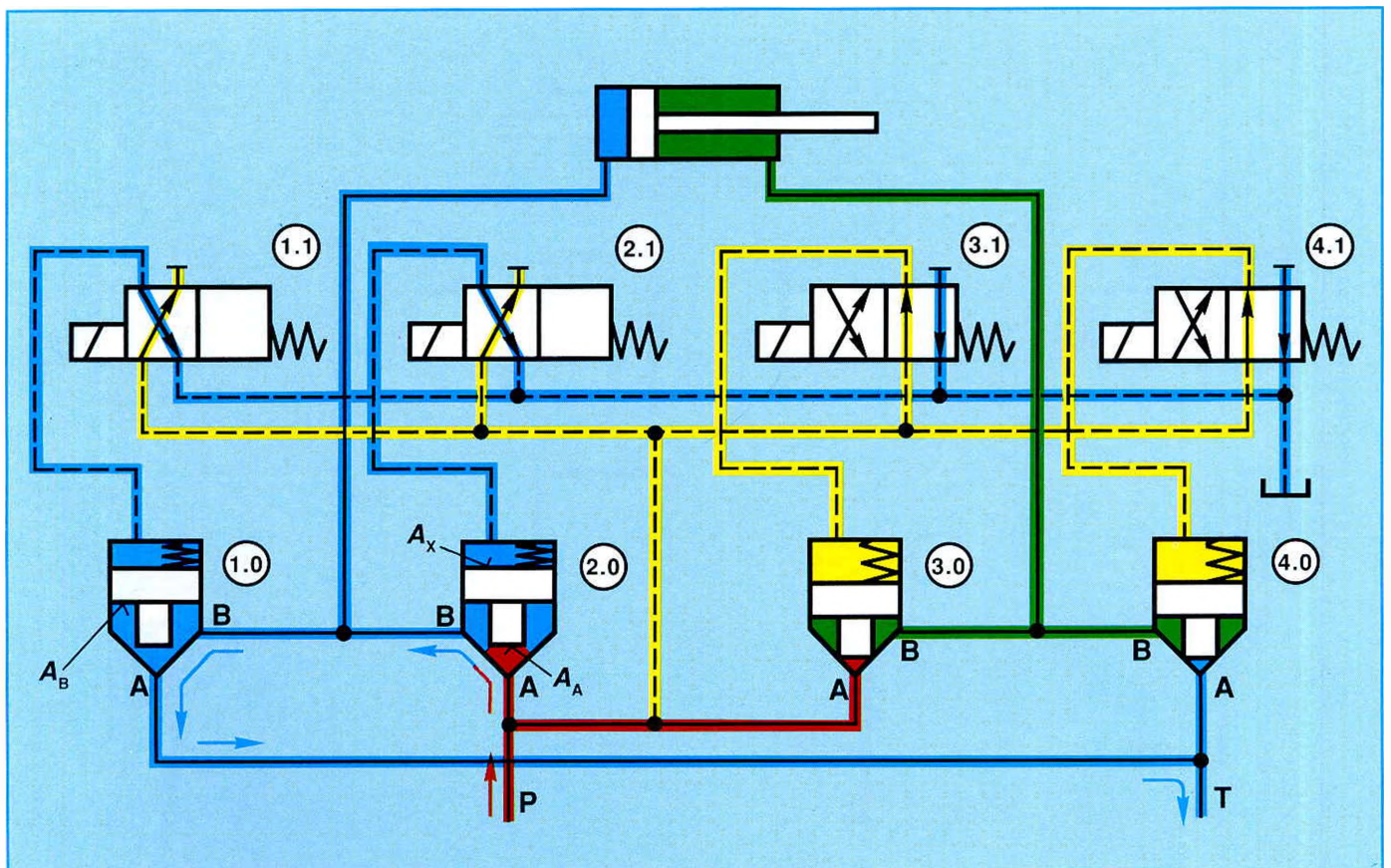


Рис. 15

При комбинации по рис. 16 выполняется дифференциальная схема.

2-линейные клапаны (1.0) и (4.0) остаются в закрытом состоянии: клапаны (1.1) и (4.1) в основном положении; давление системы действует на A_X . Но и клапан (3.1) остается в основном положении.

Поскольку большая поверхность управления клапана (2.0) оказывается разгруженной за счет срабатывания клапана (2.1), он может быть задействован через поверхность A_X . Жидкость проходит через клапан (2.0) от узла подключения А к В и далее — к цилиндру.

Отведенная назад из рабочей полости цилиндра жидкость попадает через 2-линейный клапан (3.0) от В к А вновь в линию насоса.

На клапан (3.0) действуют следующие силы:

- давление в линии насоса · большая поверхность управления;
- усилие пружины.

Эти силы действуют в направлении запирания.

В направлении отпирания:

- давление в линии насоса · поверхность A_D ;
- давление со стороны · поверхность A_B .

В направлении запирания:

$$\Downarrow F_{\text{зап.}} = p_A \cdot A_X + \text{усилие пружины}$$

В направлении отпирания:

$$\Uparrow F_{\text{отп.}} = p_A \cdot A_A + p_B \cdot A_B$$

Таким образом, при кольцевой поверхности конического затвора 50% для отпирания прохода от узла В к узлу А достаточно давления вдвое большего, чем перепад давления от В к А.

Это определяется необходимым давлением отпирания, принимаемым по поверхности A_D , при условии, что кольцевая поверхность составляет от нее 50%.

Клапан (3.1) не включается потому, что при "нормальном" выдвигении в результате пересечения или так называемого подрезания сигналов появляются или провалы, или пики давления.

Дифференциальная схема как таковая ликвидируется при включении пилотного клапана (4.1), разгружающего поверхность A_X клапана (4.0), который открывает проход от узла подключения А через В к емкости.

Клапан (3.0) при этом сразу же закрывается как обратный клапан, так как давление p_B , управляемое по линии В, опускается до давления отпирания клапана (4.0).

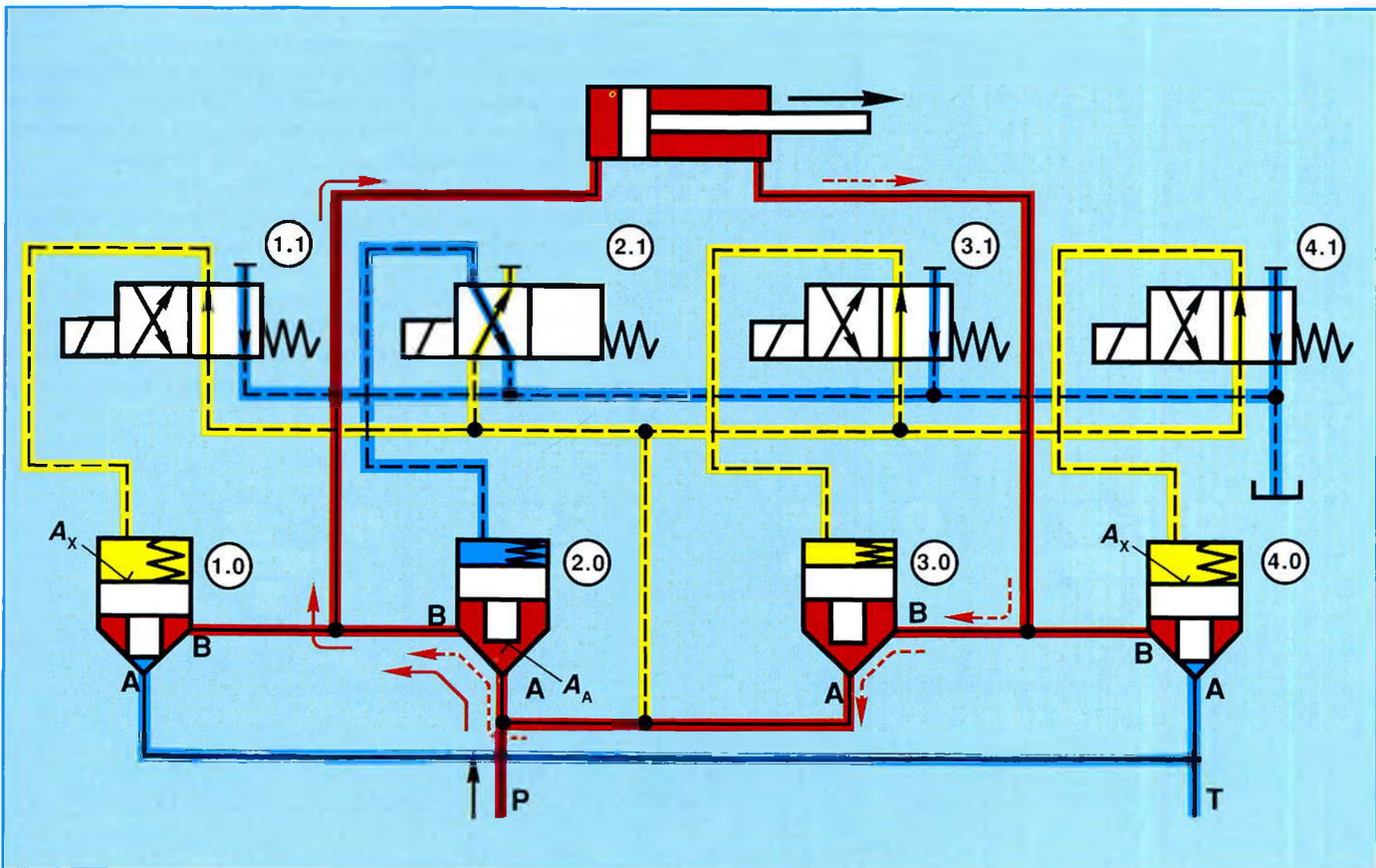


Рис. 16

5.2 Схема с применением распределительных клапанов

Управление четырех 2-линейных встроенных клапанов при помощи одного пилотного клапана

В этом примере четыре 2-линейных встроенных клапана управляются при помощи **одного** пилотного клапана.

Сравнение проводится соответственно с управлением цилиндра по *рисунку 10* и указание дается на соответствующую схему управления.

Но прежде чем будут рассмотрены выполняемые функции необходимо сделать следующие замечания:

- управление нескольких 2-линейных клапанов при помощи одного пилотного представляется более простым за счет меньшего объема приборного оснащения, но таит в себе некоторые проблемы;
- на практике эти схемы работают для обеспечения в известной мере четкой последовательности коммутаций только с соплами в линиях управления;
- поэтому местная оптимизация их требует в большинстве случаев много времени;
- кроме того ситуация в большой степени зависит от значений вязкости сред;
- поэтому, хотя в схемах индивидуального управления этот способ не рекомендуется, он вновь и вновь используется из-за — как уже было упомянуто — сниженных затрат на приборное оснащение.

Описание схемы

Нормальное положение: по *рисунку 17*

Если пилотный клапан (5) находится в представленном нормальном положении, то имеющееся в насосной линии давление (красный цвет) действует через пилотный клапан и линии управления (желтый цвет) на поверхность A_X 2-линейных клапанов с (1) до (4) в направлении запираания.

Но давление в насосной линии действует одновременно и на кольцевую поверхность A_B 2-линейных клапанов (2) и (3). Возникающее в результате этого усилие ($p_p \cdot A_B$) действует в направлении отпираания. Кольцевые поверхности клапанов (1) и (4) связаны с емкостью, т.е. не находятся под давлением.

Если мы сначала будем исходить из того, что поршень не находится под нагрузкой, то соответственно более высокие усилия будут действовать на конусы клапанов с (1) по (4) в направлении запираания.

Сопоставление усилий, действующих на конусы 2-линейных клапанов, делает это положение более наглядным (см. стр. 24).

2-линейные клапаны (2) и (3) запирают проход между подключениями линий от В к А, а клапаны (1) и (4) — проход от А к В. Таким образом, линии к цилиндру (зеленый цвет), а также линия насоса (красный цвет) и емкости (синий цвет) оказываются отсеченными друг от друга. Получается то же самое нормальное положение, что и в схеме управления пилотного клапана по *рис. 10*. Если сравнить это с пилотным клапаном в традиционной схеме, то, например, разделение друг от друга подключений линий А и В на 2-линейном клапане (1) соответствовало бы разделению друг от друга каналов А и Т на пилотном клапане (см. разрез на *рис. 17*). Это положение является действительным соответственно и для других проходов: от Р к А, от Р к В и от В к Т.

Таким образом, мы можем, говоря о функции переключения, о которой в данном случае идет речь, рассматривать 2-линейный встроенный клапан как отдельную возможность управления, выполняемого при помощи пилотного клапана.

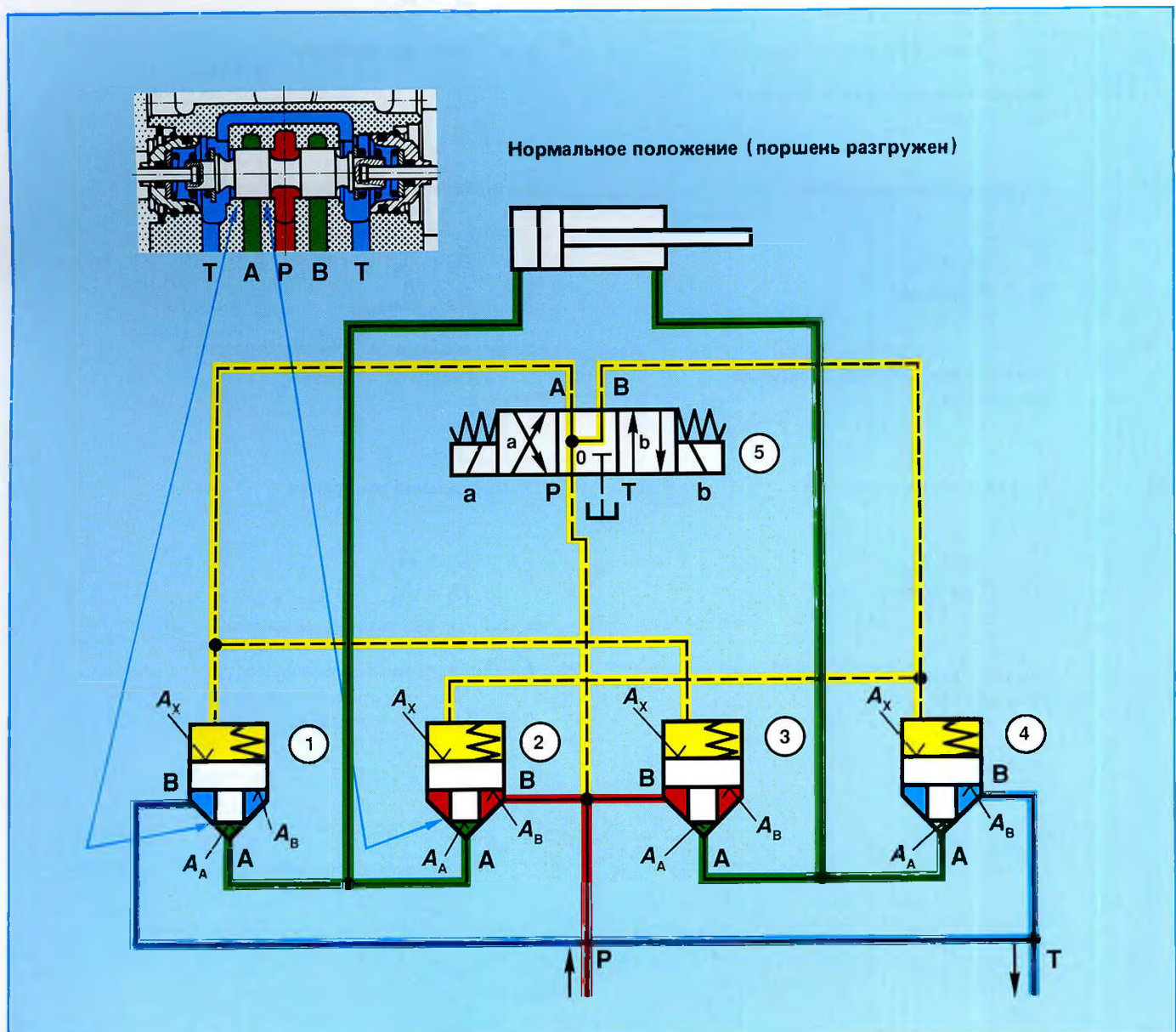


Рис. 17

УСИЛИЯ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА КОНУСЫ 2-ЛИНЕЙНЫХ ВСТРОЕННЫХ КЛАПАНОВ

<p>(1)</p> <p>В направлении запертия</p> <p> \Downarrow $\rho_p \cdot A_x$ \Downarrow Пружина </p> <p>$\rho_p =$ давление в линии насоса</p> <p>Усилие в направлении запертия преобладает.</p>	<p>В направлении отпирания</p> <p> \Uparrow $\rho_k \cdot A_A$ \Uparrow $\rho_T \cdot A_B$ </p> <p> $\rho_k =$ давление на поршень $\rho_T =$ давление в линии емкости (В обоих случаях давление почти отсутствует.) </p>
<p>(2)</p> <p>В направлении запертия</p> <p> \Downarrow $\rho_p \cdot A_x$ \Downarrow Пружина </p> <p>$\rho_p =$ давление в линии насоса</p> <p>Усилие в направлении запертия преобладает.</p>	<p>В направлении отпирания</p> <p> \Uparrow $\rho_p \cdot A_B$ \Uparrow $\rho_k \cdot A_A$ </p> <p>$\rho_k =$ почти без давления</p>
<p>(3)</p> <p>В направлении запертия</p> <p> \Downarrow $\rho_p \cdot A_x$ \Downarrow Пружина </p> <p>Усилие в направлении запертия преобладает.</p>	<p>В направлении отпирания</p> <p> \Uparrow $\rho_p \cdot A_B$ \Uparrow $\rho_R \cdot A_A$ </p> <p> $\rho_R =$ давление в кольцевой полости (почти отсутствует) </p>
<p>(4)</p> <p>В направлении запертия</p> <p> \Downarrow $\rho_p \cdot A_x$ \Downarrow Пружина </p> <p>Усилие в направлении запертия преобладает.</p>	<p>В направлении отпирания</p> <p> \Uparrow $\rho_R \cdot A_A$ \Uparrow $\rho_T \cdot A_B$ </p> <p> $\rho_R =$ давление в кольцевой полости $\rho_T =$ давление в линии емкости (В обоих случаях давление почти отсутствует.) </p>

Выдвижение поршня

На *рисунке 18* представлен пилотный клапан, переключенный в положение "b". Теперь получается, что давление в линии P действует через пилотный клапан на поверхность A_x 2-линейных клапанов (1) и (3), удерживая их в закрытом положении. Одновременно поверхности управления клапанов (2) и (4) оказываются соединенными через пилотный клапан (5) с емкостью, т.е. не находятся под давлением.

Давление, действующее в клапане (2) на кольцевую поверхность A_B , отжимает конус клапана в направлении, противоположном действию пружины C_2 , вверх и открывает проход от B через A к цилиндру (красный цвет). Поршень выдвигается. Отводимая из полости цилиндра жидкость поступает через 2-линейный клапан (4), работающий от давления на поверхность A_A против направления действия пружины C_4 , обратно в емкость. Если же вновь сравнить эту ситуацию с распределительным клапаном, то отпирание 2-линейного клапана (2), например, соответствовало бы отпиранию прохода от P к A на распределительном золотниковом клапане.

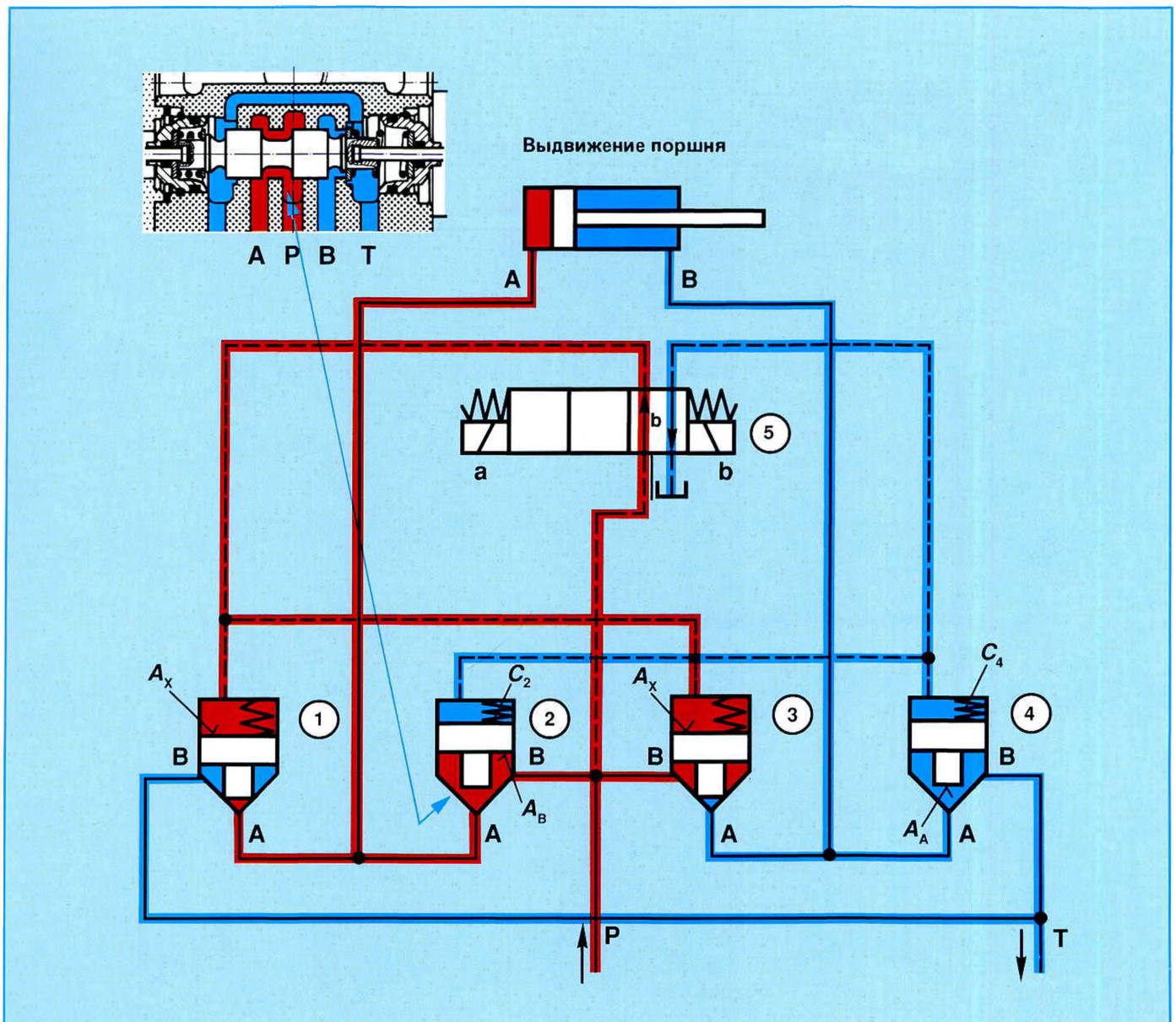


Рис. 18

Втягивание поршня

При переключении пилотного клапана в положение "а" 2-линейные клапаны (2) и (4) остаются в закрытом положении. Жидкость поступает от насоса через клапан (3), работающий от действия давления на поверхность A_B против направления действия пружины C_3 , от узла В через А в кольцевую полость цилиндра. Поршень входит в цилиндр. Отводимая со стороны поршня жидкость поступает через клапан (1), управляемый давлением на поверхность A_D против действия пружины C_1 , от узла А через узел В в емкость (см. рис. 19).

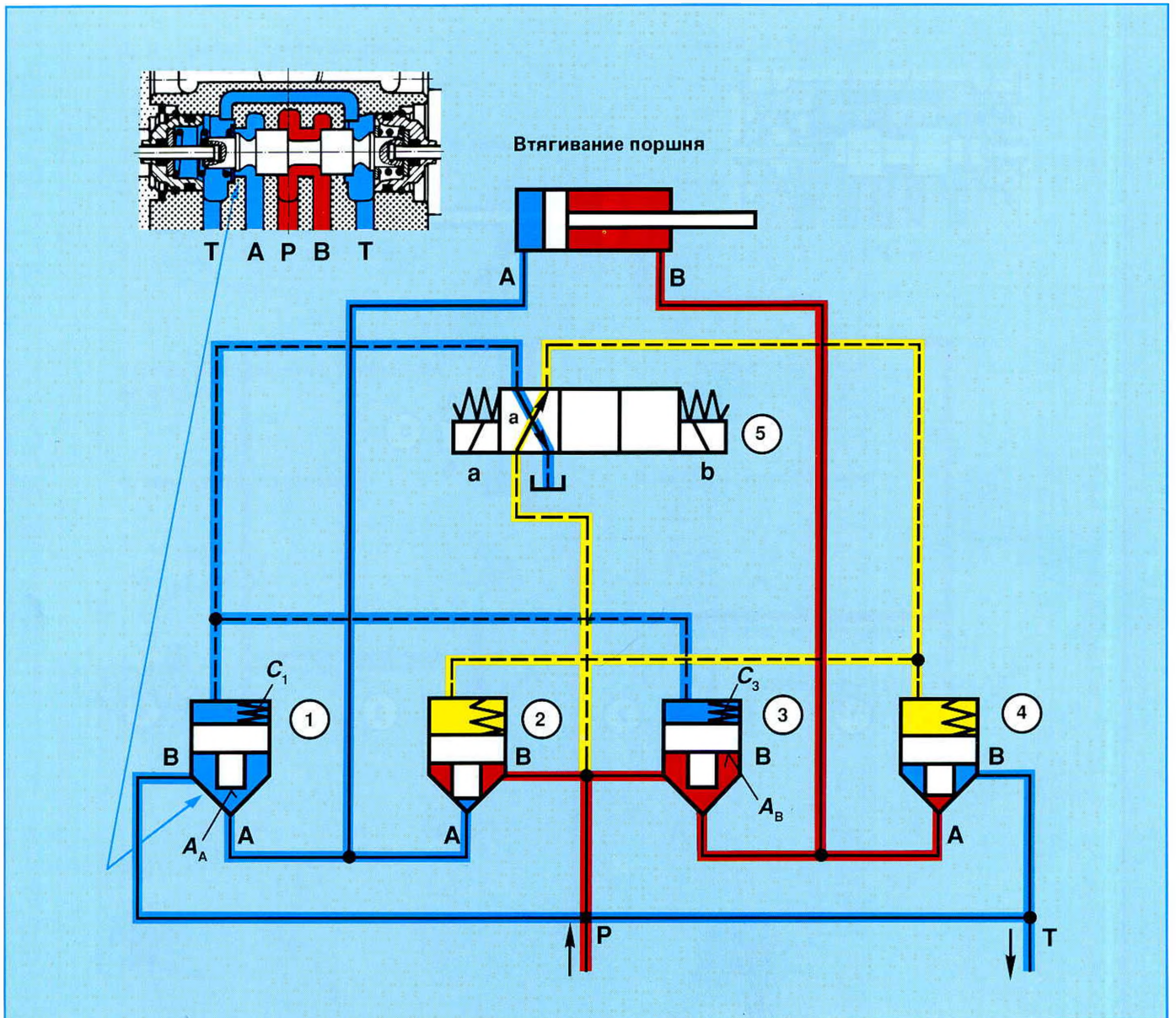


Рис. 19

Выталкивающая сила, действующая на поршень

Схема на *рис. 20* идентична схеме на *рис. 17*. Основным отличием является действие на поршень выталкивающей силы.

Необходимо еще раз пояснить высказывание на стр. 11: "2-линейные встроенные клапаны работают только в зависимости от давления". Если схема с распределительным золотниковым клапаном переключается только от сигнала, то в схемах с 2-линейными клапанами необходимо постоянно учитывать давление, действующее на по-

верхности. Предположим в нашем примере, что насос включен и на поршень действует выталкивающая сила. На стороне штока (зеленый цвет) образуется давление, действующее на поверхности A_D 2-линейных клапанов (3) и (4). А поскольку на поверхности A_X давление не действует, то после преодоления действия усилия пружины конус клапана отождется наверх и жидкость сможет, например, пойти в емкость. Кроме того, на стороне поршня возникло бы разрежение, так как подсоса жидкости нет.

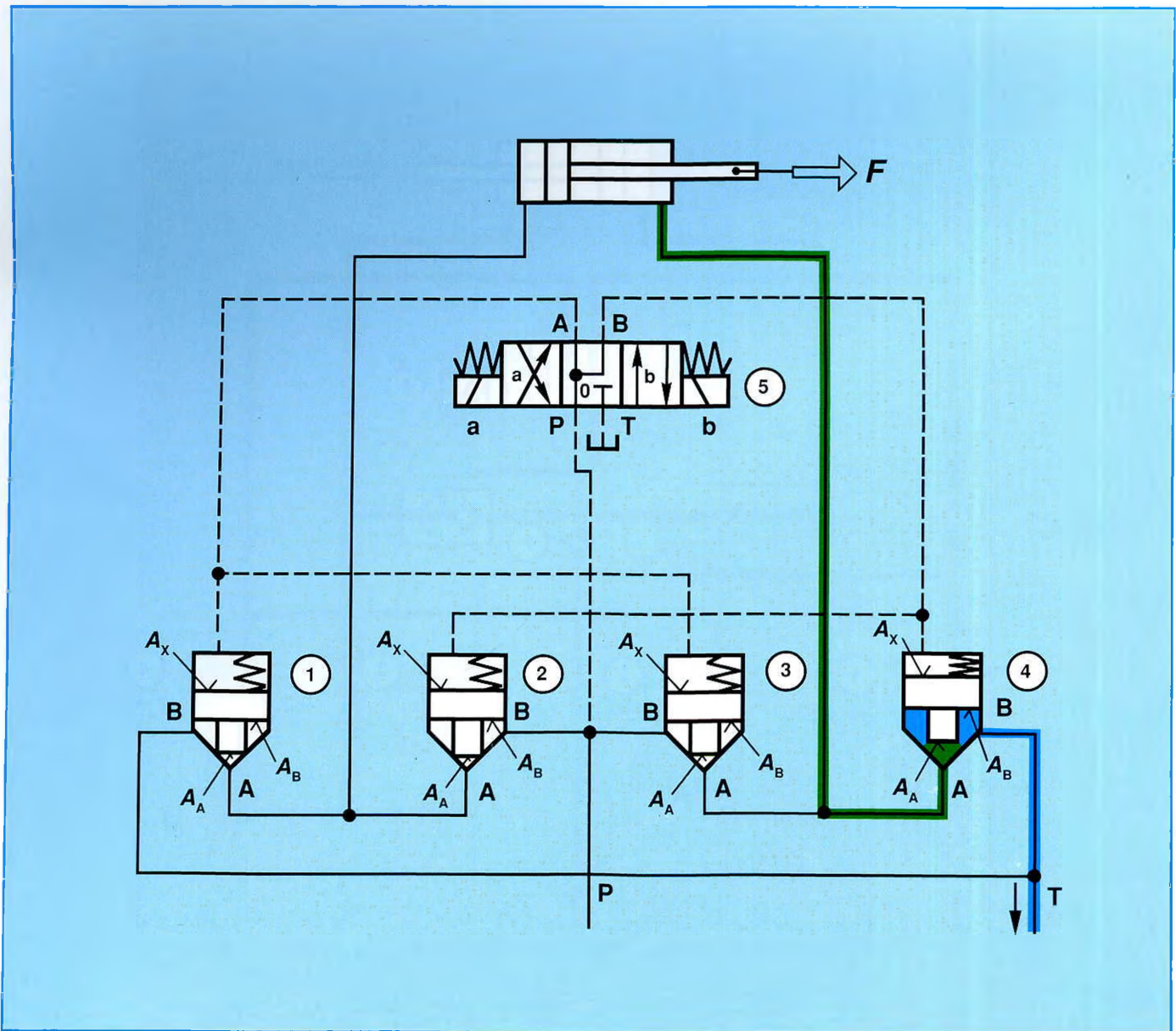


Рис. 20: Цилиндр с действующей на поршень выталкивающей силой.

Чтобы избежать недостатков схемы по рис. 20, давление, возникающее от действия выталкивающей силы, должно автоматически держать соответствующие клапаны в закрытом состоянии. Это достигается (см. рис. 21) за счет установки переключающего клапана (6). Тогда при действии выталкивающей силы образующееся давление срабатывает через переключающий клапан (6) и пилотный клапан (5) по подключениям линий P, а также A и B на поверхности управления (светло-зеленый цвет) 2-линейных клапанов с (1) по (4) и действует совместно с усилием пружины в направлении запирания.

Падению давления обратным ходом через линию насоса препятствует обратный клапан (7). Давления от выталкивающей силы действует, конечно, одновременно и на линию A (поверхность A_A) клапанов (3) и (4).

Поскольку в приведенном примере линии P и T без давления, то 2-линейные клапаны будут удерживаться в закрытом состоянии.

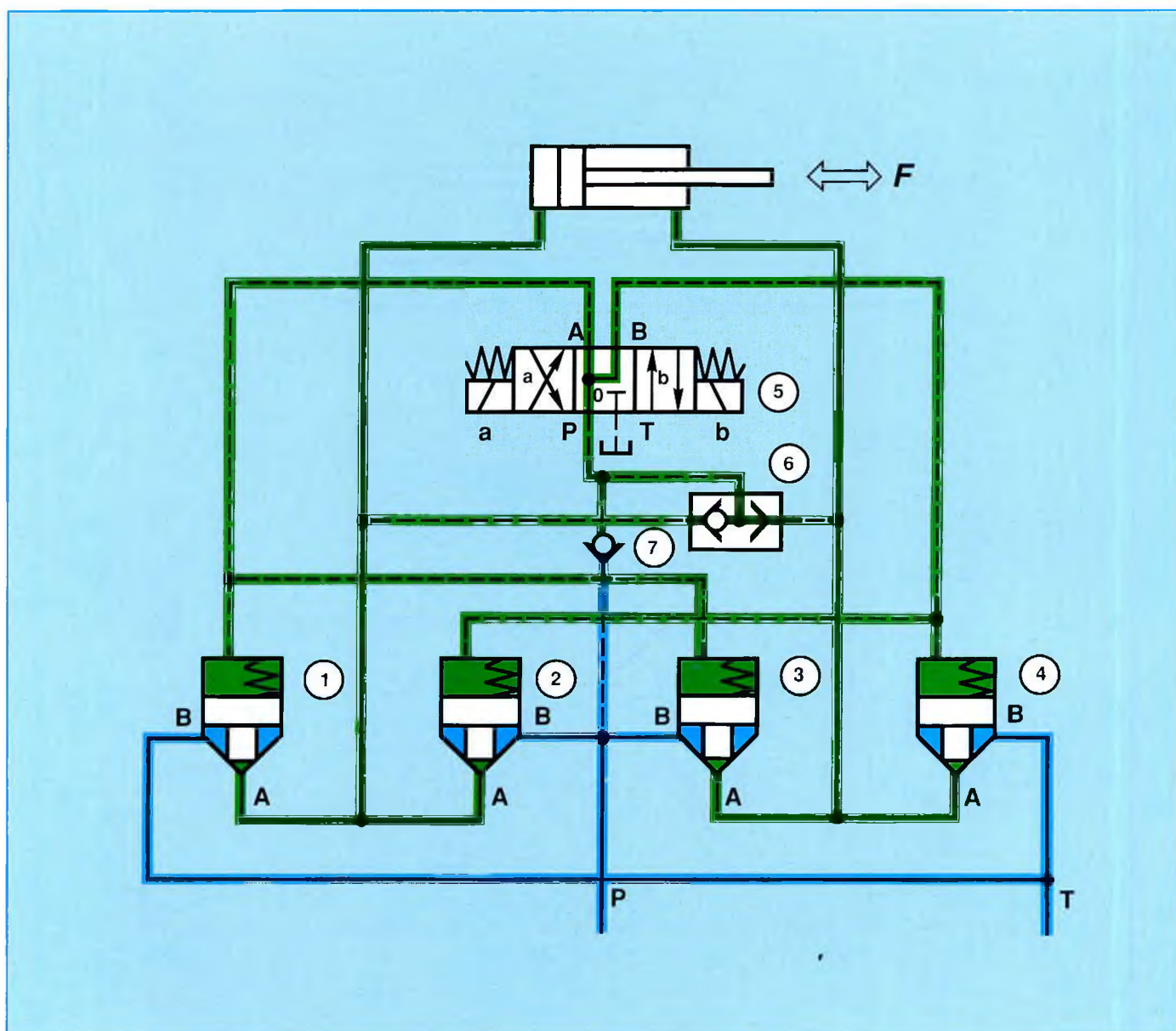


Рис. 21

Рассмотрим более подробно по схеме рис. 21 выдвижение поршня (рис. 22).

Для этого пилотный клапан (5) переключается в положение "b". Давление в линии насоса (красный цвет) действует через линии управления (желтый цвет):

- 1) на переключающий клапан (6) и держит его закрытым относительно линий сброса жидкости из цилиндра;
- 2) и через пилотный клапан от P к A на поверхности управления клапанов (1) и (3), которые в результате этого остаются закрытыми.

Поверхности клапанов (2) и (4), напротив, разгружены в емкость через проход от B к T на пилотном клапане. В результате этого давление системы (красный цвет) может, действуя на поверхность A_B , открыть 2-линейный клапан (2) со стороны подключения линии B.

Поршень выдвигается.

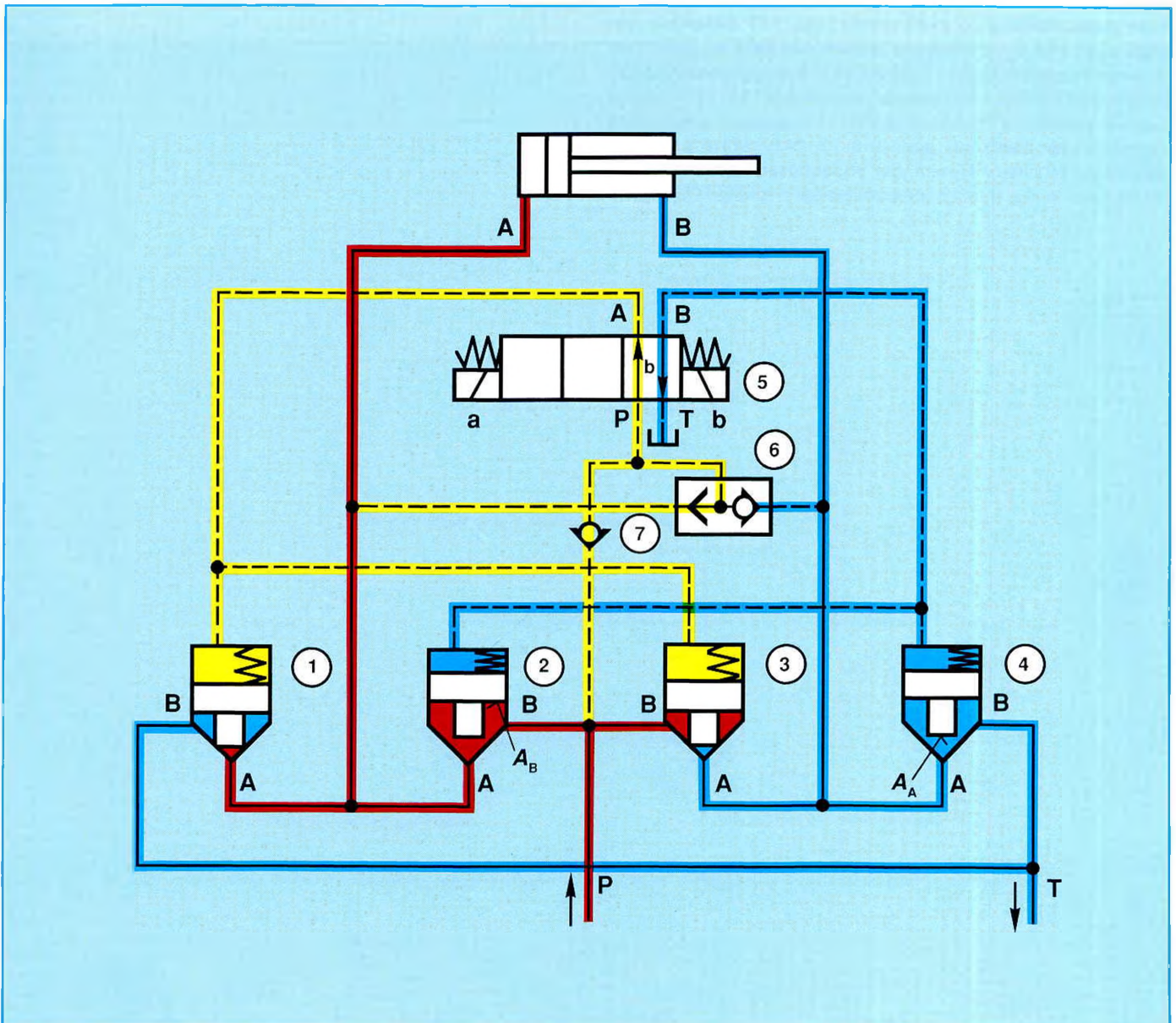


Рис. 22

Управление цилиндра с регулированием скорости

Если наряду с функцией переключения нужно выполнить в схеме с 2-линейными клапанами еще и функцию по расходу, то соответствующие клапаны оснащаются системой ограничения хода затвора (более подробно – см. главу о выполнении функций по расходу). Чтобы, например, получить схему с регулированием скорости в соответствии с *рисунком 23*, на 2-линейных встроенных клапанах (1) и (4) устанавливаются соответственно системы ограничения хода (8) и (9).

По *рисунку 23* жидкость может поступать к цилиндру свободно, а отводимая среда должна проходить через точки дросселирования (10) или (11). В соответствии с этим в схеме по *рисунку 24* жидкость из кольцевой полости цилиндра проходит в емкость через клапан (4) и влияет на объемный поток за счет ограничения хода затвора клапана. Точно также происходит дросселирование на стороне поршня при помощи ограничения хода на 2-линейном встроенном клапане (1) (*рис. 23*, обратный дроссельный клапан).

Еще один пример по этой схеме (*рис. 18*) наглядно показывает, что 2-линейные встроенные клапаны работают только в зависимости от давления. В результате дросселирования отводимой среды в клапане (4) на стороне штока цилиндра (зеленый цвет) происходит изменение направления действия давления. В результате этого 2-линейный клапан (3) мог бы управляться давлением на поверхность A_D и без переключающего клапана (6).

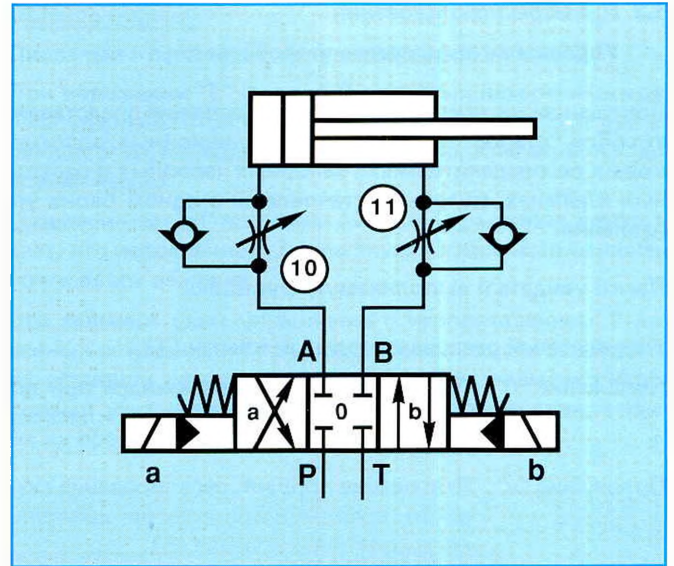


Рис. 23: Пример с использованием распределительного клапана и дроссельного обратного клапана

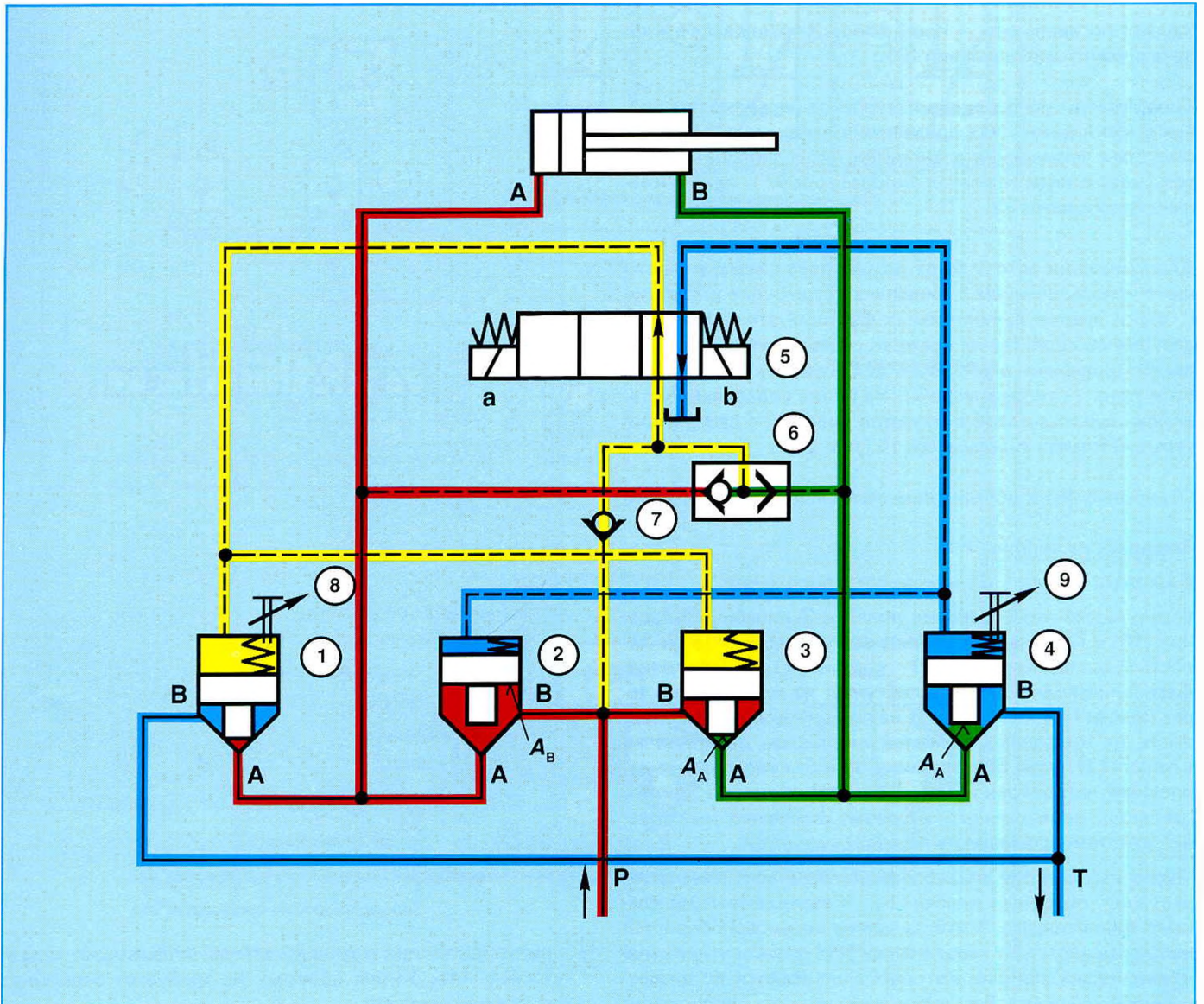


Рис. 24: Пример с использованием 2-линейных встроенных клапанов и системы ограничения хода. Состояние: выдвигание поршня

5.3 Примеры использования

Управление подъемного устройства

Показанная на рисунке 25 схема управления представляет собой "старое" исполнение на традиционных, золотниковых распределительных, запорных напорных и расходных клапанах, которые установлены в одном блоке управления.

Легко увидеть и выполняемую функцию.

Управляемый распределительный клапан (1):

Положение "0": Герметичная отсечка цилиндра при помощи регулируемых обратных клапанов (2) и (3).

Положение "а": Втягивание поршня, регулирование скорости опускания при помощи дроссельного обратного клапана (5).

Положение "b": Выход в дифференциальную схему, регулирование скорости подъема при помощи дроссельного обратного клапана (4).

Защита по давлению — при помощи управляемого клапана ограничения давления (6).

Типоразмеры используемых клапанов наглядно показывают, что в результате применения крупных приборов и сам блок управления становится очень большим: ведь речь идет о пяти клапанах типоразмера 52 и одном клапане типоразмера 32.

Для снижения затрат была разработана схема управления с использованием 2-линейных встроенных клапанов. С точки зрения выполняемых функций эта схема обладает всеми свойствами прежней схемы, но ее блок управления содержит всего лишь два элемента типоразмера 50 и один — типоразмера 32. На блоке управления установлен используемый в качестве пилотного распределительный клапан типоразмера 10 (рис. 26).

Отдельные функции выполняются следующим образом.

Выдвижение поршня

Пилотный клапан (13) находится в положении "а".

В результате этого рабочие полости 2-линейных клапанов (10) и (12) находятся под давлением, а рабочая полость (узел подключения X) клапана (11) разгружена. Гидравлическая жидкость поступает из линии насоса через клапан (11) от А через В на поршни цилиндров. Жидкость из кольцевых полостей цилиндров действует на клапан (12), узел подключения В, и отжимает конус давлением на поверхность A_B (см. также рис. 4) против давления, развиваемого насосом (изменение направления действия давления на поршне).

Масло вытесняется из рабочей полости через линию управления, пилотный клапан (13) и переключающий клапан в линию насоса. А отводимая из кольцевых полостей жидкость поступает через клапан (12) в насосную линию к цилиндрам, поршни которых выдвигаются по дифференциальной схеме. Регулирование скорости выдвижения

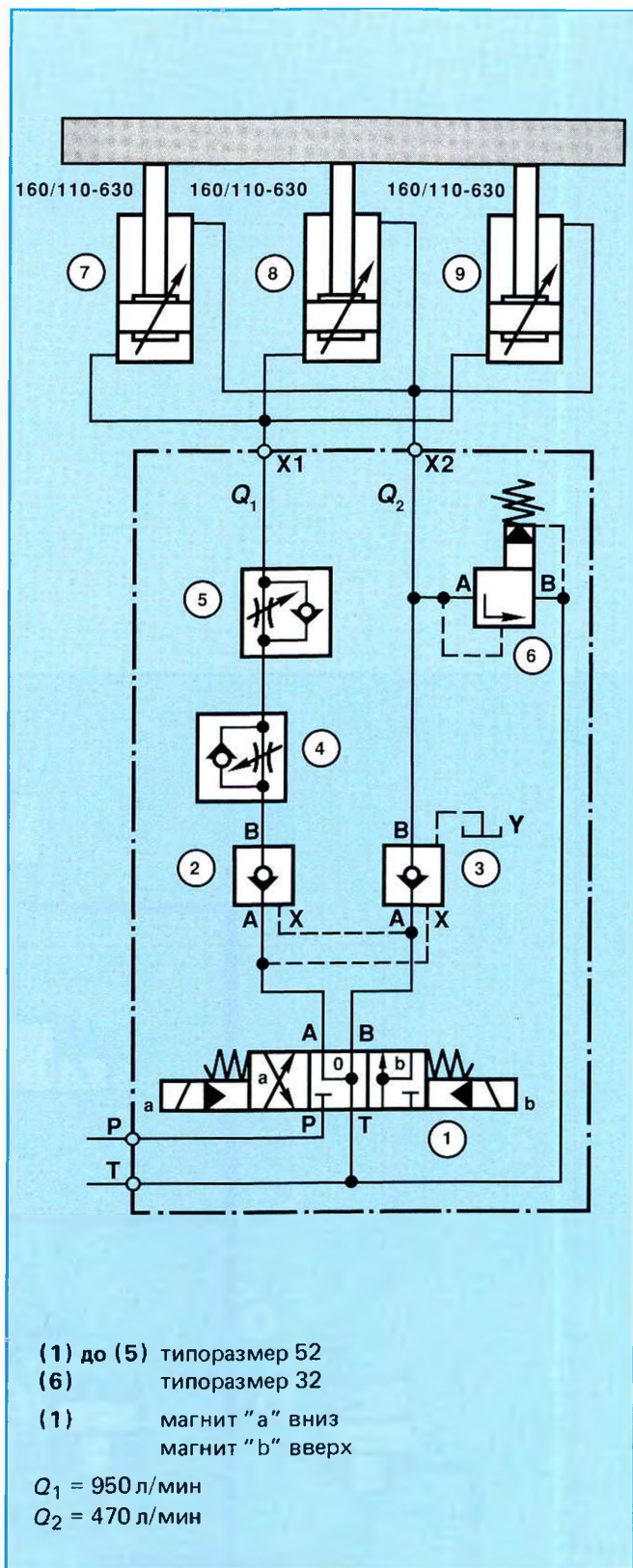


Рис. 25

производится при помощи системы ограничения хода на клапане (11). Таким образом, не требуется отдельного расходного клапана.

Втягивание поршня

Пилотный клапан (13) находится в положении "b".

При этом рабочие полости клапанов (10) и (12) разгружены, так что гидравлическая жидкость поступает из линии насоса через клапан (12) — клапан (11) остается в закрытом положении — к кольцевым полостям. Вытесненная жидкость может, будучи сдресселированной через ограниченный по своему ходу поршень клапана (10), отводиться в емкость.

Останов поршня

Пилотный клапан (13) находится в положении "0".

При положении "0" все три 2-линейных встроенных клапана удерживаются в закрытом состоянии за счет действующего на поверхности A_X (узел подключения X) давления насоса.

Сравнение затрат по обеим схемам управления показывает, что исполнение с 2-линейными клапанами было бы почти вдвое дешевле.

Оба примера схем управления с использованием 2-линейных встроенных клапанов должны помочь осмыслить их основной принцип действия. Но одновременно необходимо учитывать целесообразность применения, а также их пределы и возможности.

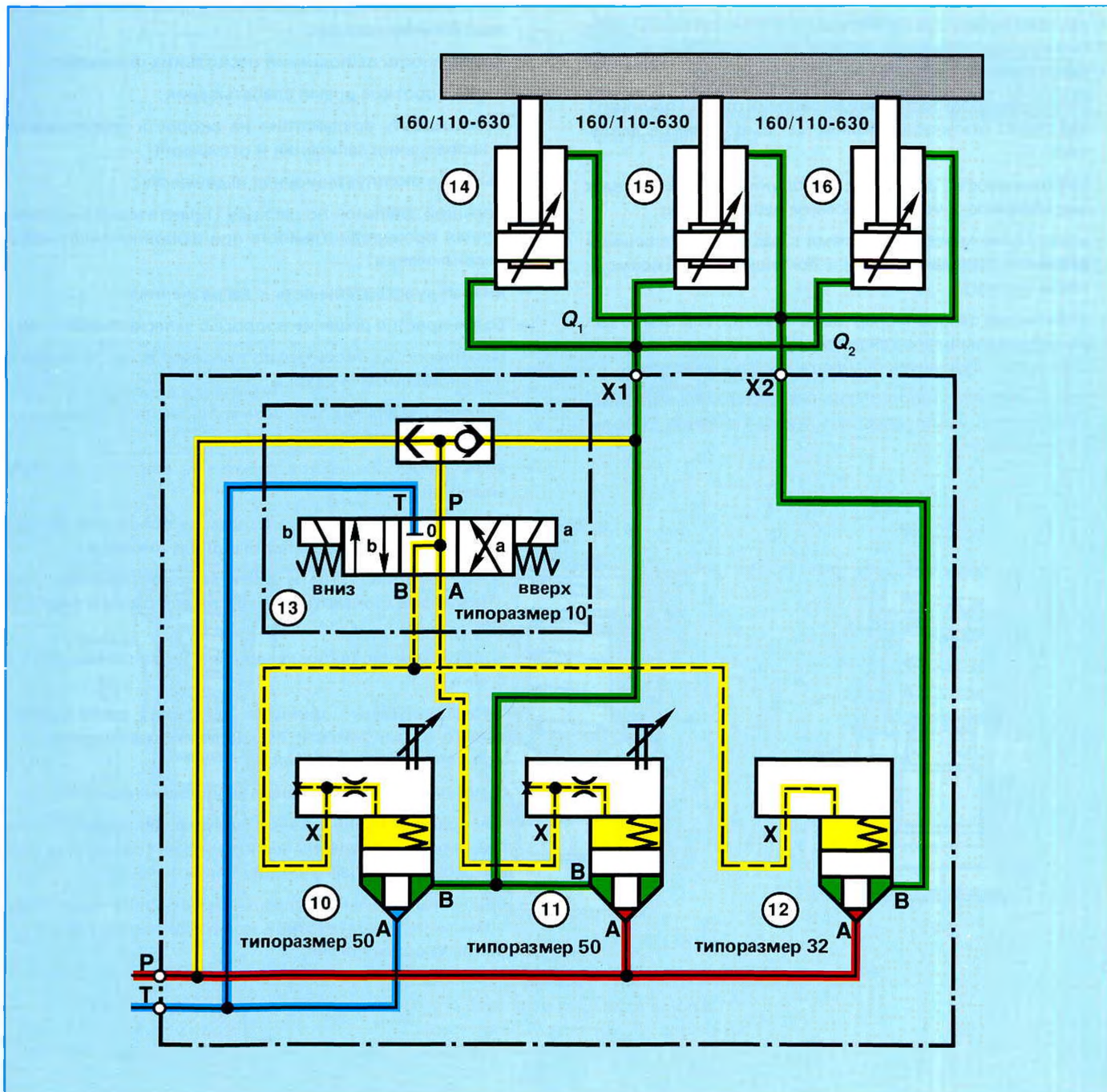


Рис. 26

6. СРАВНЕНИЕ ЗОЛОТНИКОВЫХ КЛАПАНОВ С 2-ЛИНЕЙНЫМИ ВСТРОЕННЫМИ КЛАПАНАМИ

После того, как на примере нескольких схем была дана возможность получить представление об основном принципе действия 2-линейных клапанов, необходимо сопоставить свойства (преимущества и недостатки) золотниковых и 2-линейных клапанов.

Распределительные золотниковые клапаны:

- полная коммуникативная связь осуществляется за счет движения всего лишь одного поршня;
- поршень занимает в корпусе различные положения, т.е. могут выполняться различные функции;
- расположение каналов в корпусе относительно рабочих кромок плунжера может быть изменено различным образом (различные типы плунжера);
- во включенном состоянии на рабочий орган (плунжер) действует статически полностью выровненное давление;
- выровненность давления на плунжере обеспечивает выровненность усилий в осевом направлении;
- уплотнение между полостями с различной величиной давления производится при помощи зазора (возможность утечки);
- уплотнение зазора может быть чувствительным к загрязнению и наличию зон несоосных нагрузок (заедание плунжера; проблемы ресурсов пробег);
- при изменении типоразмера распределительного клапана вес его увеличивается в кубе, а сечения — только в квадрате.

Распределительные 2-линейные встроенные клапаны:

- компактность конструкции;
- отсутствие утечек, в зависимости от управления (от В к А, седельный клапан в качестве пилотного);
- возможность индивидуального управления по отдельным линиям расхода;
- возможность выполнения нескольких функций;
- очень короткое время срабатывания;
- возможность воздействия на скорость срабатывания в направлении запирания и отпираания;
- высокая эксплуатационная надежность;
- большой диапазон по расходу (практически неограниченная производительность при выполнении функций переключения);
- низкая чувствительность к загрязнениям;
- более простое решение вопроса с запасными частями;
- возможность относительно простого предотвращения пиков давления и ударов;
- наличие различных типоразмеров соответственно объемным потокам;
- возможность надежной работы на высоком рабочем давлении;
- более высокие плановые затраты на приобретение квалификации по эксплуатации и обслуживанию;
- более высокие затраты времени на оптимизацию (не относится к стандартным блокам или схемам управления);
- более сложное техобслуживание из-за размещения в блоке;
- "комплексность" принципа действия; срабатывание только в зависимости от давления (необходимо четкое понимание этого факта);
- более сложная локализация выявляемых дефектов;
- при использовании в качестве распределительного элемента одним клапаном выполняются только 2-линейная 2-позиционная функция переключения;
- общее положение для седельных клапанов: отсутствие возможности статической компенсации усилий на переключающем органе.

В качестве заключения можно сказать следующее:

Использование схем с 2-линейными встроенными клапанами целесообразно в том случае, если это дает экономические и/или технические преимущества по сравнению с использованием традиционной гидравлики.

Использование этих клапанов на протяжении уже многих лет показало, что нецелесообразно заменять ими схемы управления, выполняющие только функции переключения, во всяком случае для малых типоразмеров (до 32).

Но при необходимости комбинирования нескольких функций или при необходимости управления большими и различными объемными потоками в любом случае будет оправданным продумывание решения с использованием 2-линейных встроенных клапанов.

7. ОБЗОР ОСНОВНЫХ ИСПОЛНЕНИЙ И ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ 2-ЛИНЕЙНЫХ КЛАПАНОВ

В зависимости от выполняемой функции и требуемой характеристики схемы управления или 2-линейного клапана могут быть использованы их различные основные исполнения (рис. 27) для выполнения функций переключения по давлению.

При их помощи могут быть реализованы функции простых, включения и срабатываемых на выключение и чисто гидравлически управляемых обратных и распределительных клапанов, клапанов по ограничению или снижению давления, а также расходных клапанов.

* За счет выбора соответствующей схемы управления и при помощи 2-линейного клапана, предназначенного для функции переключения, может быть осуществлено ограничение давления. Обычно для этого применяется исполнение с 7%-ной кольцевой поверхностью (поверхность A_B). Более подробно — см. главу о выполнении функций по давлению.

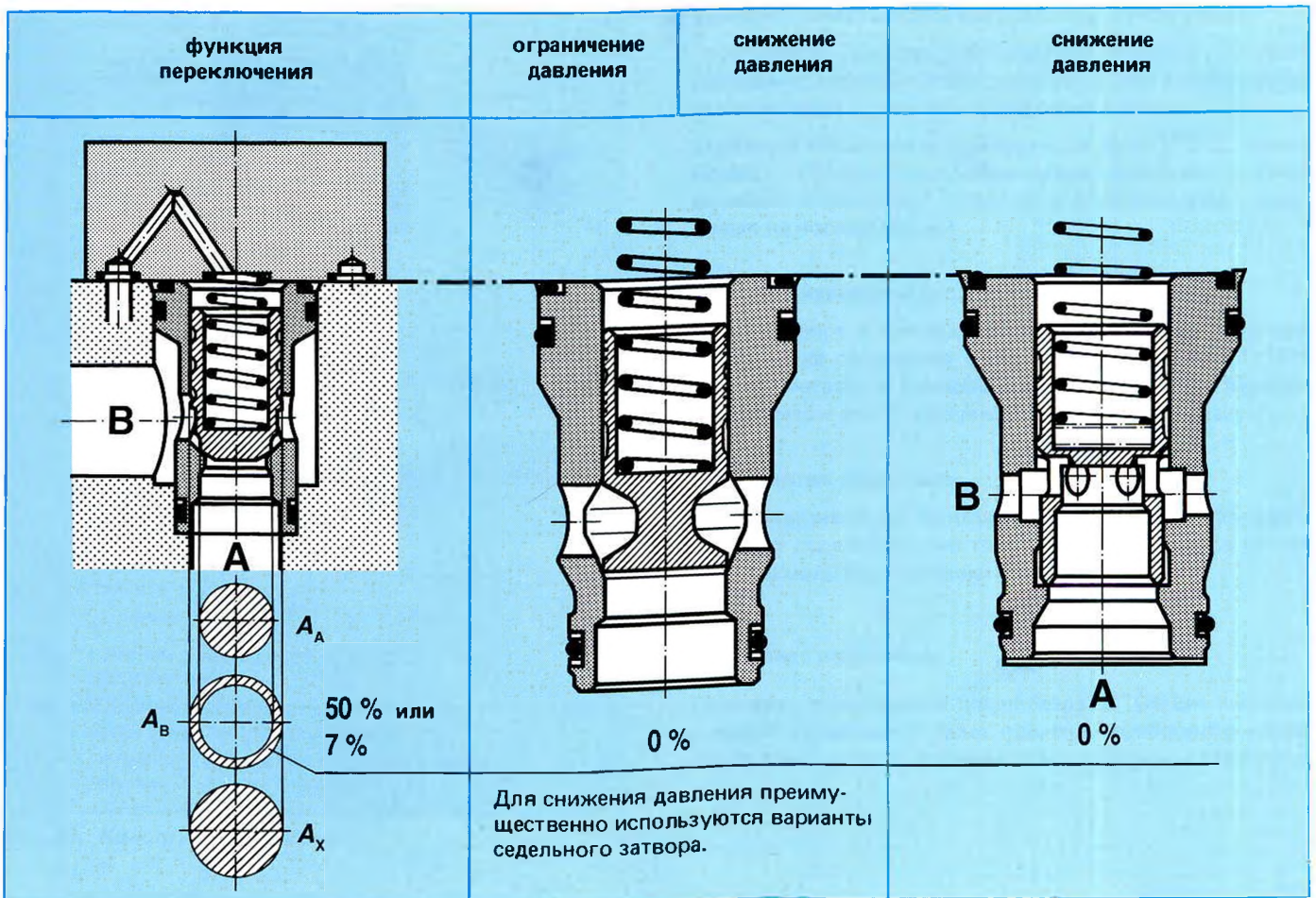


Рис. 27

Для Заметок

2-линейные встроенные клапаны, функции переключения

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВИДАХ УПРАВЛЕНИЯ

В зависимости от выполняемой функции должно использоваться соответствующее ей управление и выбираться правильное исполнение.

Необходимо учитывать также влияние скорости переключения и выбор типоразмера.

Вернемся еще раз к конструкции клапана и к рабочим поверхностям.

Виды управления

В основном подача гидравлического масла может производиться:

- от узла подключения А,
- от узла подключения В,
- от узла подключения А и В,
- извне.

Какие функции и свойства вытекают из соответствующего вида управления, показывают приведенные ниже разрезы и схемы.

Указания по графическому представлению

Для лучшего понимания функции и зависящего от давления переключения клапан представляется в виде чертежного разреза.

Но для того, чтобы функция могла быть отражена и в используемых на схемах условных обозначениях, приводятся три варианта этих обозначений:

Условно-схематическое изображение конструкции

Этот способ утвердился в практике, поскольку он принципиально отражает конструкцию и тем самым облегчает понимание того, что происходит в схеме.

Условное обозначение приведено в DIN 24 342, приложение 1. (Специальные обозначения для представления функции 2-линейных встроенных клапанов в настоящее время не нормированы).

Условное изображение по правилам DIN ISO 1219

Используемое в схемах под этим названием условное обозначение составлено в соответствии с DIN ISO 1219 и опубликовано в приложении 1 к DIN 24 342 (Монтажные размеры для 2-линейных встроенных клапанов).

Обозначение-заменитель

Это представление функции является очень упрощенным, но поскольку оно тоже иногда попадает на схемах, полноты ради приводится и оно.

Приборное исполнение

Перечень, приведенный после раздела "Общие сведения о видах управления", дает примеры приборного исполнения этих схем по документации завода-изготовителя.

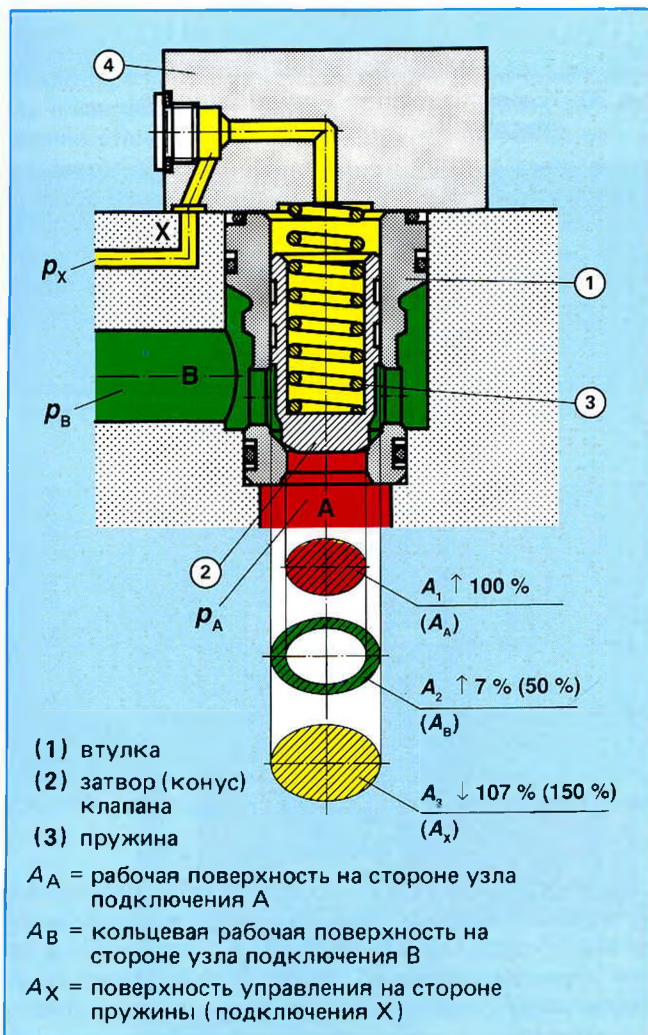


Рис. 28: Конструкция клапана

Для работы клапана важны также служащий корпусом блок управления (5) и крышка (4).

2. УПРАВЛЕНИЕ (ПОДАЧА МАСЛА) ПО ЛИНИИ УЗЛА ПОДКЛЮЧЕНИЯ А

2.1 Прямое управление (без пилотного клапана)

Функция: от А к В: заперто,
от В к А: свободный проход.

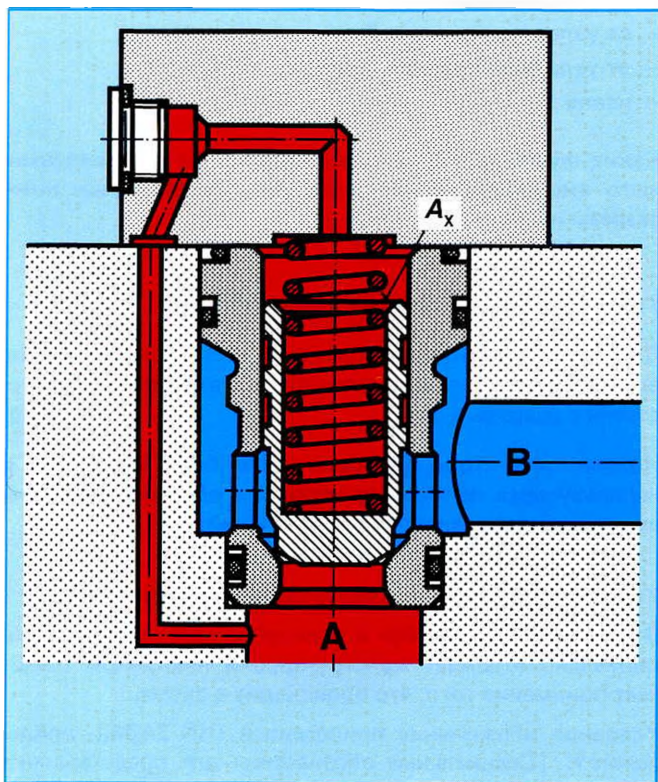


Рис. 29: 2-линейный встроенный клапан с линией управления от узла А

В первом примере линия управления выходит от узла А на поверхность A_x (рис. 29). Давление, имеющееся в узле А, действует одновременно на поверхность A_d и A_x и держит таким образом совместно с усилием пружины конус клапана в закрытом положении ($A_d > A_d$). Проход от А к В заперт и не может быть открыт.

Тут возникает вопрос: эта отсечка между А и В имеет утечки или нет?

На линии раздела между А и В имеется посадочная кромка (2), (рис. 33).

Но тем не менее эта отсечка не является герметичной. Конус клапана, называемый также переключающим элементом, имеет в верхней части направляющую. Разделение между полостью В и полостью пружины (рис. 33) производится за счет посадки (1), как на золотниковом клапане. В этом месте при различных давлениях в узле подключения В и в полости для пружины появляются утечки. И то, что эта отсечка не герметична, показано дополнением в схеме обратным клапаном (рис. 31).

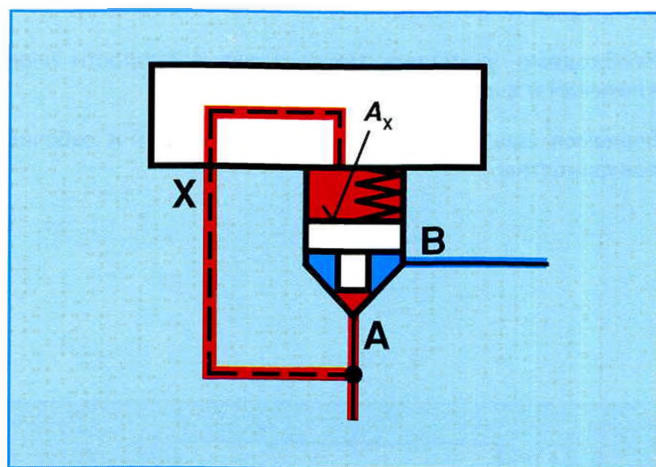


Рис. 30: Условно-схематическое изображение конструкции

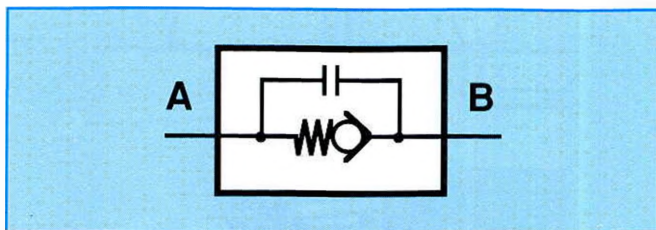


Рис. 31: Условное обозначение по образцу DIN ISO 1219

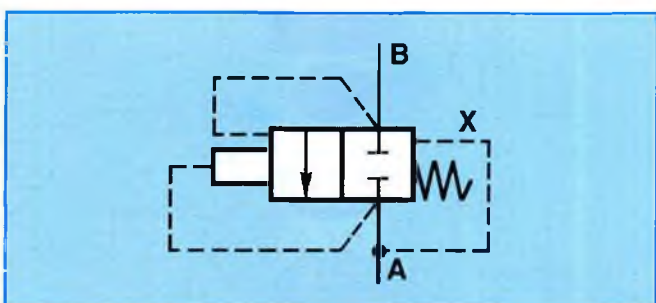


Рис. 32: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

Разделение же между В и А по рисунку 43 с управлением на стороне В является герметичным, поскольку разделенные посадочным зазором полости находятся под одним и тем же давлением. Полости с различными давлениями (узлы подключений А и В) разделены посадочной кромкой.

Это положение, является ли 2-линейный клапан герметичным или нет, должно рассматриваться для любой схемы и зависит от управления 2-линейного клапана, а также от исполнения пилотного клапана.

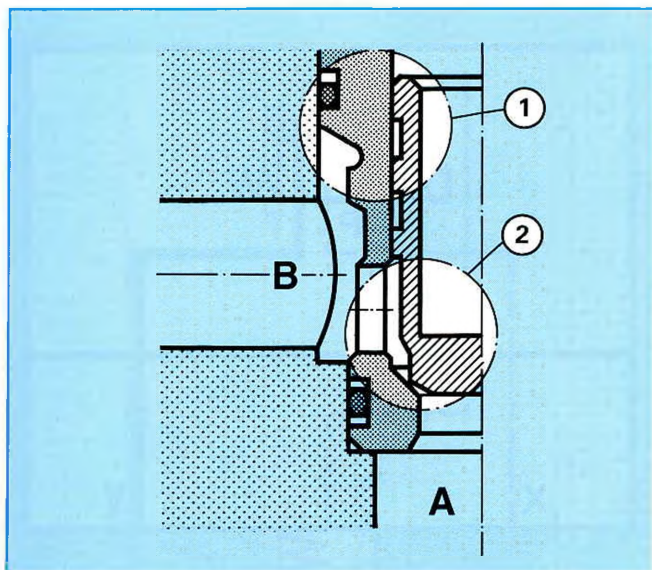


Рис. 33

Рассмотрим схему, в которой узел подключения А работает без давления, а узел подключения В находится под давлением (рис. 34 и 35).

Давление в узле В действует на кольцевую поверхность A_B в направлении отпирания. Поверхности A_D (в направлении отпирания) и A_X (в направлении запирания) не находятся под давлением. Конус клапана прижимается к седлу только усилием действия пружины. Если усилие давления p_B , умноженное на поверхность A_B , будет больше усилия действия пружины, то конус клапана отожмется вверх в направлении, обратном действию пружины, и создаст свободный проход от В к А.

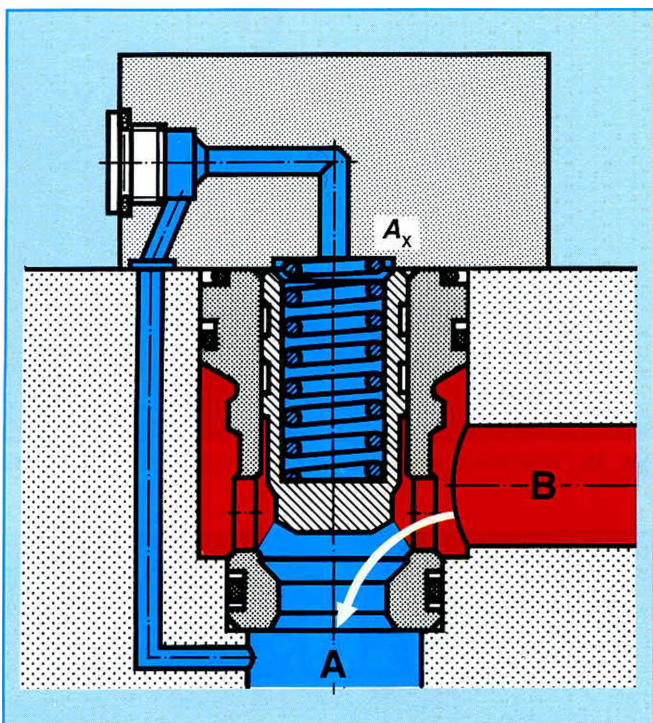


Рис. 34: Представлено, как и на рис. 29, но с открытым затвором клапана, т.е. жидкость проходит от В к А

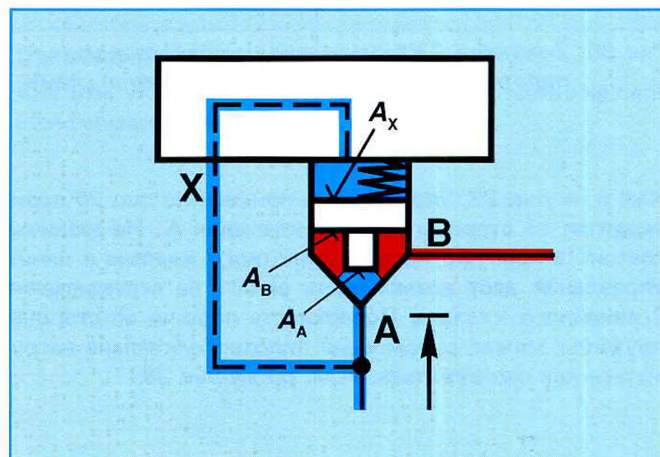


Рис. 35

2.2 Управление по линии узла подключения А, пилотный клапан — в линии управления

Принцип действия

Пилотный клапан в исходном положении: проход по клапану от А к В заперт; от В к А — открыт.

Пилотный клапан в переключенном положении: проходы по клапану от А к В и от В к А — открыт.

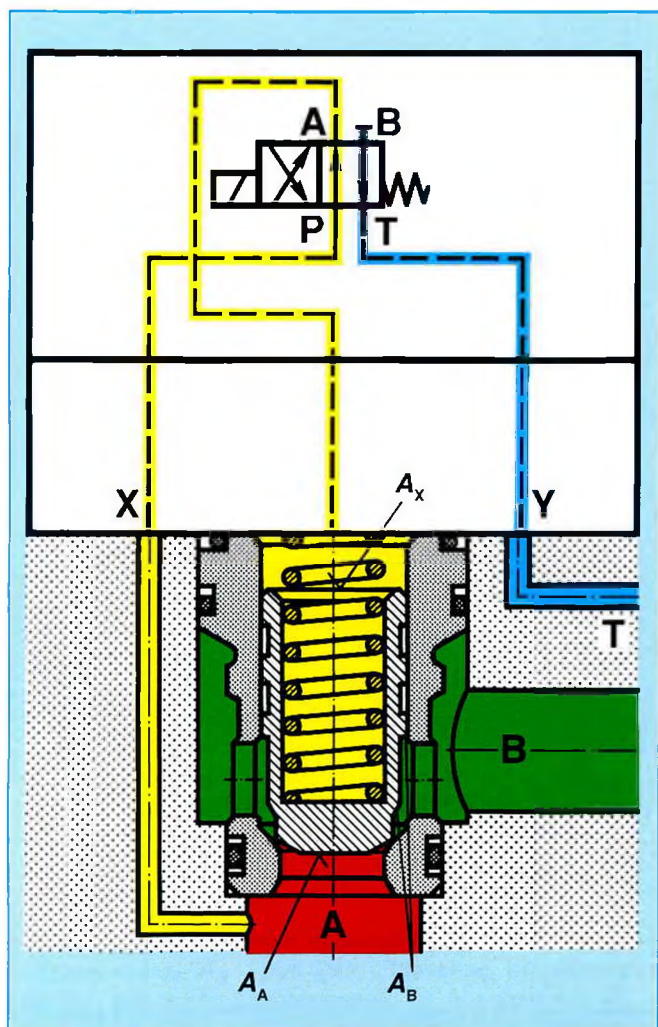


Рис. 36: 2-линейный клапан в линии управления узла А, пилотный клапан — в линии управления схемы

Как и на рис. 29, управление в примере по рис. 36 производится со стороны узла подключения А. Но различие состоит в том, что наличие пилотного клапана в линии управления дает возможность влиять на переключение 2-линейного клапана. Поверхность поршня со стороны пружины может с помощью пилотного клапана нагружаться или разгружаться. (См. также рис. 28).

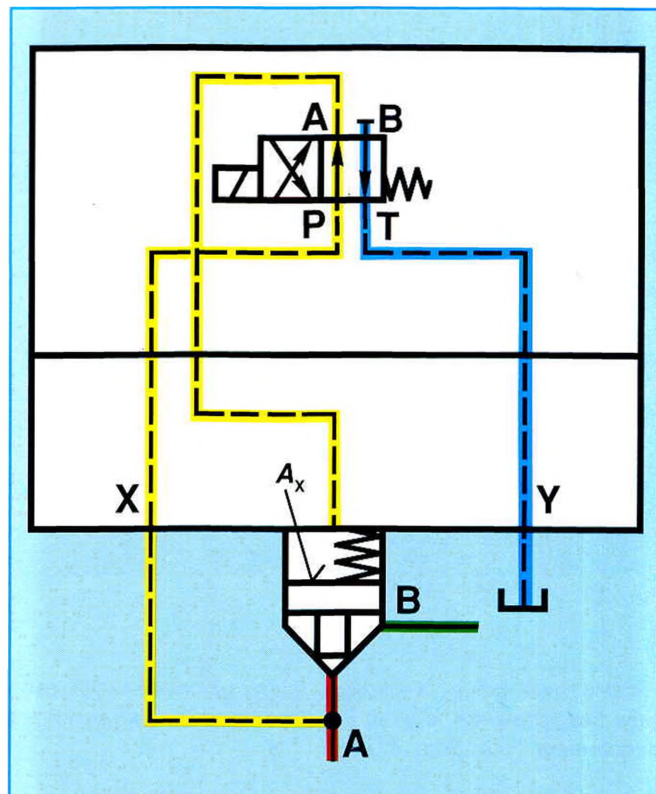


Рис. 37: Условно-схематическое изображ. конструкции

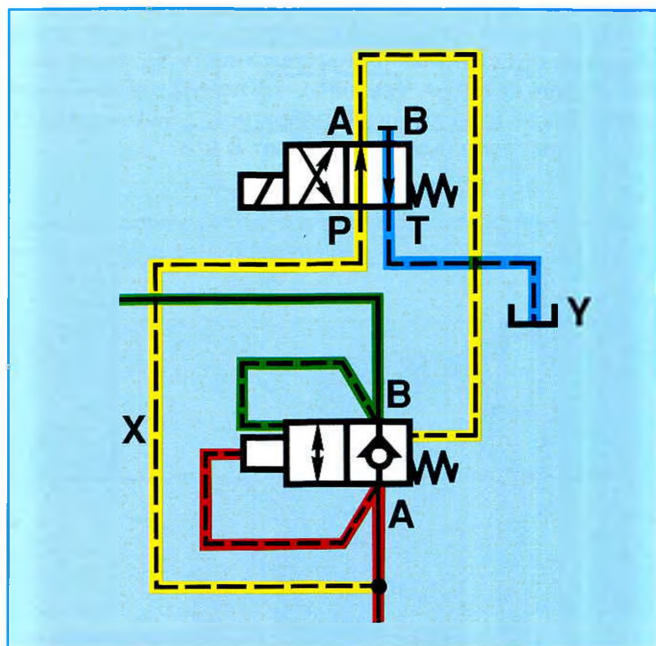


Рис. 38: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

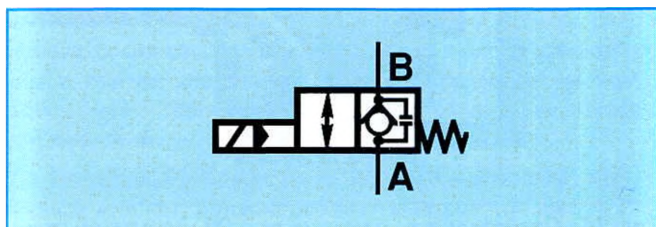


Рис. 39: Условное обозначение по образцу DIN ISO 1219

Пилотный клапан в исходном положении (рис. 36)

При этом положении пружина прижимает основной затвор к седлу. Давление в узле подключения А (красный цвет) действует через линию управления (желтый цвет) и соединение от Р к А в пилотном клапане на поверхность управления A_X . Таким образом, при перепаде давления от А (красный цвет) к В (зеленый цвет) основной затвор удерживается на седле клапана; проход от А к В остается запертым. Попробуем показать это на небольшом числовом примере. Пример возможной схемы представлен на рис. 40 на клапане (2.0).

Используемый клапан: типоразмер 32

Пружина: усилие 2 бар (кольцевая поверхность 50%)
 $= 1,85$ бар давление отпирания от А к В ($p_X = p_A$),
 т.е. принимается по поверхности A_A .

$$A_A (= A_1) = 5,30 \text{ см}^2$$

$$A_B (= A_2) = 2,74 \text{ см}^2$$

$$A_X (= A_3) = 8,04 \text{ см}^2$$

(Значения взяты по каталогу RD 81 010
 фирмы "Маннесманн Рексрот")

Примем: $p_A = 280$ бар (давление системы),
 $p_B = 150$ бар (результатируется по нагрузке
 в цилиндре).

Усилие в направлении отпирания

$$\begin{aligned} F \uparrow &= p_A \times A_A + p_B \times A_B \\ &= 280 \text{ бар} \times 5,3 \text{ см}^2 + 150 \text{ бар} \times 2,74 \text{ см}^2 \\ &= 1895 \text{ даН} \end{aligned}$$

Усилие в направлении запираания

$$\begin{aligned} F \downarrow &= p_A \times A_X + \text{усилие пружины} \\ &= 280 \text{ бар} \times 8,04 \text{ см}^2 + 1,85 \text{ бар} \times 5,3 \text{ см}^2 \\ &= 2261 \text{ даН} \end{aligned}$$

2-линейный клапан остается закрытым.

Примечание:

Как уже указывалось в разделе 2.1, эта отсечка не является герметичной.

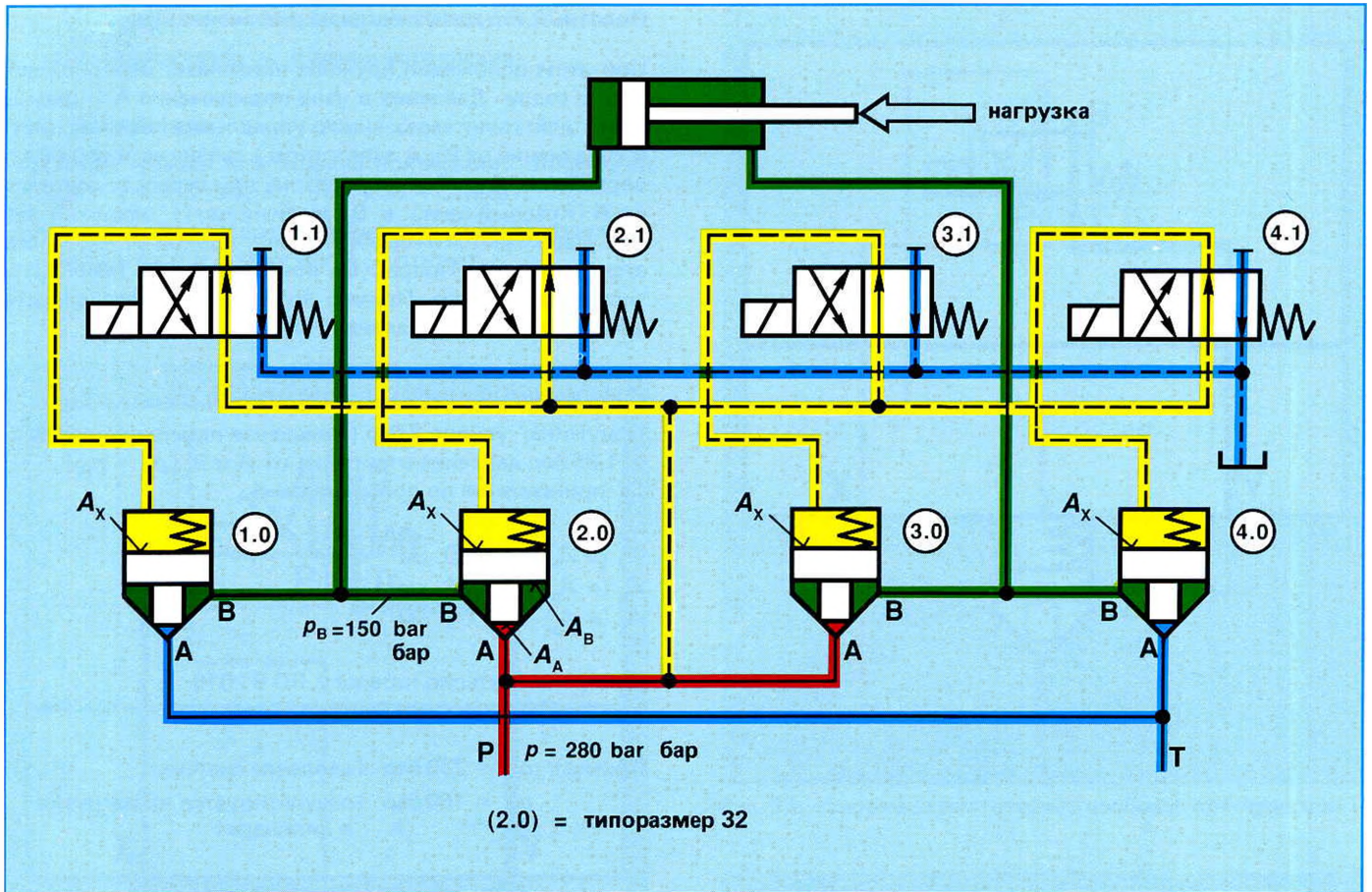


Рис. 40

Для большей наглядности того, когда, где и какое давление действует, изменим условия в системе: насос отключен; $p_A = 0$ бар; нагрузка продолжает действовать.

$$F_{отп.} = 0 \times 5,3 \text{ см}^2 + 150 \text{ бар} \times 2,74 \text{ см}^2 = 411 \text{ даН}$$

$$F_{зап.} = 0 \times 8,04 \text{ см}^2 + 1,85 \text{ бар} \times 5,3 \text{ см}^2 = 9,8 \text{ даН}$$

2-линейные клапаны (2.0), а также (1.0) управляются поверхностью A_B в направлении, противоположном действию пружины.

Нагрузка снижается.

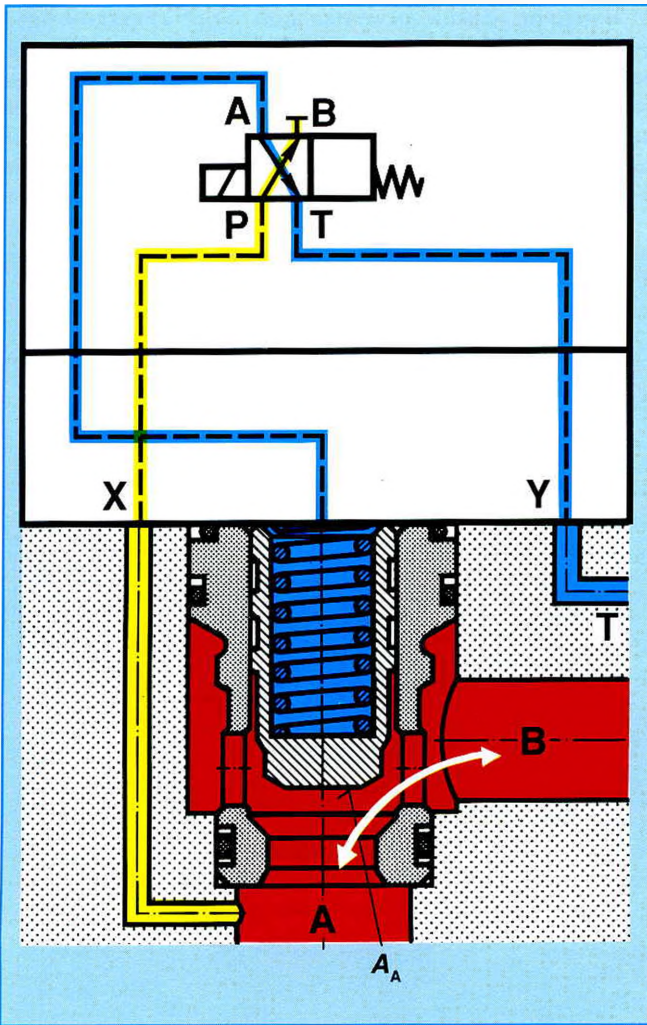


Рис. 41

Пилотный клапан включен

В вариантах схем на *рисунках 41 и 42* полость пружины основного поршня разгружена через пилотный клапан (от узла подключения А к Т) в емкость.

Линия управления от узла подключения встроенного клапана заперта на пилотном клапане.

В результате этого основной поршень может также управляться узлом подключения А через поверхность A_d в направлении, противоположном действию пружины, а проход от А к В будет свободным.

При включенном пилотном клапане свободный проход обеспечивается в обоих направлениях.

Не находясь под давлением, т.е. при отсутствии жидкости, клапан, конечно, остается закрытым.

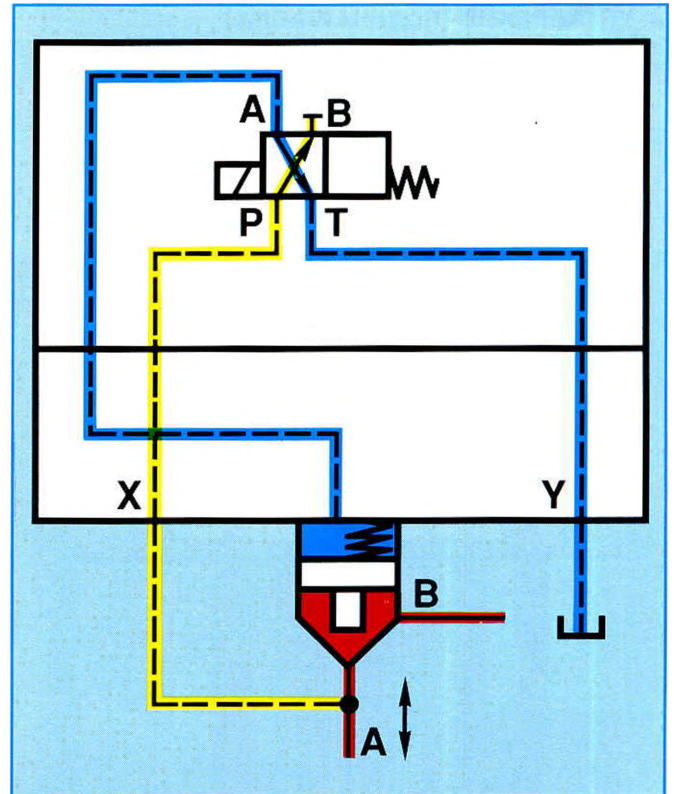


Рис. 42

3. УПРАВЛЕНИЕ (ПОДАЧА МАСЛА) ПО ЛИНИИ УЗЛА ПОДКЛЮЧЕНИЯ В

3.1 Непосредственное управление по линии узла подключения В без пилотного клапана

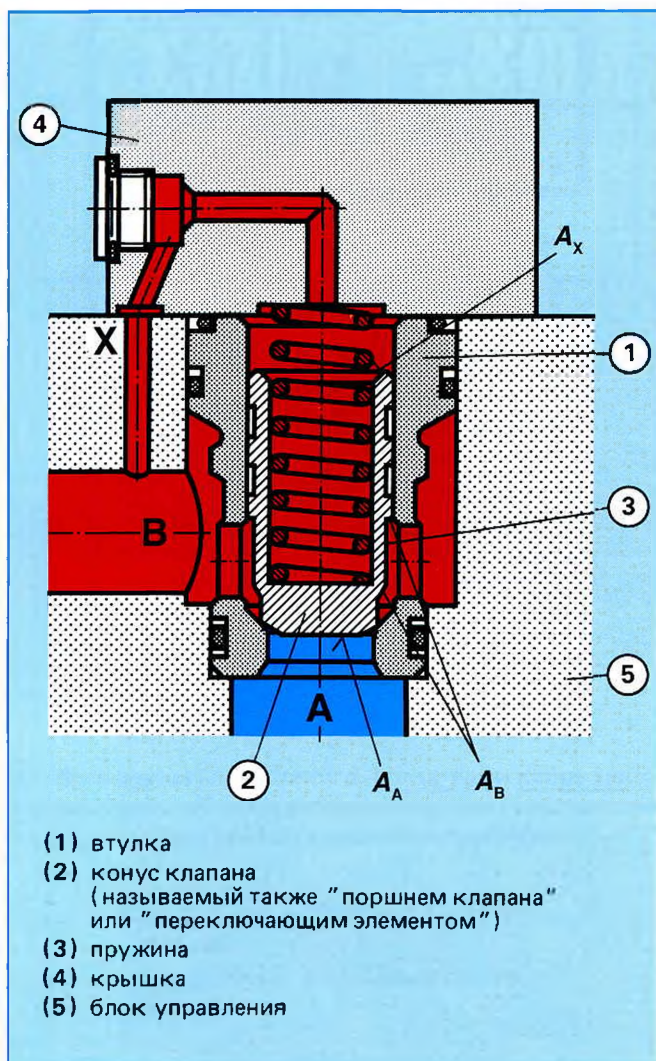


Рис. 43: 2-линейный встроенный клапан с непосредственным управлением по линии узла подключения В (без пилотного клапана)

Предположим, что гидравлическая жидкость подается по линии узла подключения В, а узел А не находится под давлением. Давление действует на кольцевую поверхность A_B и через линию управления — на поверхность A_X . В результате этого конус остается прижатым к седлу, а подключение В отсеченным от узла А (рис. 43, 44 и 45).

Если 2-линейный клапан (логический элемент) должен использоваться в качестве обратного, то обычно выбирается эта схема управления (низкое давление отпирания).

В связи со схемой по рис. 31 уже указывалось, что отсечка узла В от узла А при управлении со стороны узла

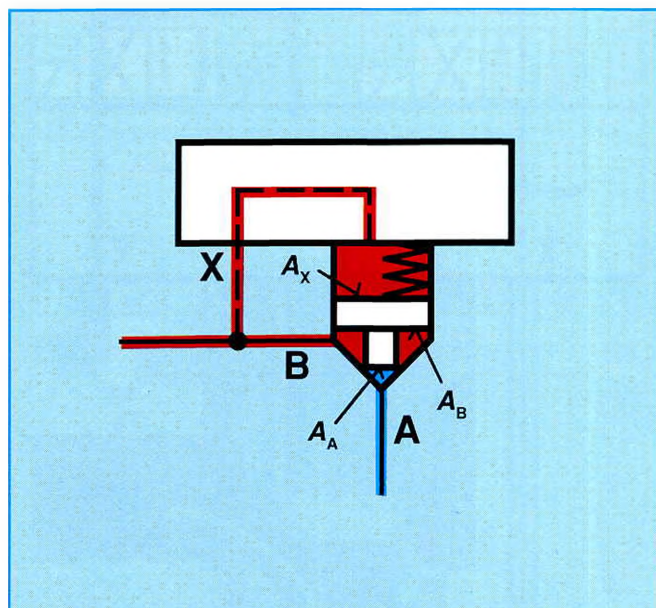


Рис. 44: Условно-схематическое изображение конструкции

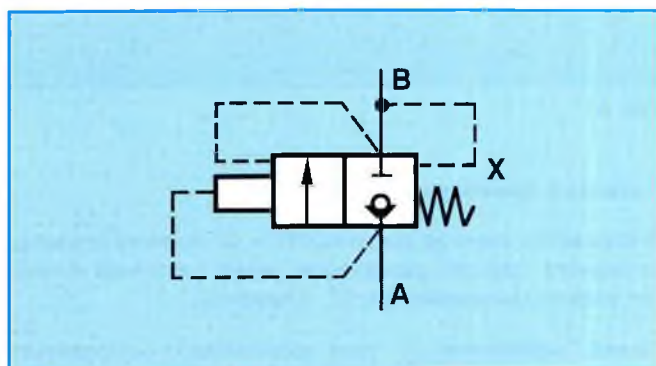


Рис. 45: Условное обозначение по DIN ISO 1219

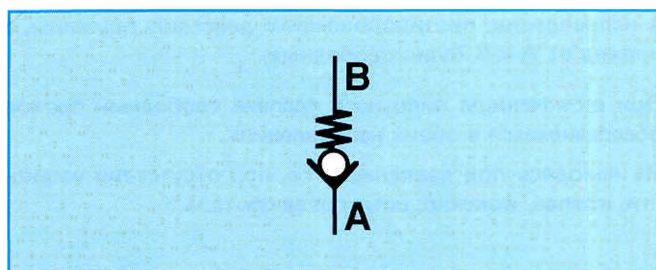


Рис. 46: Условное обозначение по образцу

В является герметичной. Полости, отделенные друг от друга посадочным зазором конуса клапана, находятся под одинаковым давлением.

Если жидкость будет подаваться на клапан по линии узла А, то конус клапана (2) — как и при работе обычного клапана — отожмется потоком вверх в направлении, противоположном действию пружины, и откроет проход от узла А к узлу В. При этом управляющий поршень вытеснит жидкость, находящуюся в полости размещения пружины, через отверстие Х к узлу подключения В (рис. 47 и 48).

Требуемое давление отпирания определяется по усилию используемой пружины и поверхности A_D .

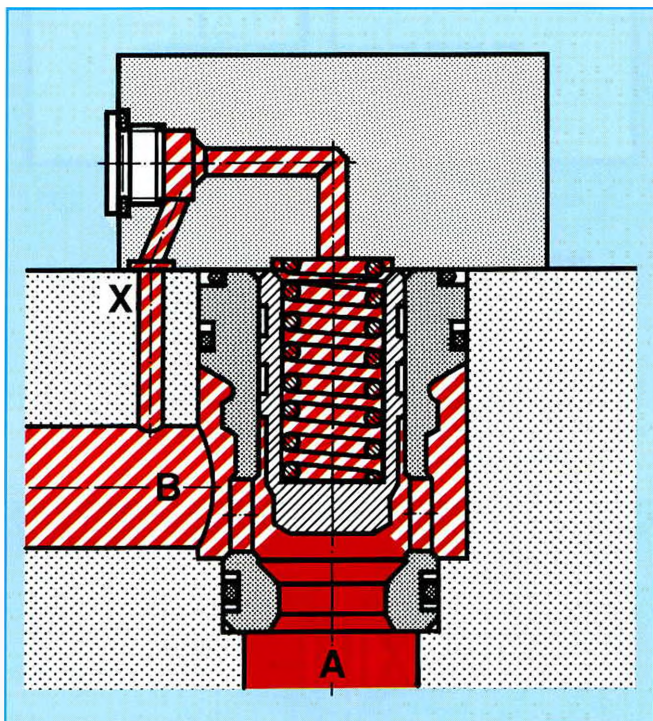


Рис. 47

Как показывает этот пример, речь идет в общем о срабатывании по принципу обратного клапана (от А к В — свободный проход, от В к А — отсечка).

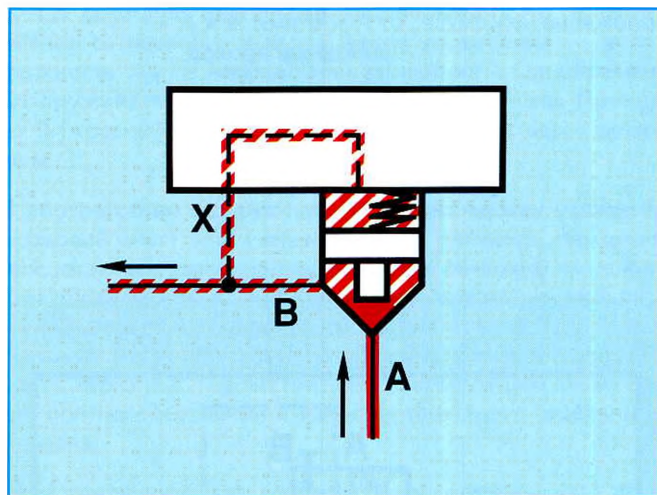


Рис. 48

3.2 Управление по линии узла подключения В, пилотный клапан — в линии управления

Давайте рассмотрим более подробно действия и этой схемы при использовании пилотного клапана в линии управления.

Принцип действия:

пилотный клапан в исходном положении:

положение на конусе: от А к В — свободный проход,
от В к А — отсечка

положение на конусе: от А к В и от В к А —
свободный проход

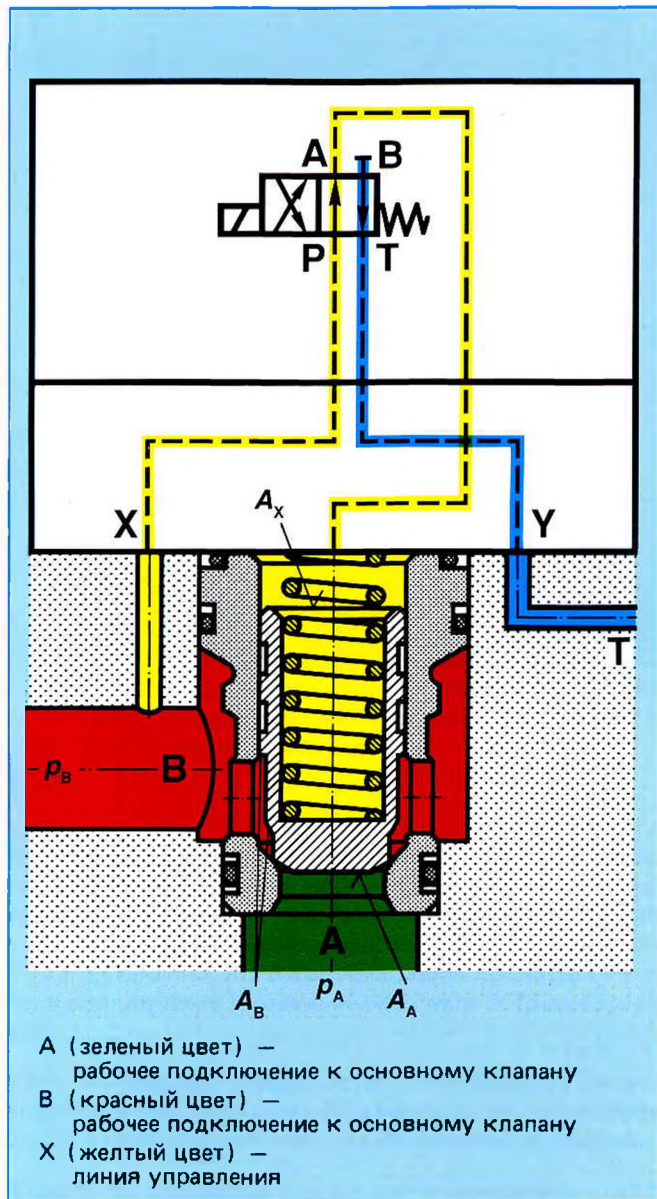


Рис. 49

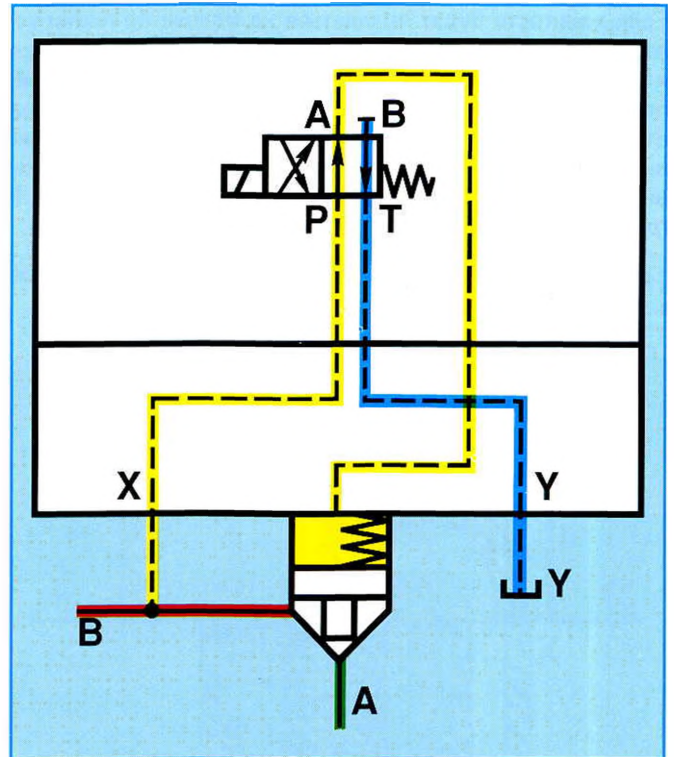


Рис. 50: Условно-схематическое изображение конструкции

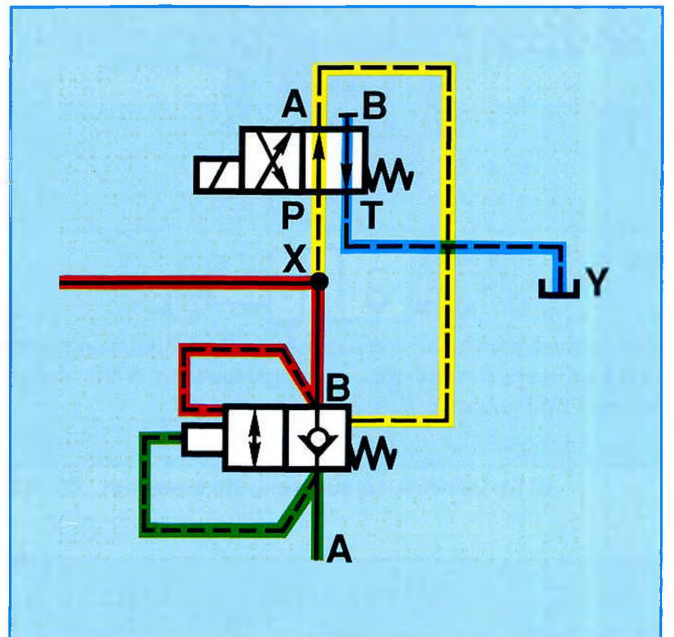


Рис. 51: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

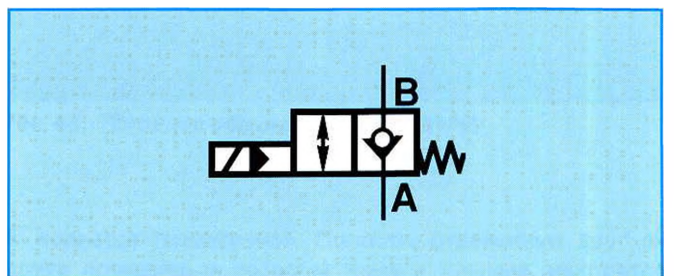


Рис. 52: Условное обозначение по образцу

Попытайтесь разобрать приведенное описание с помощью рисунков 49, 50 и 51.

Пилотный клапан в исходном положении

Линия управления проходит от узла переключения В через 4-позиционный 2-линейный клапан, используемый в качестве пилотного (от Р к А), в полость размещения пружины 2-линейного встроенного клапана.

По представленному исходному положению пилотного клапана (магнит обесточен) давление в узле подключения В действует на кольцевую поверхность A_B (в направлении отпирания) и через линию управления — на поверхность A_X (в направлении запирания). Одновременно пружина прижимает конус к седлу клапана. Проход от В (красный цвет) к А (зеленый цвет) остается закрытым.

В соответствии с рисунком 49 отсечка между узлами В (красный цвет) и А (зеленый цвет) является герметичной, но не вся схема управления. Как показано на условном обозначении, в качестве пилотного используется распределительный клапан, и соответственно этому будут иметь место утечки, например, на участке от В (красный цвет) через Р к Т. Действительно герметичной схема будет при использовании в качестве пилотного седельного клапана.

Если давление будет действовать со стороны узла подключения А ($p_A > p_B$), то конус клапана под действием усилия на поверхность A_D после преодоления усилия пружины отождется вверх и жидкость пройдет через поверхность A_X и узлы подключений А и Р пилотного клапана на сторону В основного клапана. Конус основного клапана сможет открыться.

Речь в данном случае идет, как уже было показано на рисунке 43, о функции обратного клапана.

Пилотный клапан включен
(стрелки перекрещены) *рис. 53 и 54*

При включении пилотного клапана поверхность A_X основного клапана окажется соединенной через узлы подключения А и Т с емкостью. На поверхность A_X давление действовать не будет. Поэтому он сможет работать со стороны А к В через поверхность A_D или со стороны В к А через поверхность A_B в направлении, противоположном действию пружины, обеспечивая свободный проход.

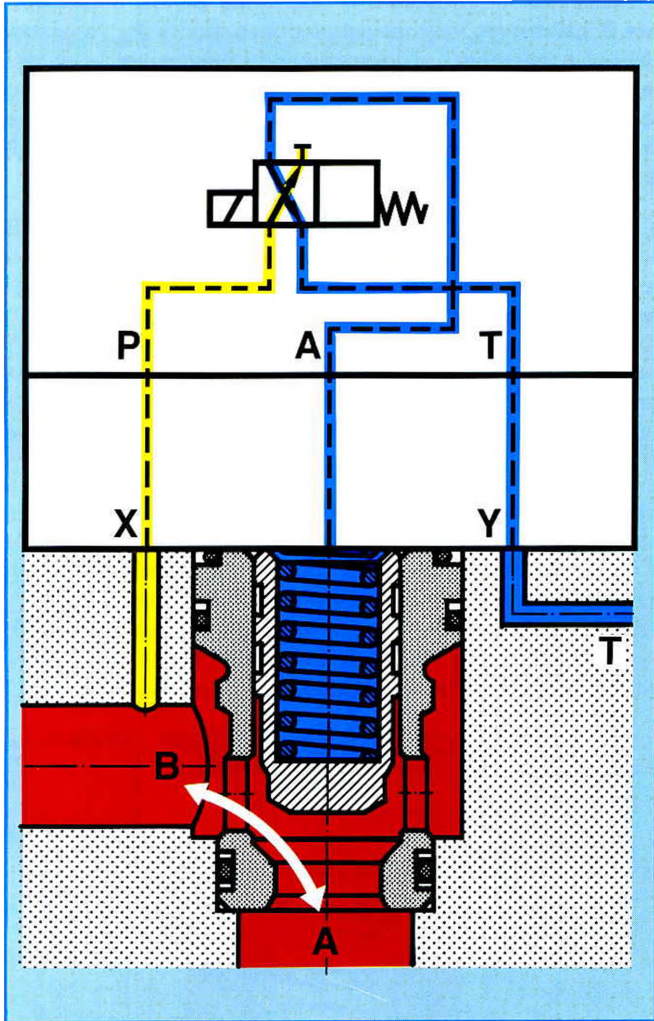


Рис. 53: Управляемый клапан в разрезе

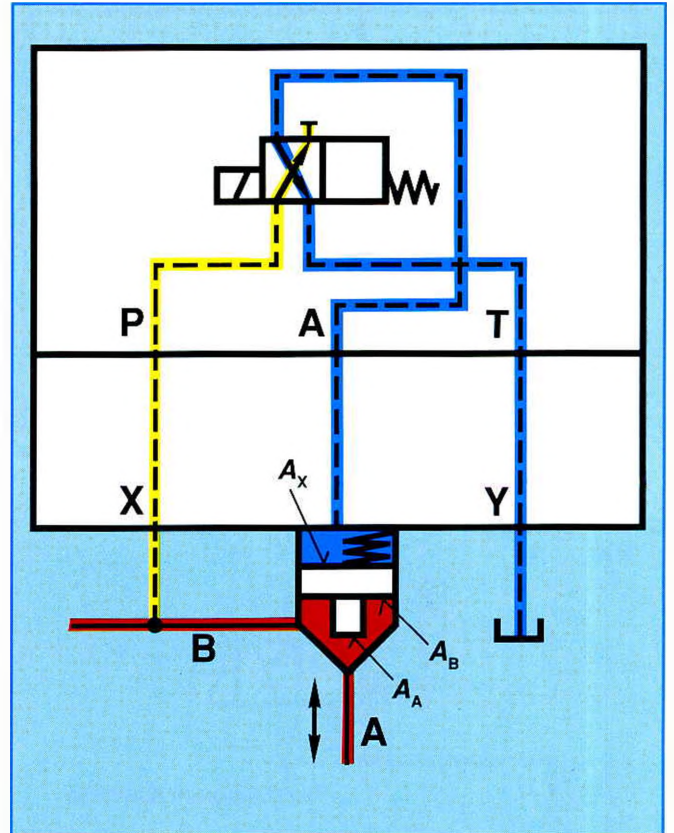


Рис. 54: Управляемый клапан в схеме

И в этом случае необходимо указать, что конус основного клапана будет работать только при наличии потока жидкости.

**4. УПРАВЛЕНИЕ (ПОДАЧА МАСЛА)
ПО ЛИНИЯМ УЗЛОВ ПОДКЛЮЧЕНИЯ А И В**

При задаче держать конус основного клапана с обеих сторон (от А к В и от В к А) в закрытом положении обеспечивают одновременное действие гидравлической жидкости по линиям узла В (зеленый цвет) и А (красный цвет), подавая ее через переключающий клапан и от него — по линии, указанной желтым цветом, — на поверхность A_x конуса основного клапана. При этом на поверхность A_x всегда действует более высокое давление независимо от того, с какой стороны оно идет: от узла подключения А или В.

Принцип действия:

пилотный клапан в исходном положении:
положение на конусе: проход от А к В и от В к А
закрыт;

пилотный клапан во включенном положении:
положение на конусе: проход от А к В и от В к А
полностью открыт.

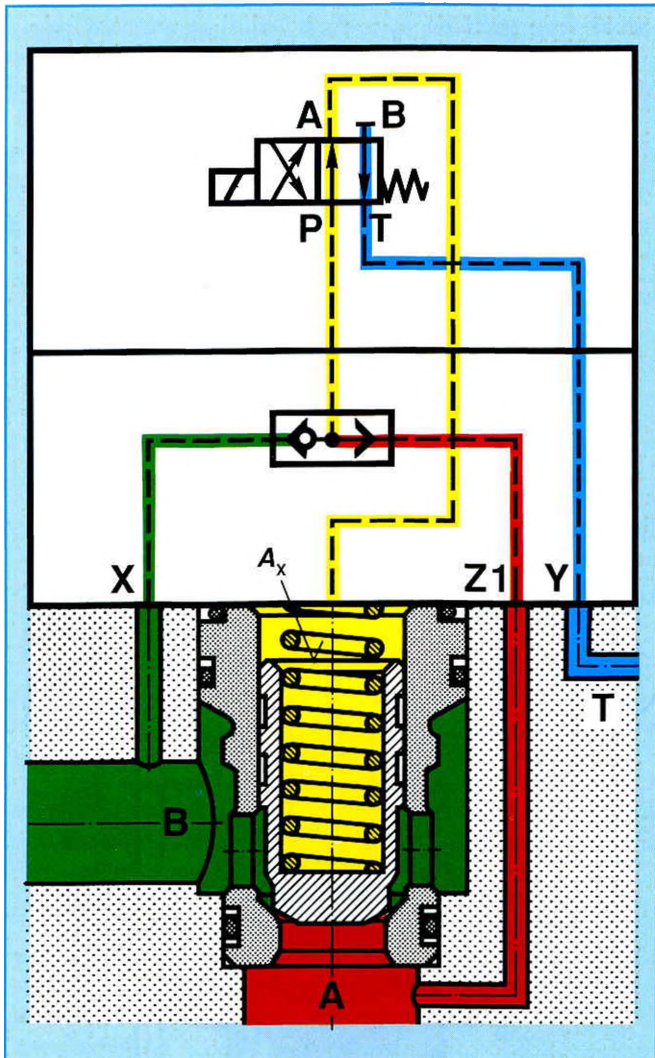


Рис. 55

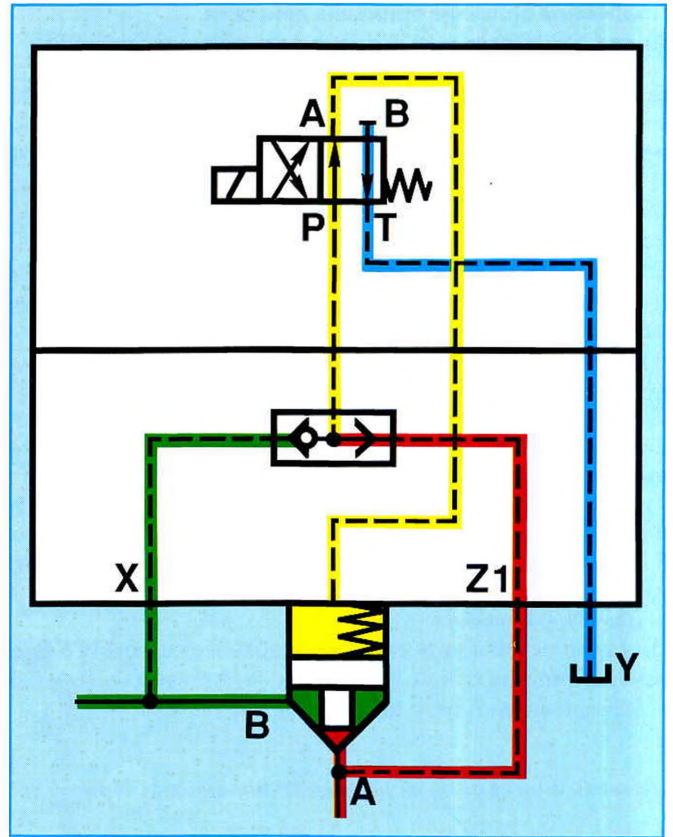


Рис. 56: Условно-схематическое изображение конструкции

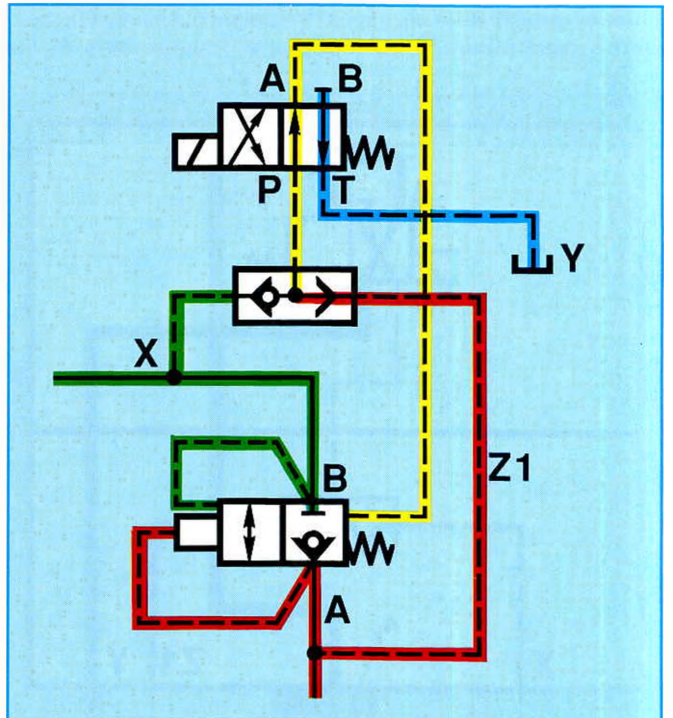


Рис. 57: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

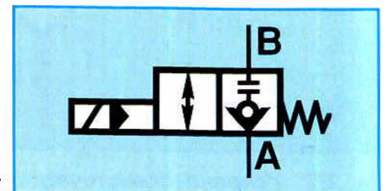


Рис. 58: Условное обозначение по образцу

Подробное описание принципа действия

Пилотный клапан — в исходном положении (рис. 55)

Если давление подается со стороны узла подключения А, то оно действует через переключающий клапан и узлы подключений Р и А пилотного клапана на поверхность А_х конуса 2-линейного клапана, удерживая его в закрытом положении и не давая возможности открыть проход от А к В.

Если давление на стороне В (зеленый цвет) будет больше, чем на стороне А (красный цвет), или, например, давление на стороне А опустится ниже давления на стороне В, то шарик переключающего клапана отойдет к противоположной стороне.

В нашем примере по рисункам 55, 56 и 57 это означает, что линия управления (красный цвет), находящаяся под меньшим давлением, будет перекрыта.

Таким образом, 2-линейный встроенный клапан не будет иметь также свободного прохода от В к А.

В результате этого при исходном положении пилотного клапана свободный проход оказывается закрытым в обоих направлениях.

При использовании в качестве пилотного седельного клапана проход от В к А запирается герметично, а от А к В — не герметично, т.е. с возможностью утечек.

Пилотный клапан во включенном положении (рис. 59)

При включении пилотного клапана поверхность А_х конуса 2-линейного клапана оказывается связанной через узлы подключений А и Т на пилотном клапане с емкостью, а линия управления от переключающего клапана оказывается перекрытой. Таким образом, поверхность А_х не

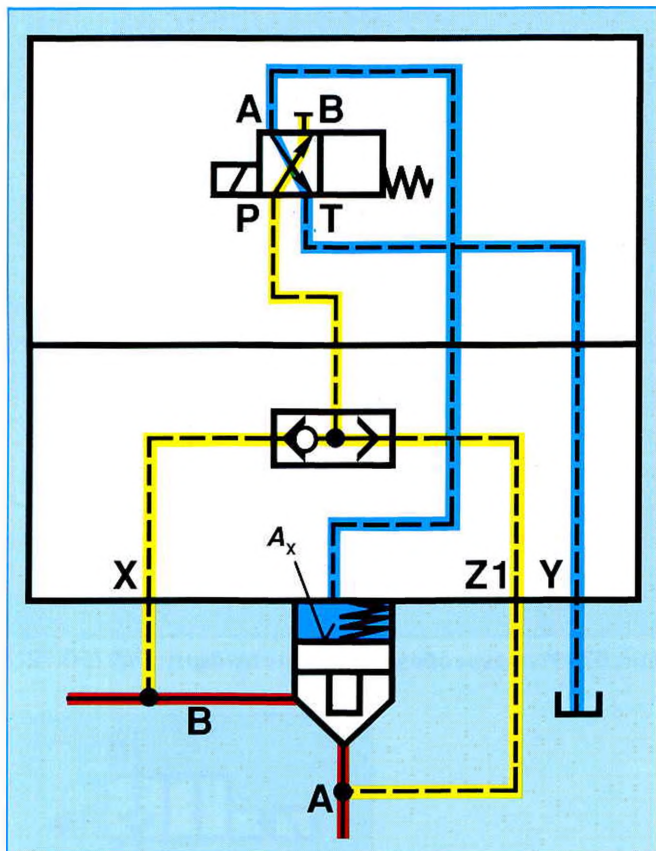


Рис. 59: Условно-схематическое изображение конструкции

будет находиться под давлением, и конус 2-линейного клапана может быть открыт с обеих сторон.

Вместо переключающего клапана в данном случае могут быть использованы также 2 обратных клапана (один — в линии X и другой — в линии Z1).

Это возможно, поскольку в представленной схеме жидкость проходит через линию управления только в одном направлении.

Преимущество варианта с двумя обратными клапанами может состоять в более простой компоновке блока управления.

Следует также упомянуть, что при малых перепадах давления по узлам подключения А и В (Z1 и X), т.е. и на переключающем клапане, его шарик не сможет по всей вероятности обеспечивать переключения.

Объясняется это разностью эффективных поверхностей шарика, так как в практике уплотнение осуществляется не по теоретической линии касания, а по реальной поверхности.

Перепад давления по узлам подключения А и В должен составлять не менее 5%.

Перепад давления по узлам подключения А и В должен составлять не менее 5%.

Кроме того переход высокого давления с одной стороны на другую должен производиться резко, если необходимо, чтобы клапан в момент смены давления оставался в закрытом положении.

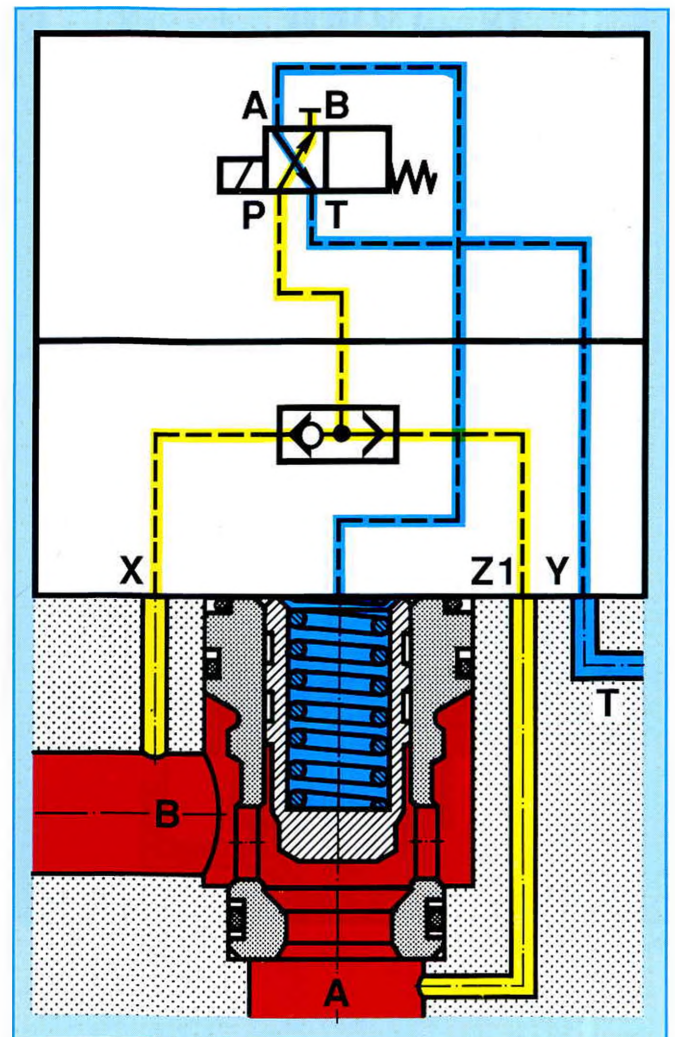


Рис. 60

Пример использования

На рис. 61 представлен узел схемы управления

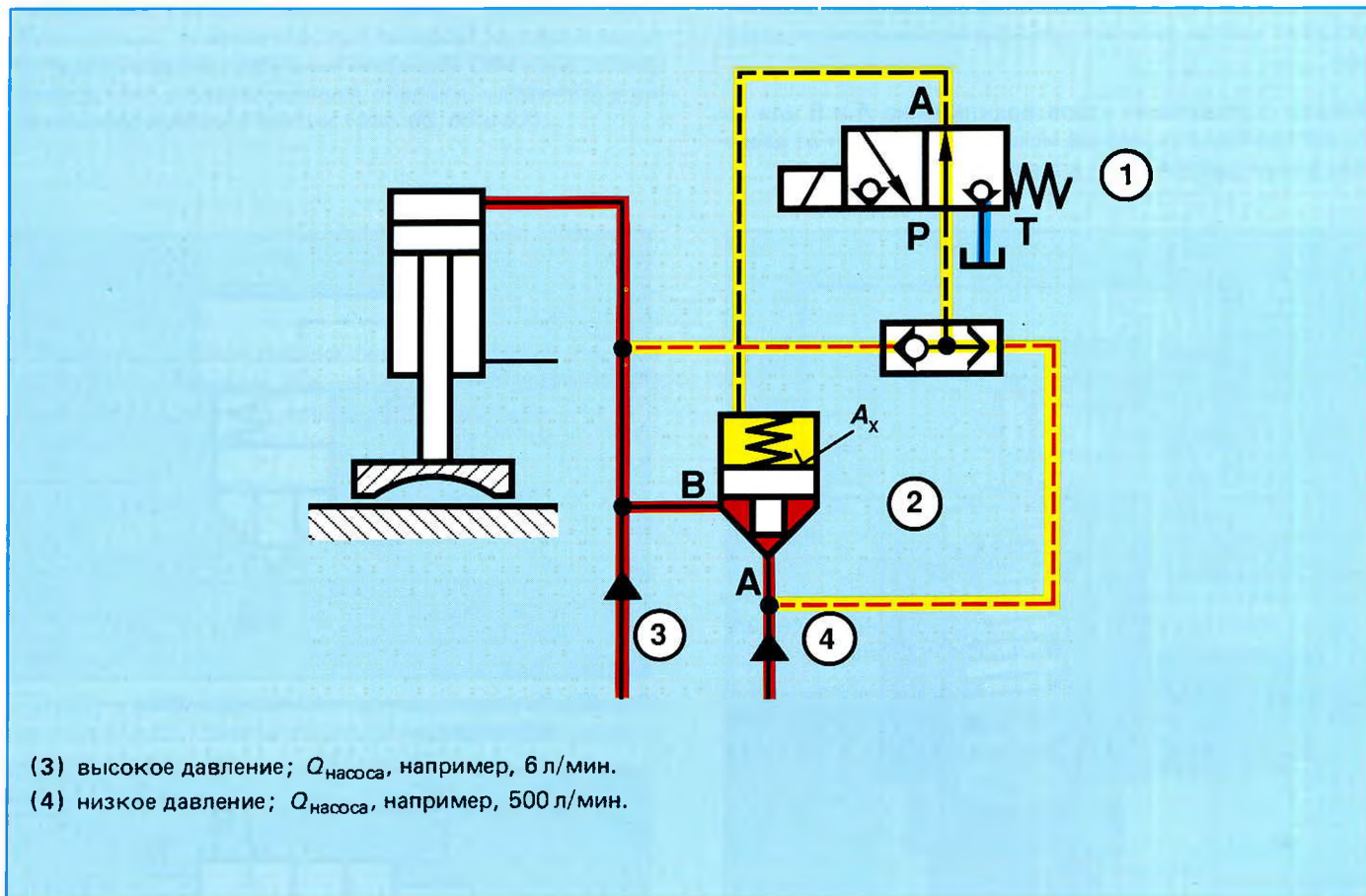


Рис. 61

В данном случае речь идет о поршне, который должен выдвигаться со сравнительно высокой скоростью для того, чтобы затем в конечном положении держать большое усилие (высокое давление) на протяжении увеличенного отрезка времени.

Для обеспечения быстрого хода включается пилотный клапан (в данном случае — седельный). В этом варианте поток от насоса низкого давления может проходить к поршню через 2-линейный встроенный клапан (2) со стороны подключения А к В. При включении пилотного клапана (1) в основное положение большее из давлений от узлов подключения А и В будет действовать через пилотный и переключающий клапаны на поверхность управления A_x , запирая проход 2-линейного клапана в обоих направлениях. В результате этого жидкость подастся в цилиндр только малым насосом высокого давления. По достижении конечного положения конечное давление поднимается до величины, обеспечивающей его фиксацию.

5. УПРАВЛЕНИЕ ОТ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА

Пример управления 2-линейного встроенного клапана от внешнего источника особенно наглядно показывает, что этот клапан работает только в зависимости от давления.

Вопрос о разделении узлов подключения А и В или наличия свободного прохода между ними зависит от давления в этих узлах А и В и в линии управления X.

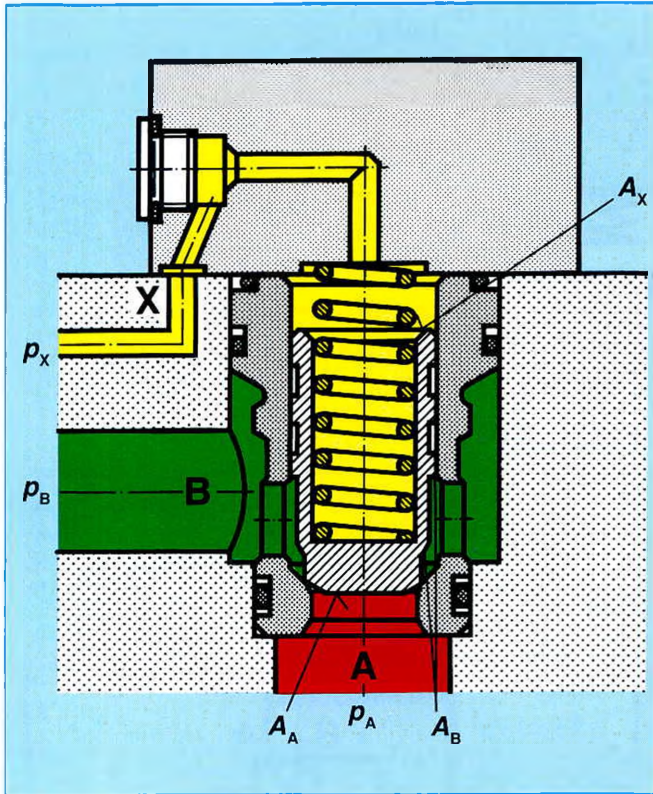


Рис. 62

Для оценки ситуации необходимо определить усилия отпирания и запирания, как это сделано в примере к рисунку 40.

Усилия отпирания

$$F \uparrow = p_A \cdot A_A + p_B \cdot A_B$$

Усилия запирания

$$F \downarrow = p_X \cdot A_x + \text{усилие пружины}$$

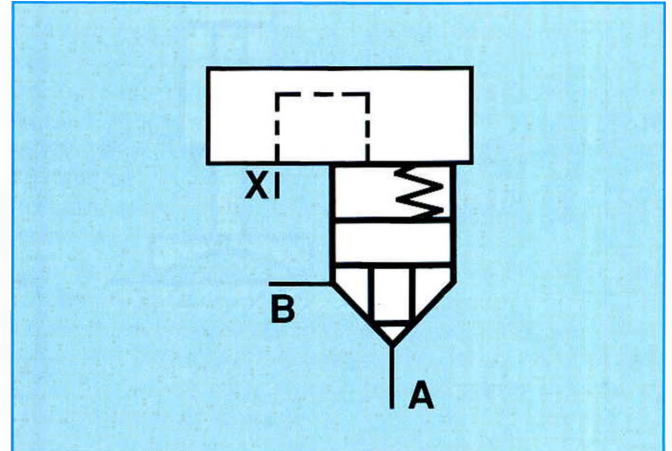


Рис. 63: Условно-схематическое изображение конструкции

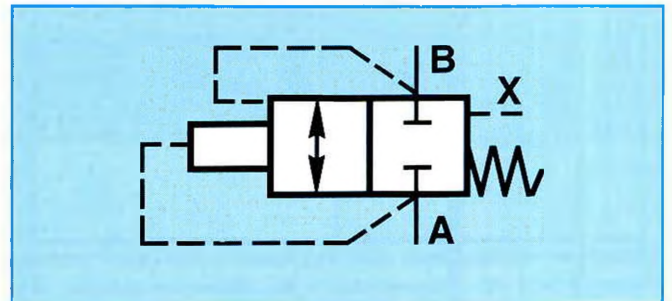


Рис. 64: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

6. ПРИБОРНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ СХЕМ ПО РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Графически условно (черным цветом) показаны соответствующие исполнения, при помощи которых могут быть реализованы требуемые операции. Они осуществляются за счет соответствующей обвязки, указанной в виде примера красным цветом (рис. 65, 66 и 67).

На рисунке 65 представлена схема управления со стороны узла подключения А в соответствии с рисунком 29. Другие примеры этого исполнения представлены на рисунках 43 и 62.

На рисунке 66 представлен пример схемы управления по рисунку 36. Соответствующая обвязка дает возможность выполнить операции по рис. 49.

При помощи 2-линейного встроенного клапана и крышки с каналами, указанными на рисунке 67, могут быть выполнены операции, представленные на рисунке 61.

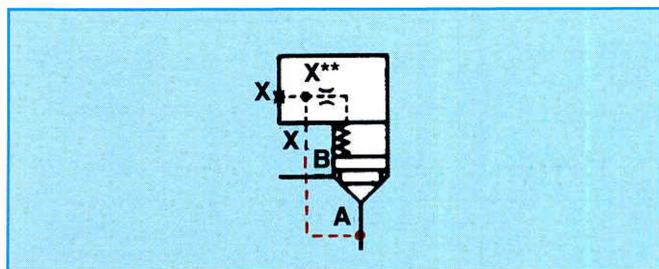


Рис. 65: Крышка клапана с возможностью подключения дистанционного управления

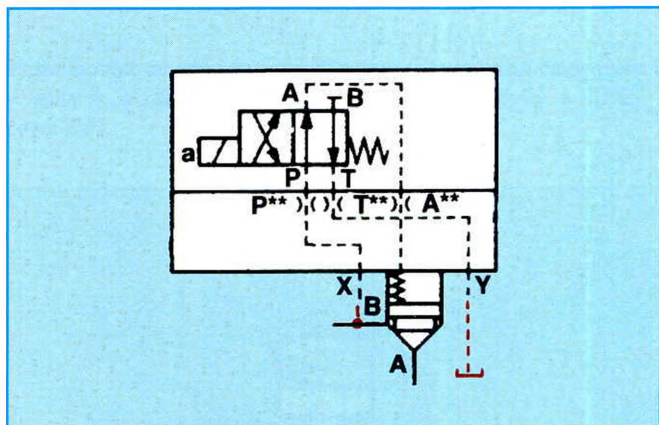


Рис. 66: Крышка 2-линейного клапана с возможностью установки на ней золотникового или седельного клапанов

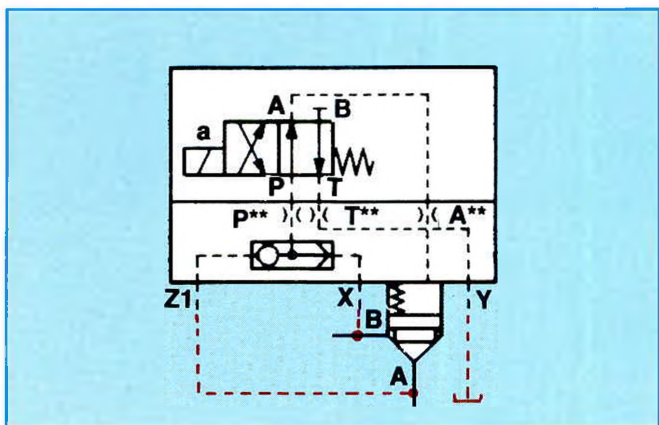


Рис. 67: Крышка с установленным в ней переключающим клапаном, предназначенная для монтажа золотникового или седельного клапана

Для заметок

Функции переключения: варианты исполнения и указания по использованию

1. СООТНОШЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОНУСА КЛАПАНА

При рассмотрении конструкции 2-линейных встроенных клапанов было четко определено, что для их работы особенно важны три поверхности (и, конечно, действующие на них давления):

Поверхность A_D :
она представляет собой поверхность на стороне узла подключения А и принимается за 100%.

Поверхность A_B :
она представляет собой кольцевую поверхность на стороне узла подключения В и составляет — в зависимости от исполнения — 7% или 50% от поверхности A_D .

Поверхность A_X :
она представляет собой поверхность на стороне подключения Х и равна сумме поверхностей $A_D + A_B$.

Чем же обусловлена различная величина кольцевой поверхности и в каких случаях какое исполнение следует применять?

Приведем для наглядности пример в числах.

Возьмем 2-линейный клапан типоразмера 25:

	Кольцевая поверхность 50%	Кольцевая поверхность 7%
Поверхность A_X	4,91 см ²	4,91 см ²
Поверхность A_D	3,30 см ²	4,60 см ²
Поверхность A_B	1,61 см ²	0,31 см ²
Соотношение поверхностей $A_A : A_B$	≈ 2:1	14,3:1

Таблица 1

Если поток постоянно направлен от узла подключения В к узлу А, то предпочтительно исполнение с $A_B = 50%$ (рис. 69).

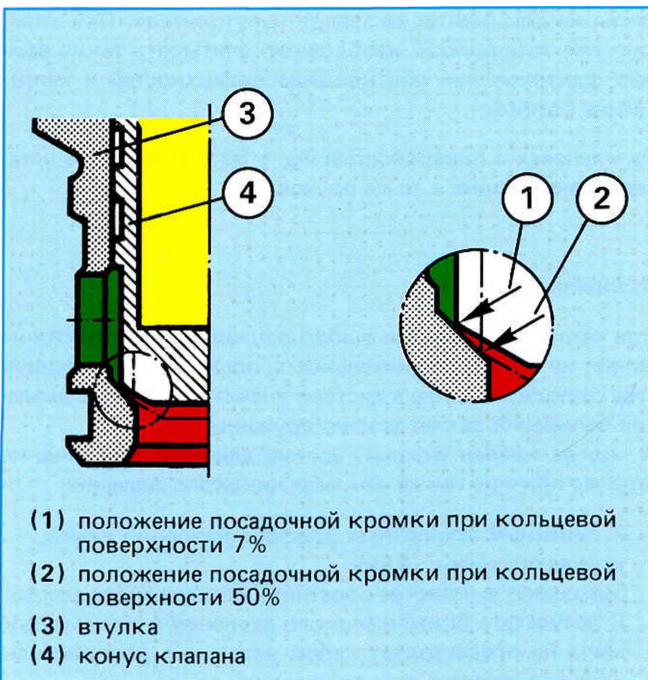


Рис. 68

По эскизу на рисунке 68 видно, что в зависимости от исполнения меняется величина "основной" поверхности A_D , принимаемая во всех случаях за 100%, т.е. изменяется положение посадочной кромки.

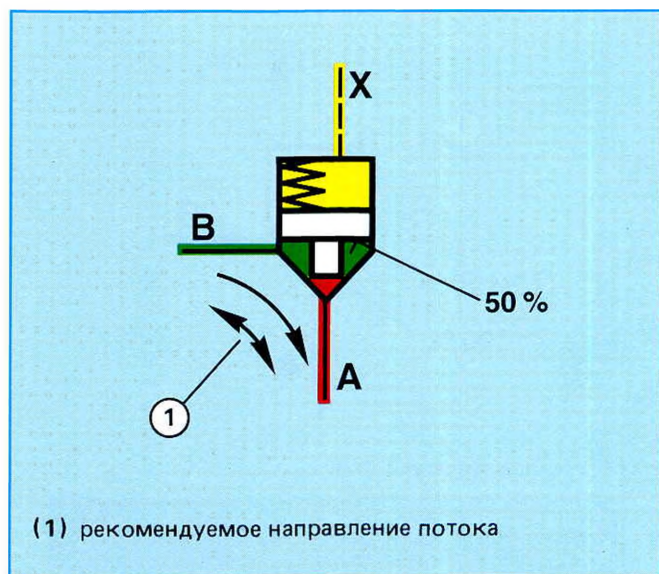


Рис. 69

Если поток постоянно направлен от узла подключения А к В, то предпочтительно исполнение с $A_B = 7\%$ (рис. 70).

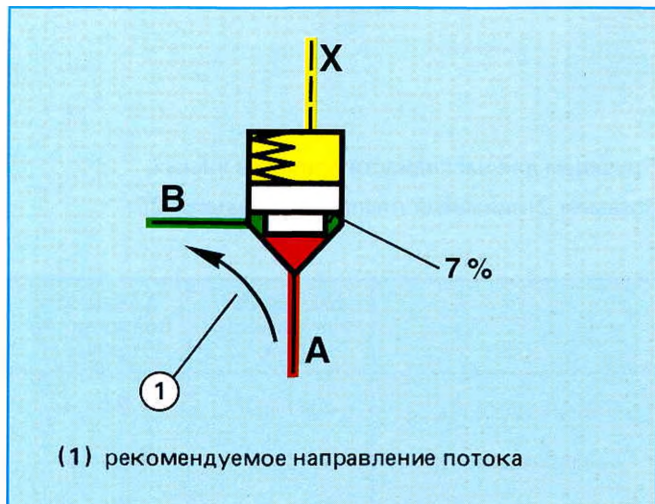


Рис. 70

Важным фактором для определения ситуации (направление потока, соотношение поверхностей) наряду с критерием герметичности и коммуникативной характеристикой является также и необходимое давление отпирания, определяемое усилием пружины, действующим на поверхность A_X .

Пример:
2-линейный встроенный клапан типоразмера 32.

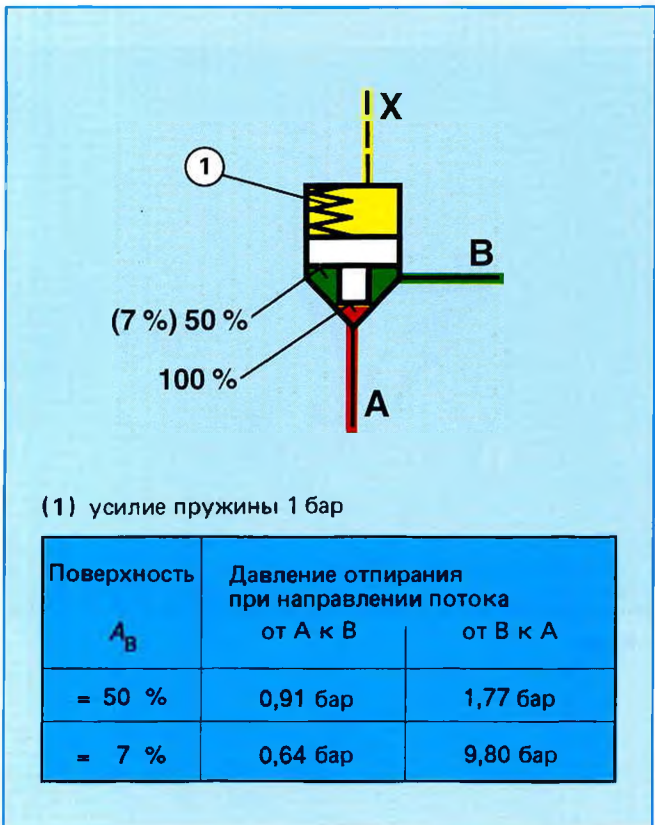


Рис. 71

Давление отпирания примерно 1 бар (принимаемое по 100%-ной поверхности)

Если бы выбирался клапан с кольцевой поверхностью 7% и направлением потока от В к А, то его давление отпирания должно было бы составлять 9,8 бар.

Следует отметить, что соотношение поверхностей является эффективным только в том случае, если оно принимается по давлению на закрытом клапане.

2. ВЫБОР ПРУЖИНЫ

Используемая пружина влияет и на статическую, и на динамическую характеристики 2-линейного встроенного клапана.

Обычно принимаются варианты с различными пружинами, но имеются исполнения и без пружины. Выбор пружины указывается данными по давлению отпирания, например:

- давление отпирания. около 0 бар (без пружины)
- около 0,5 бар
- около 1 бар
- около 2 бар
- около 3 бар
- около 4 бар.

Давление отпирания принимается по поверхности A_D для исполнения 50%.

Точные данные по давлению отпирания должны быть взяты из документации завода-изготовителя. При этом, как уже говорилось, необходимо учитывать такие важные факторы, как соотношение поверхностей и направление потока.

На клапанах с поверхностью $A_B = 50\%$ и $A_B = 7\%$ устанавливаются одни и те же пружины.

Отпирание клапана

При отпирании клапана выбор пружины практически не влияет на его продолжительность, поскольку в большинстве случаев давление в системе значительно выше давления отпирания за счет усилия пружины.

А когда клапан открыт, усилие действия пружины по этой же причине также не имеет никакого значения.

- 2-линейный встроенный клапан в напорной линии, усилие пружины: 4 бар. (например, в качестве обратного клапана после насоса). В результате более высокого давления в системе пружина не представляет собой источника дополнительного сопротивления.
- 2-линейный клапан, установленный в линии к емкости, усилие пружины: 0,5 бар. В этом случае сопротивление пружины более заметно. (Использовать пружину с усилием 0,5 бар, если не выставляются особые требования к времени запирания).
- Пружину с усилием 2 бар можно назвать "стандартным исполнением".

Запирание клапана

Для запирания конуса клапана первичным усилием является только усилие действия пружины. И лишь в процессе запирания действие усилия пружины поддерживается усилием давления, определяемым соотношением поверхностей и перепадом давления между узлами подключения А и В.

Практически это означает следующее:

- при наличии сильной пружины происходит ускоренное запирание конуса клапана;
- при наличии слабой пружины происходит замедленное запирание конуса клапана.

3. ДЕМПФИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Конус клапана может быть выполнен с демпфирующим устройством (рис. 72 до 74) или без него (рис. 75 до 77).

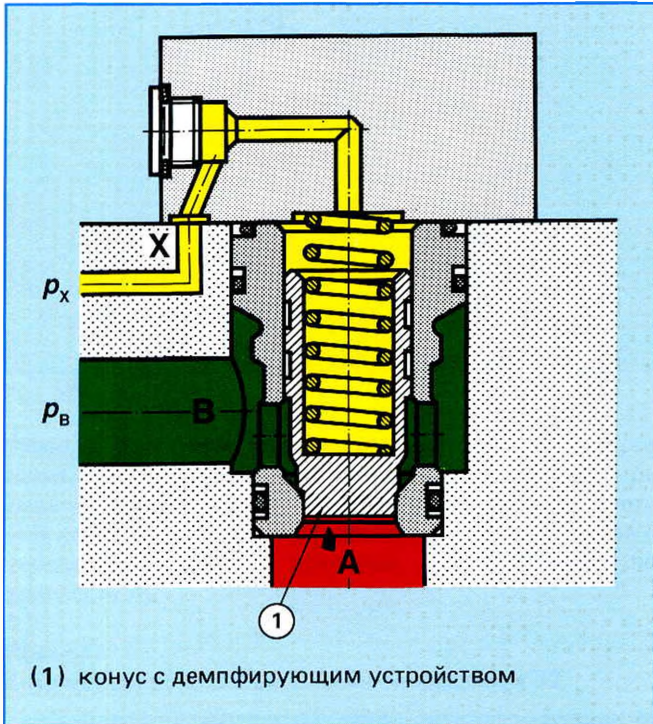


Рис. 72: 2-линейный встроенный клапан с демпфирующим устройством

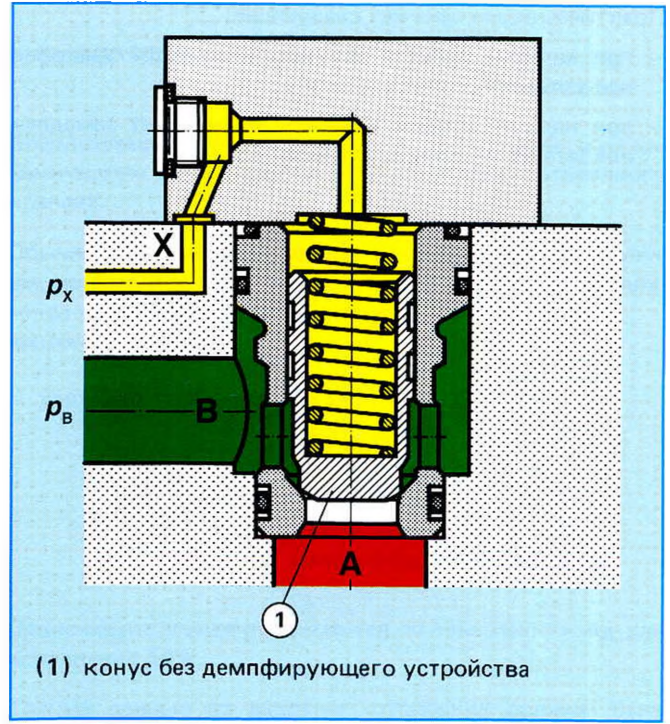


Рис. 75: 2-линейный встроенный клапан без демпфирующего устройства

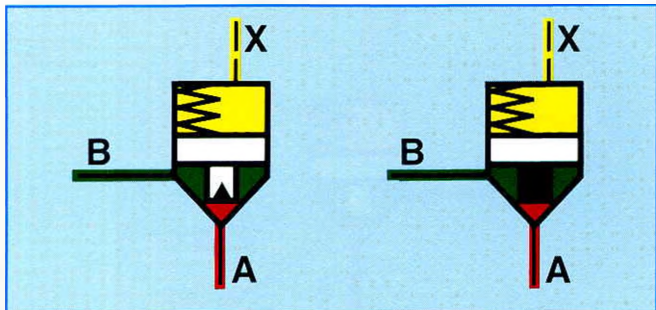


Рис. 73: Условно-схематическое изображение конструкции 2-линейного встроенного клапана с демпфирующим устройством

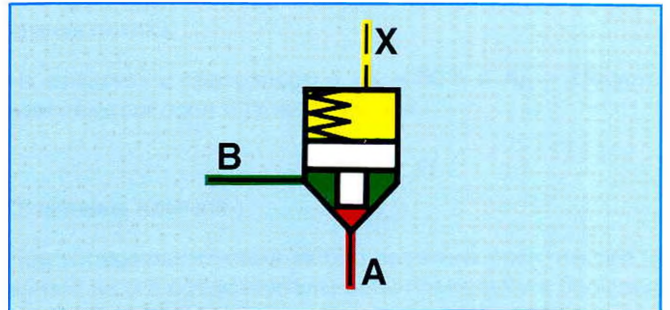


Рис. 76: Условно-схематическое изображение конструкции

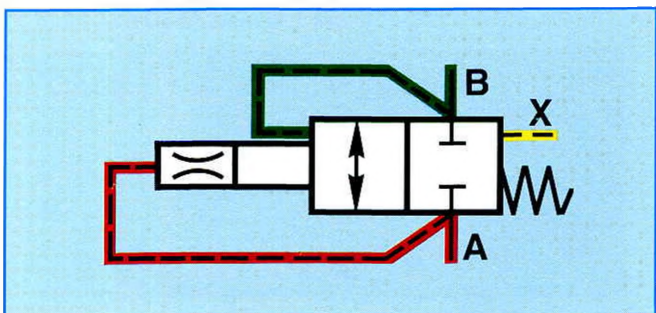


Рис. 74: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

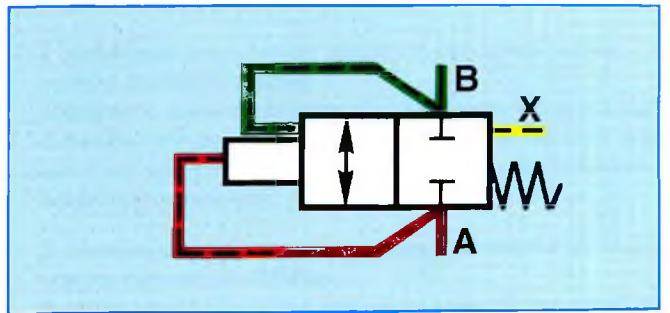


Рис. 77: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

Наличие демпфирующего устройства сдвигает характеристики клапанов. При этом необходимо учитывать направление потока. Так, например, это положение действительно при направлении потока от узла подключения А к узлу В.

Отпирание клапана производится замедленно и поэтому процесс переключения производится более плавно.

Если же рассмотреть процесс запираания клапана при направлении потока от узла подключения В к узлу А, то выяснится, что в последней фазе запираания срабатывает так называемый эффект подсоса (увеличение Δp), в результате которого конус клапана в большинстве случаев жестко садится на седло (прослушивается металлический удар).

Кроме того наличие демпфирующего устройства обеспечивает задержку переключения и более высокий перепад давления на конусе клапана (см. диаграммы 1 и 2).

Пример:

2-линейный встроенный клапан типоразмера 32

Конус клапана	Управляющий объем
С демпфирующим устройством	9,8 см ³
Без демпфирующего устройства	7,4 см ³

Таблица 2

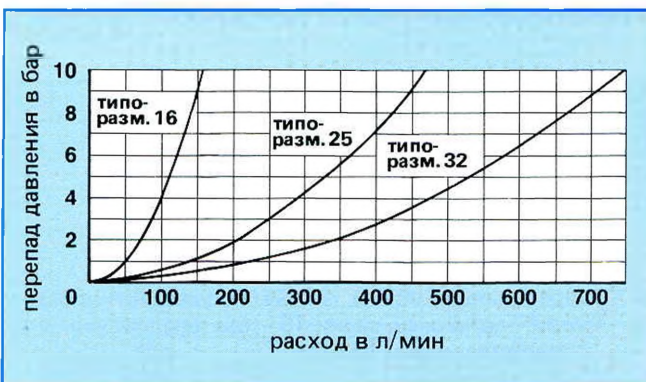


Диаграмма 1: Характеристики $\Delta p-Q$ 2-линейных встроенных клапанов с демпфирующим устройством

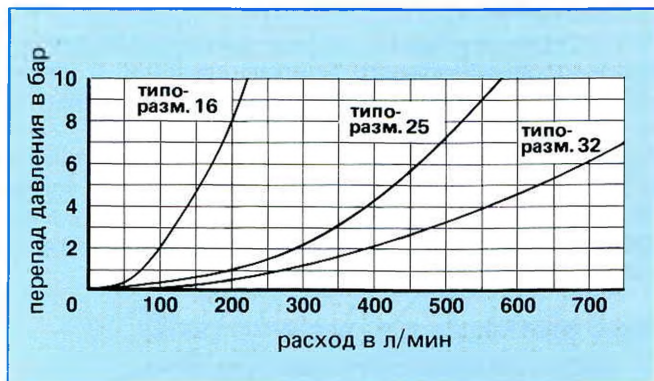


Диаграмма 2: Характеристики $\Delta p-Q$ 2-линейных встроенных клапанов без демпфирующего устройства

Но для того, чтобы он не был очень большим, конус клапана, оснащенный демпфирующим устройством, имеет больший ход, чем конус клапана, не имеющий этого устройства. И это можно констатировать по увеличению объема, за счет которого и выполняется управление.

Таким образом, конусы с демпфирующими устройствами могут применяться для:

- разгрузки поршня, находящегося под давлением, в емкость (декомпрессии);
- переключения быстрого хода на плавный;
- плавного подключения цилиндра;
- плавного торможения движущихся масс;
- регулирования скорости движения рабочего поршня (2-линейный встроенный клапан используется в качестве дроссельного, крышка имеет систему ограничения хода).

4. ИЗМЕНЕНИЕ ВРЕМЕНИ СРАБАТЫВАНИЯ КЛАПАНА

Время срабатывания 2-линейных встроенных клапанов при отпирании и/или заперении может быть изменено. Это осуществляется при отпирании за счет дросселирования (при помощи сопла) вытесняемой конусом гидравлической жидкости или — при заперении — за счет подпитки гидравлической жидкости в полость размещения пружины.
Пример (рис. 78)

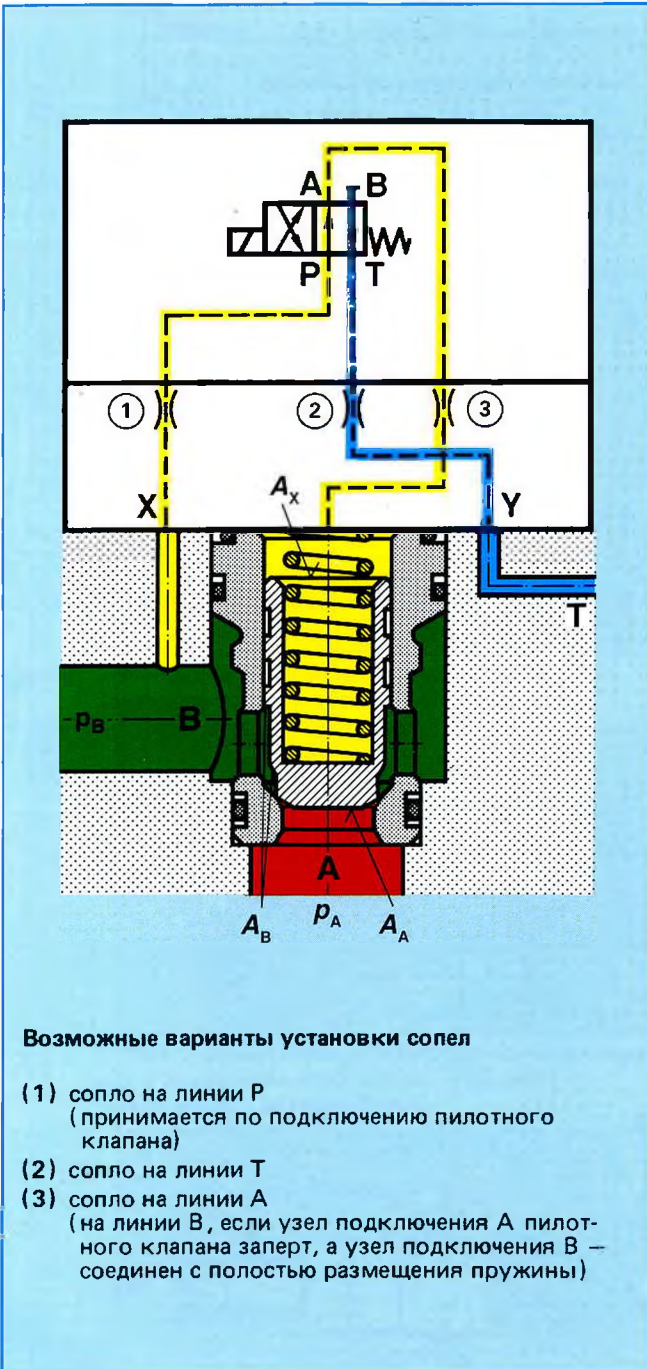


Рис. 78

Принцип действия сопел в схеме

Сопло 1:

Скорость заперения изменяется за счет дросселирования подаваемой гидравлической жидкости.

Сопло 2:

Скорость отпирания изменяется за счет дросселирования гидравлической жидкости, вытесняемой из полости размещения пружины. (Необходимо учитывать при этом допустимое давление для узла подключения T на пилотном клапане).

Сопло 3:

Вытесняемая и подаваемая жидкости должны проходить через сопло, за счет чего достигается возможность изменения скорости отпирания и заперения.

Таким образом в зависимости от выбора сопла и его диаметра может быть выбрано и время срабатывания.

Выбор сопла

Выбор сопла определяется управляющим объемом (полости размещения пружины 2-линейного встроенного клапана), требуемым временем срабатывания (при отпирании и заперении) и перепадом давления на сопле.

Расчет

Определение подаваемого и отводимого потоков жидкости.

$$Q = \frac{V}{t}, \text{ где}$$

V = управляющий объем, соответствующий типоразмеру — например, серии 40 — без демпфирующего устройства, равен 16,6 см³.

$$V = 16,6 \text{ см}^3$$

Этот объем соответствует величине полного хода конуса клапана. Но процесс срабатывания не имеет постоянных характеристик.

При отпирании скорость потока определяется сначала величиной максимального перепада давления. С увеличением сечения перепад давления снижается, следовательно, снижается и скорость потока.

В практике можно исходить из того, что в нормальном случае (обычно время срабатывания принимается порядка 40 мс) максимальная скорость движения конуса достигается после прохождения примерно 30% величины его хода.

$$\text{Таким образом } V = 0,3 \cdot 16,6 \text{ см}^3 = 4,98 \text{ см}^3$$

t = требуемое время срабатывания, например, 40 мс = 0,04 с.

$$Q = \frac{4,98 \text{ см}^3}{0,04 \text{ с}} = \frac{0,00498 \cdot 60}{0,04} = 7,47 \text{ л/мин}$$

Перепад давления Δp на сопле

Как уже указывалось, процесс срабатывания не имеет постоянных характеристик.

С учетом этого возьмем как эмпирическое значение 2/3 от максимального рабочего давления.

Например, $p_{\text{макс.}} = 280$ бар,

принимаемое $\Delta p = \frac{2}{3} \cdot 280 = 187$ бар

Если обеспечить при помощи 2-линейного встроеного клапана, например, свободный проход к рабочему цилиндру, то в этом случае будет приниматься среднее Δp между давлением в системе и рабочим давлением.

Выбор сопла по характеристикам (диаграмма 3)

$Q = 7,5$ л/мин и $\Delta p = 185$ бар определяют диаметр сопла в пределах от 1,0 до 1,2 мм.

Таким образом, выбирается сопло, которое вписывается в порядок стандартных для типоразмера 40.

Если взять большее сопло, то время срабатывания будет меньшим. Правда, в практике в большинстве случаев необходимо искать компромисс между быстрым и мягким срабатыванием.

При принятом времени срабатывания 40 мс клапан срабатывает не очень жестко, а с другой стороны, не возникают потери времени, которые при нормальной эксплуатации могли бы привести к возникновению аварийных ситуаций.

Справка по времени срабатывания

– Отпирание 2-линейного встроеного клапана:

Минимальное время срабатывания соответствует времени срабатывания пилотного клапана, т.е. от подачи сигнала до начала отпирания – около 25 ÷ 30 мс.

Время срабатывания самого конуса (от закрытого до полностью открытого состояния) зависит от типоразмера. Например, для типоразмера 16 оно составляет 10 мс.

– Запирание 2-линейного встроеного клапана:

Время запирания в значительной мере зависит от рабочих условий, т.е. от Δp .

На разгружаемом в емкость клапане типоразмера 16 оно составляет, например, около 20 ÷ 25 мс.

Типоразмер	16	25	32	40	50	63	80	100
Ø стандартного сопла в мм	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5

Таблица 3

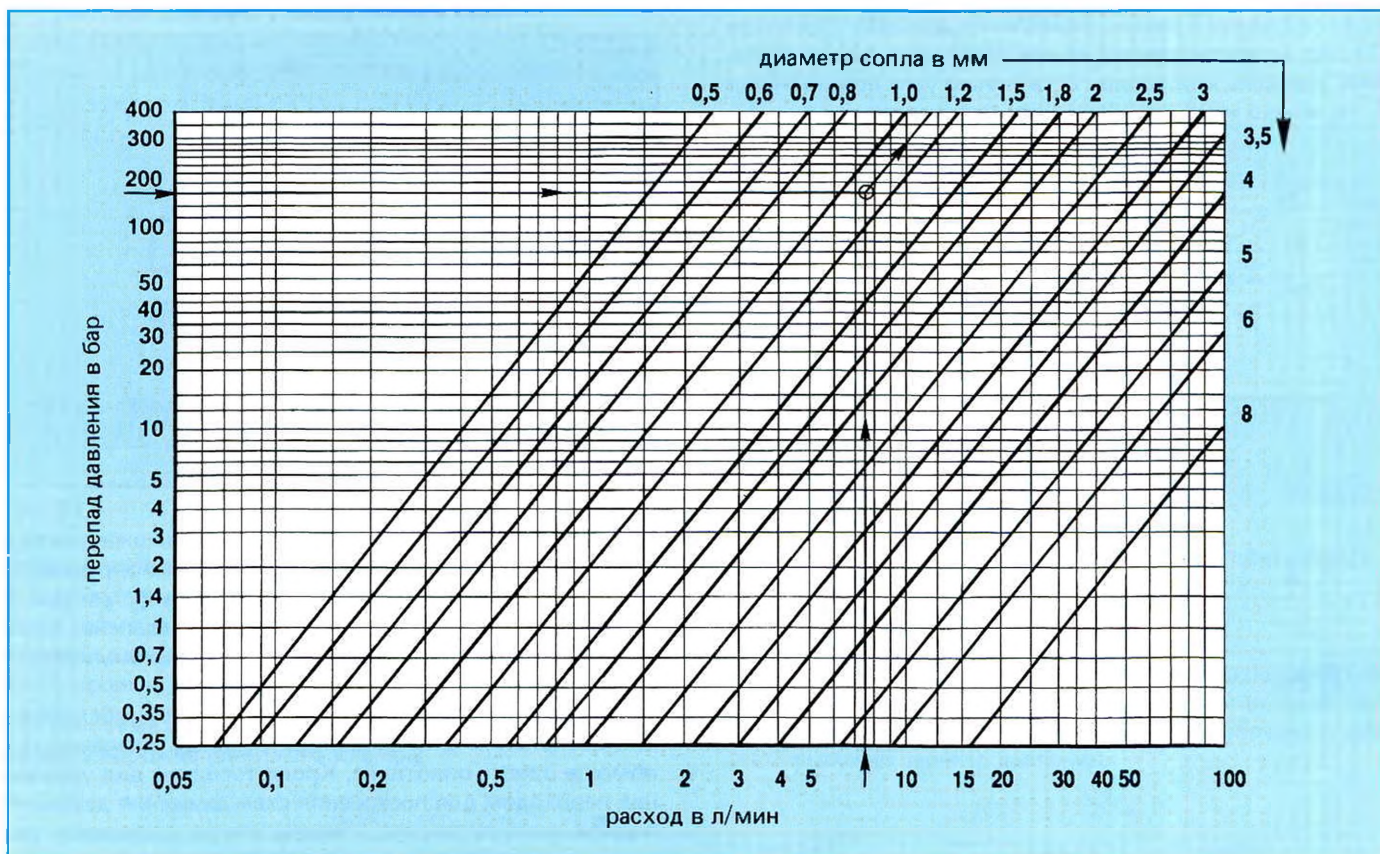


Диаграмма 3: Характеристики для выбора сопел

5. АКТИВНОЕ И ПАССИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

В зависимости от используемых обвязок линиями управления и сопел принципиально различают следующие варианты управления: активное и пассивное.

Активное управление

При активном управлении для срабатывания 2-линейного встроенного клапана необходим только сброс масла из системы управления. Постоянного расхода нет. Конус клапана всегда открывается полностью.

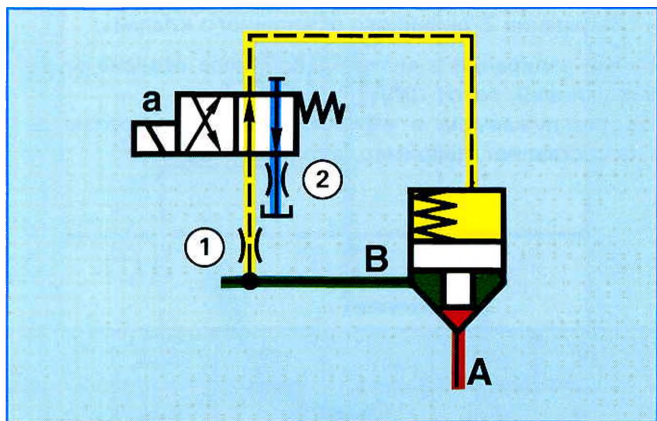


Рис. 79: Схема активного управления

Если поставить в линию управления дроссель или сопло (1), то можно изменить время записания, а если поставить дроссель или сопло (2) в линию узла подключения Т, то можно изменить и скорость отпирания.

Пассивное управление

При пассивном управлении и для отпирания, и при открытом состоянии клапана поток масла постоянно циркулирует через емкость (рис. 80 и 81).

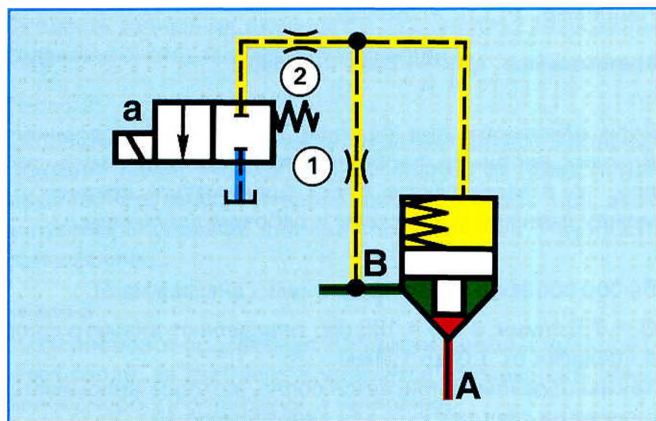


Рис. 80

Время записания зависит от выбора сопла (1), а скорость отпирания может изменяться при помощи сопла (2). Но степень этого изменения определить трудно, поскольку вместе со сбрасываемым маслом от основного конуса через сопло (2) должно отводиться также и масло, поступающее через сопло (1).

Необходимо при этом учитывать, что в результате постоянной подачи масла основной конус никогда не будет разгружен полностью (например, при помощи сопла (1) можно слегка "прижать" систему, при помощи сопла (2) — уменьшить время записания).

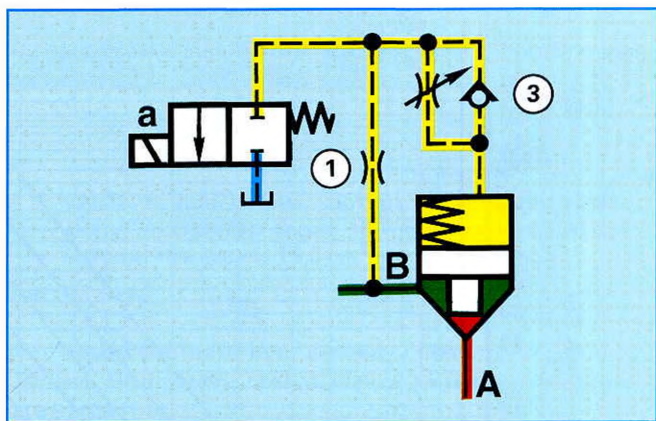


Рис. 81

Оба этих замечания к рисунку 80 — невозможность полной разгрузки основного конуса и сложное определение характеристики отпирания — могут быть устранены за счет установки дроссельного обратного клапана (3) на линии управления к 2-линейному встроенному клапану (рис. 81).

Но пассивное управление дает возможность обслуживания нескольких 2-линейных встроенных клапанов при помощи одного пилотного. Кроме того этот вид управления необходим для построения схем снижения давления, подключения систем с давлением или регулирования расхода (см. раздел о выполнении функций по давлению и расходу).

Утечки

Для возможности оценки герметичности схемы с 2-линейным встроенным клапаном необходимо рассмотреть направления движения потока с учетом точек отбора масла, а также вид пилотного клапана.

а) Действие давления и отбор масла в узле подключения А (рис. 82)

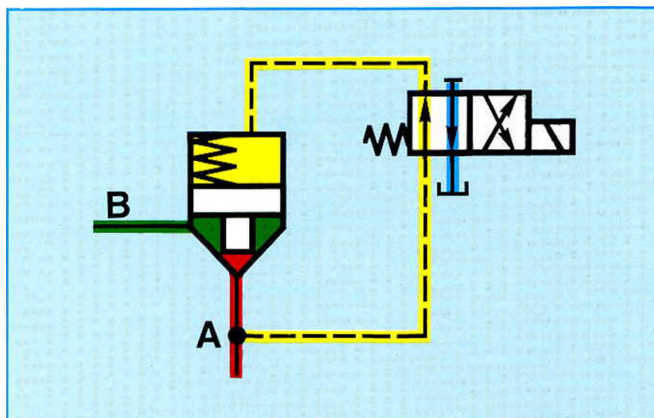


Рис. 82

Отсечка узла подключения А от В не герметична, так как между полостью размещения пружины и узлом подключения В проходит утечка масла через посадочный зазор конуса. К этому следует добавить также и утечку масла на пилотном клапане.

б) Действие давления и отбор масла в узле подключения В (рис. 83)

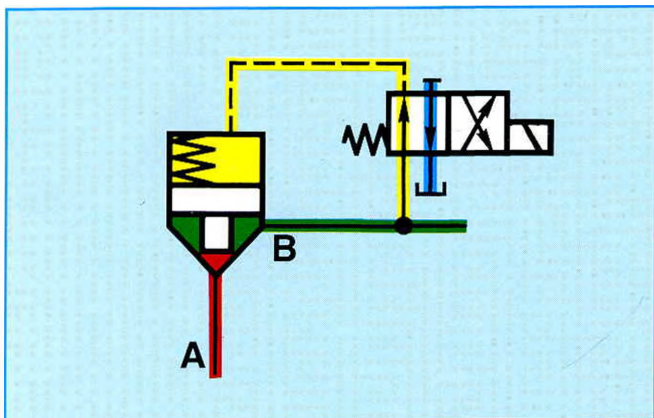


Рис. 83

Отсечка узлов подключения В от А при помощи конуса 2-линейного клапана является герметичной, так как полость размещения пружины и узел подключения В находятся под одинаковым давлением. Отсечка между узлами А и В производится по посадочной кромке клапана.

Вся же схема не является герметичной из-за утечки масла через поршень пилотного клапана.

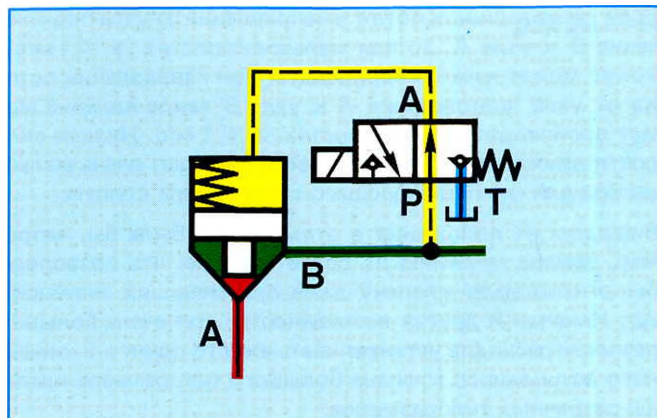


Рис. 84

Если же нужно выполнить всю схему герметичной, включая и пилотный клапан, то необходимо вместо золотникового пилотного клапана поставить седельный (рис. 84).

Ограничение производительности

Для 2-линейных клапанов не следует в общем-то говорить об ограничении производительности в том виде, как это принимается для золотниковых клапанов. С увеличением расхода повышается также и Δp между узлами подключения А и В. И чем четче будут выражены условия по давлению, тем однозначнее будет и срабатывание (отпирание и запираение).

Исходя из этого, проектировщики и определяют предел применения в соответствии с учитываемой потерей мощности (перепадом давления).

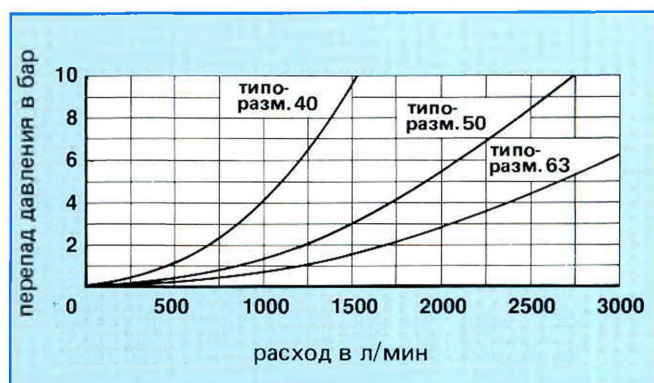


Диаграмма 4: Характеристики $\Delta p - Q$ 2-линейных встроенных клапанов без демпфирующего устройства

Так, например, расход на клапане типоразмера 40 (см. диаграмму 4) может превышать 1500 л/мин, если проектировщики считают достаточно целесообразным держать высокий перепад давления.

Если рассматривать поток в направлении от узла подключения В к узлу А, то при малых скоростях ($v < 1$ м/с) конус может начать вибрировать. При направлении потока от узла подключения А к узлу В такое явление может происходить при скоростях $v < 1$ м/с. Низкие скорости движения потока жидкости означают очень малый расход для соответствующего типоразмера клапана.

Выходом из положения в этом случае была бы, например, замена пружины на более мягкую, что позволило бы открываться клапану даже при меньших значениях Δp . Имеется и другая возможность: при очень большой разности расходов устанавливать вместо одного 2-линейного встроенного клапана большого типоразмера клапаны различных типоразмеров.

Все это, конечно, должно учитываться еще при проектировании.

Для заметок

Для заметок

2-линейные встроенные клапаны, функции по давлению

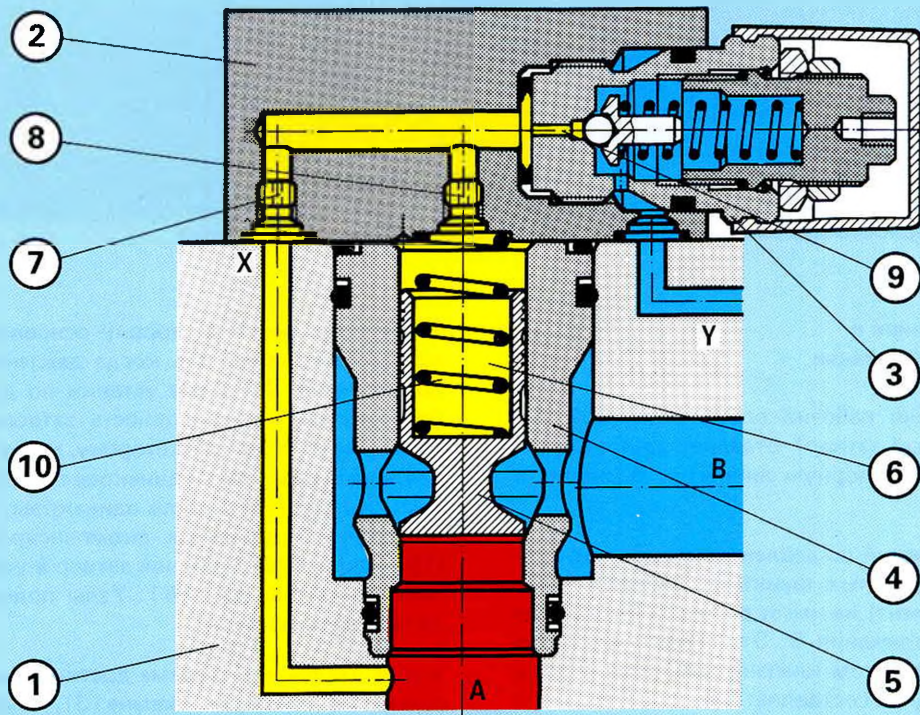
Во вступлении к 2-линейным встроенным клапанам уже указывалось, что они могут в принципе брать на себя выполнение функций по давлению.

При этом речь идет с точки зрения их конструкции об управляемых клапанах, предназначенных для:

- ограничения давления,
- снижения давления,
- подключения систем, находящихся под давлением.

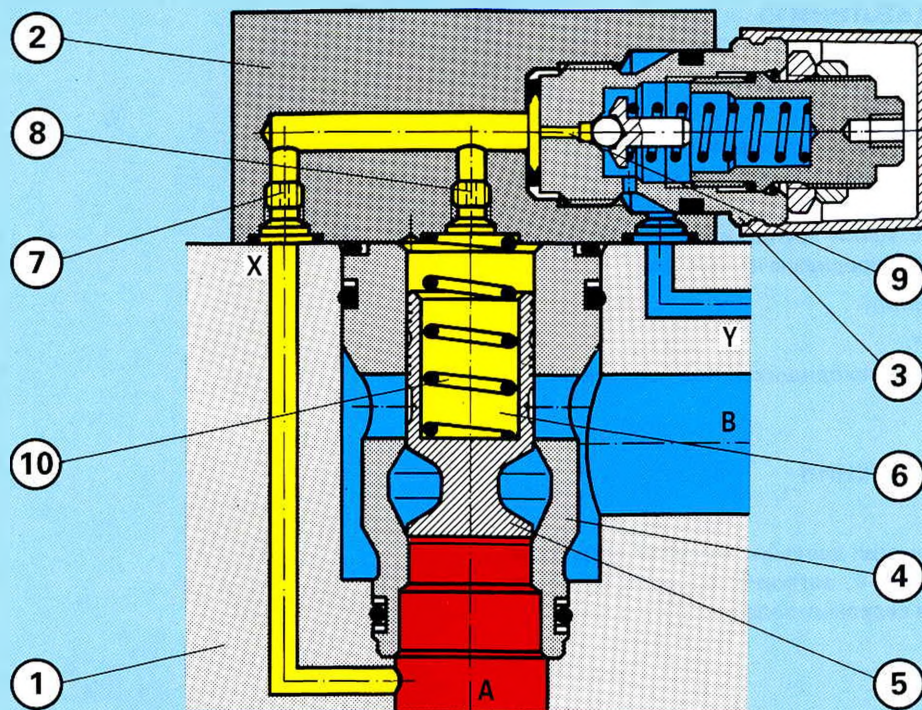
1. ОГРАНИЧЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ

Для клапанов ограничения давления имеются встраиваемые комплекты (штулка 4, затвор 5, пружина 10) с затворами седельного и седельно-золотниково-го типа.



- | | |
|--|--|
| (1) блок управления с комплектом (штулкой, седельным затвором, пружиной) | (5) основной затвор (седельный затвор) |
| (2) крышка | (6) полость размещения пружины |
| (3) пилотный клапан (клапан ограничения давления с непосредственным управлением) | (7) и (8) сопла в линии управления |
| (4) штулка | (9) линия управления |
| | (10) пружина |

Рис. 85: Комплект встраиваемых элементов с затвором седельного типа



- | | |
|--|--|
| (1) блок управления с комплектом (штулкой, седельным затвором, пружиной) | (5) основной затвор (седельный затвор) |
| (2) крышка | (6) полость размещения пружины |
| (3) пилотный клапан (клапан ограничения давления с непосредственным управлением) | (7) и (8) сопла в линии управления |
| (4) штулка | (9) линия управления |
| | (10) пружина |

Рис. 86: Комплект встраиваемых элементов с затвором седельно-золотникового типа

1.1 Ограничение давления с ручной установкой задания

В основном положении рабочий орган (седельный или седельно-золотниковый затвор) отделяет друг от друга узлы подключения А (напорную линию) и В (линию к емкости).

При выполнении функций по давлению (в отличие от выполнения коммуникативных функций) рабочий орган (переключающий элемент) не имеет рабочей поверхности на стороне узла подключения В. Это значит, что имеющаяся на распределительном клапане кольцевая поверхность A_B в данном случае составляет 0%.

Установка задания по давлению производится на пилотном клапане (3). Сам пилотный клапан представляет собой клапан ограничения давления с непосредственным управлением.

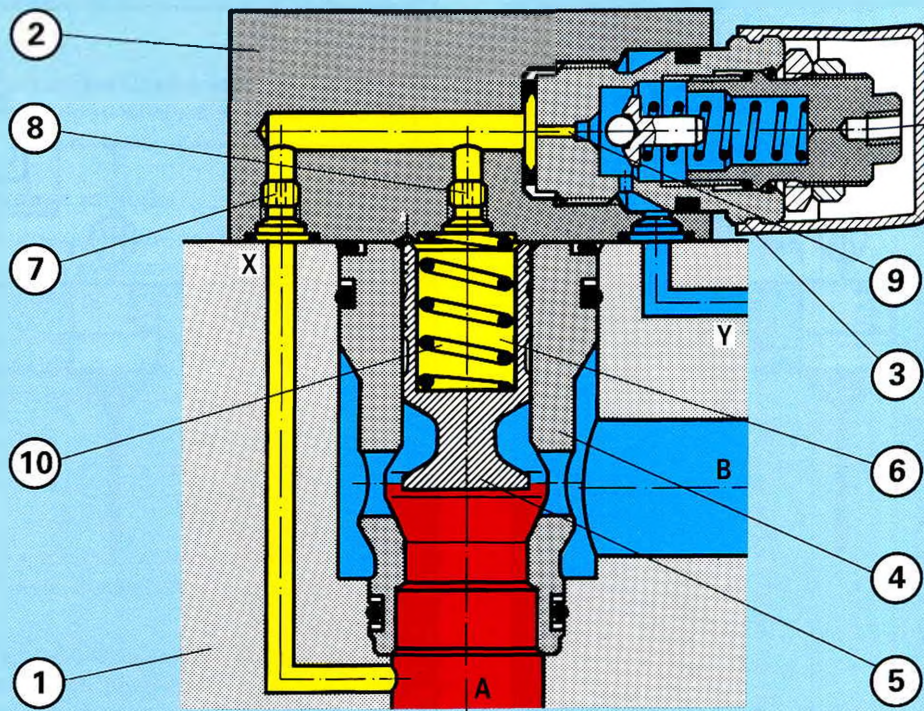
Принцип действия

Имеющееся в узле подключения А давление действует через линию управления (желтый цвет) с установленным в ней соплом (7) и через линию управления (9) на пилотный клапан (3), а через другое сопло (8) — на пружинно-нагруженную сторону основного затвора.

В спокойном состоянии, т.е. когда давление в системе (узел подключения А) ниже уставки по давлению на пилотном клапане, на поверхность затвора со стороны подключения А, а также на сторону, нагруженную действием пружины, действует одинаковое давление. В результате того, что эти поверхности одинаковы, действие давления на затвор оказывается скомпенсированным. Пружина (10) удерживает основной затвор в указанном исходном положении (рис. 85 и 86). Узлы подключения А и В отделены друг от друга.

Когда давление в системе достигнет величины, установленной на пилотном клапане (3), жидкость будет направлена через сопла в линии управления и пилотный клапан по линии Y в емкость.

На сопле (7) возникает перепад давления, действующий также и на обе поверхности основного затвора. Если усилие по произведению величины перепада давления на поверхность затвора будет больше усилия пружины (10), то основной затвор отожмется вверх и пропустит избыток жидкости из системы от узла подключения А к узлу В в емкость (рис. 87). Давление в системе в узле подключения А ограничится таким образом заданием на пилотном клапане.



- (1) блок управления с комплектом
(штулкой, седельным затвором, пружиной)
- (2) крышка
- (3) пилотный клапан (клапан ограничения давления
с непосредственным управлением)
- (4) штулка

- (5) основной затвор (седельный затвор)
- (6) полость размещения пружины
- (7) и (8) сопла в линии управления
- (9) линия управления
- (10) пружина

Рис. 87

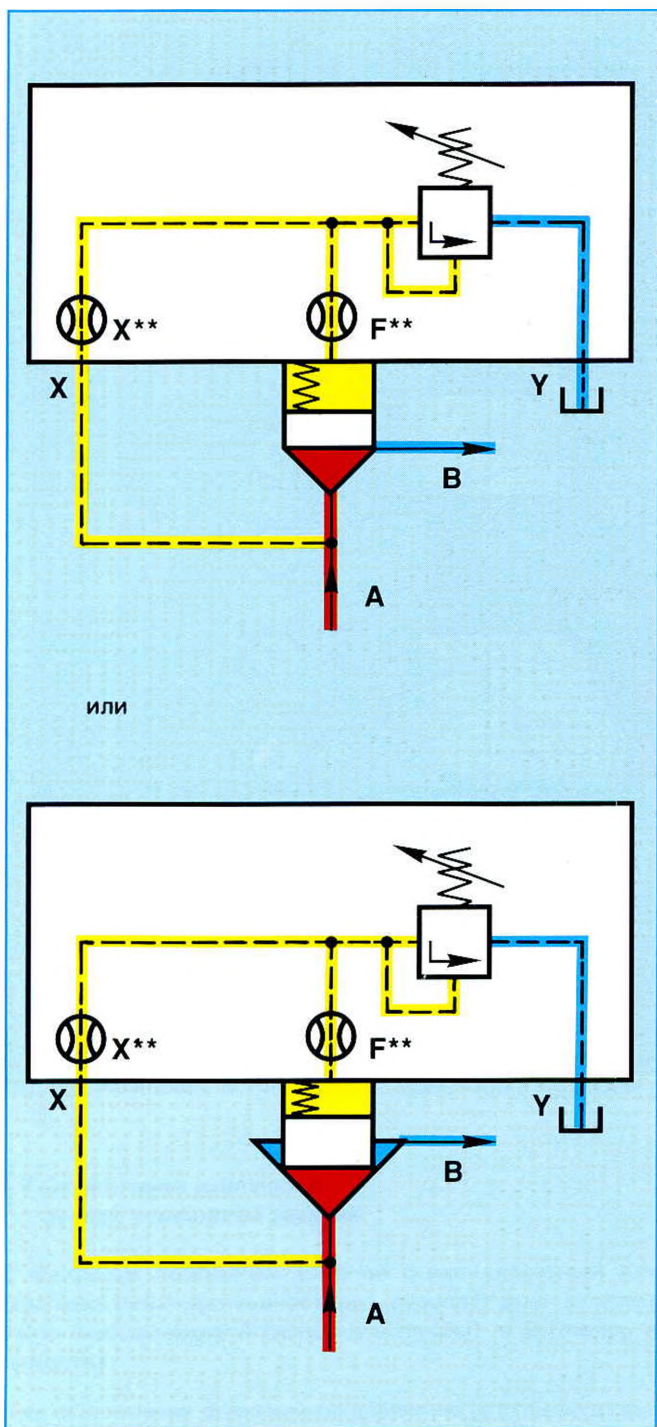


Рис. 88

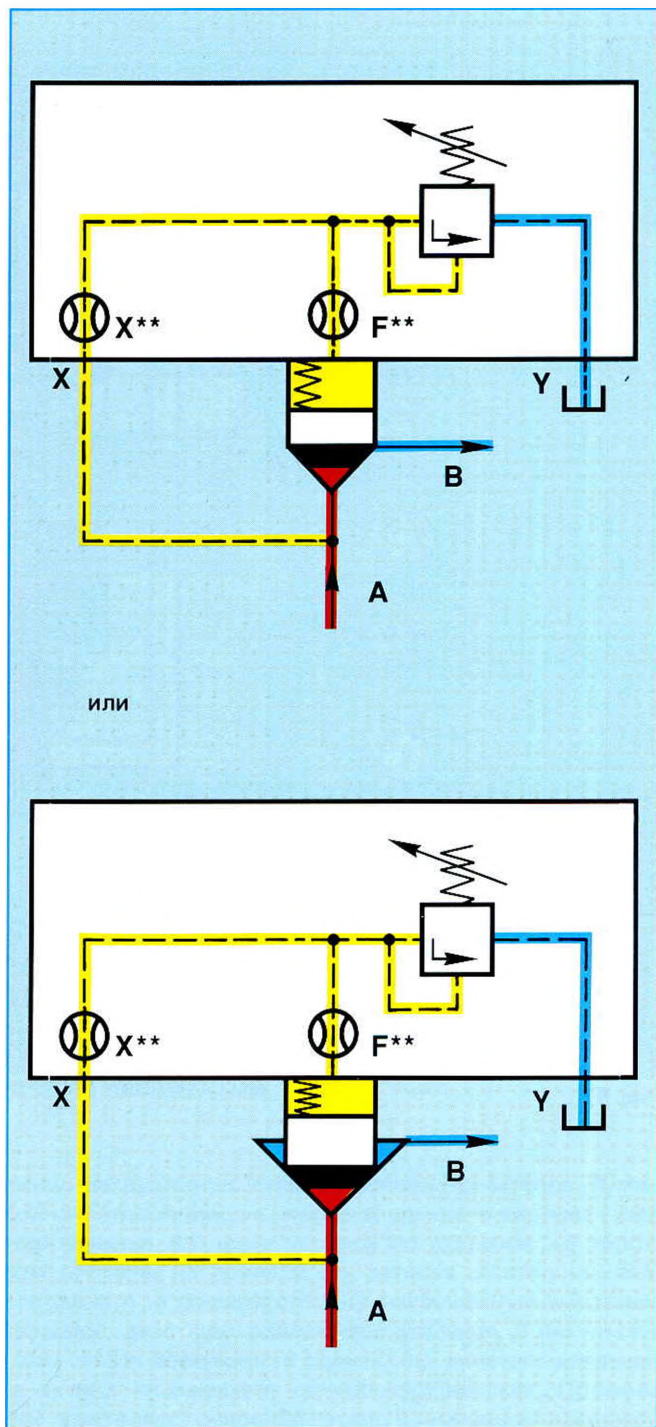


Рис. 89

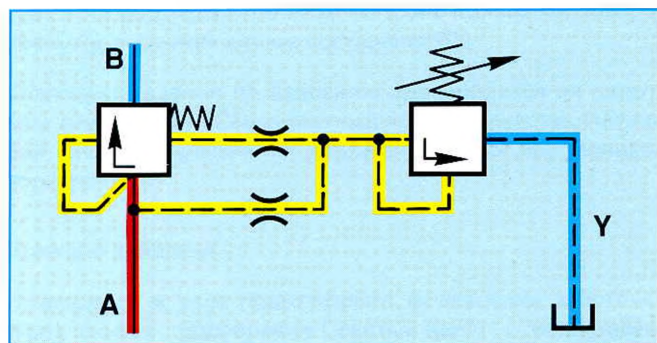


Рис. 90

Условные обозначения 2-линейных встроенных клапанов, используемых для ограничения давления с ручной установкой задания.

Рис. 88: условно-схематическое изображение седельного затвора.

Рис. 89: условно-схематическое изображение конструкции седельно-золотникового затвора.

Рис. 90: условное обозначение седельного и седельно-золотникового затворов по правилам DIN ISO 1219.

** = сопла

Каковы различия при использовании седельных или седельно-золотниковых затворов?

Седельные затворы

В разгруженном контуре седельные затворы имеют меньшее гидравлическое сопротивление, чем седельно-золотниковые.

Седельно-золотниковые затворы

При помощи этой конструкции достигается более мягкое переключение, т.е. улучшаются условия с точки зрения разгрузочного удара при переключении.

Недостатком же ее является то, что сечение для обеспечения прохода отпирается не сразу, т.е. при быстрых подъемах давления необходимо считаться с возможностью пиков.

Выбор пружины

Предпочитаемым вариантом является клапан с пружиной, соответствующей давлению отпирания основного затвора 2 бар.

Кроме того имеются — в большинстве случаев как стандартные — варианты без пружины или с пружиной на давление отпирания 4 бар. Возможно также исполнение на давление отпирания, например, 5 бар или 8 бар. Но при этом обычно должна предусматриваться специальная или промежуточная крышка с большей полостью для размещения пружины.

Типоразмеры, характеристики

Для ограничения давления имеются 2-линейные встроенные клапаны следующих типоразмеров: 16, 25, 32, 40, 50, 63, 80 и 100. Это значит, что максимальные расходы лежат в пределах от 250 л/мин до примерно 7000 л/мин.

В качестве примера на диаграммах 5 и 6 представлены характеристики клапана типоразмера 16 с ручной установкой задания.

а) Исполнение с седельным затвором

Снятие характеристик производилось при сбросе масла без давления в емкость вне контура управления, т.е. узел подключения Y выводился в емкость отдельно. Если узел подключения Y непосредственно будет связан с узлом подключения B, то давление на входе увеличится соответственно на величину давления на выходе узла подключения B.

Представленные на диаграммах 5 и 7 характеристики показывают давление на входе в зависимости от расхода для выбранных уставок по давлению.

Если сравнить диаграммы 6 и 8 (для седельно-золотникового затвора), то можно убедиться относительно более высокого гидравлического сопротивления седельно-золотникового исполнения.

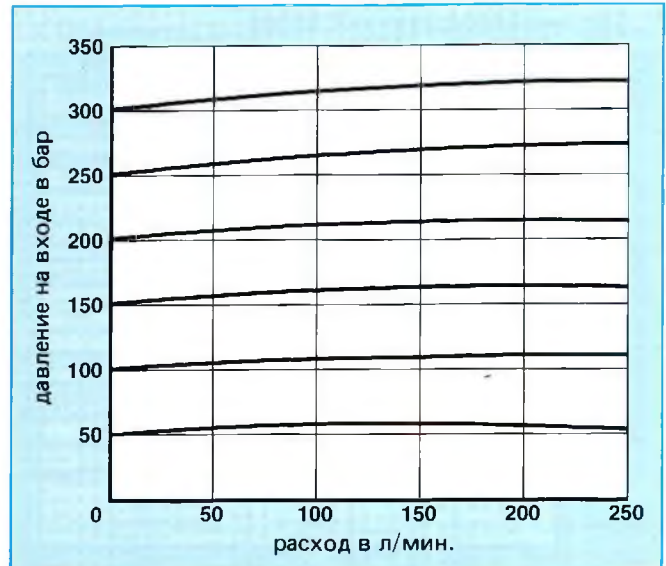


Диаграмма 5

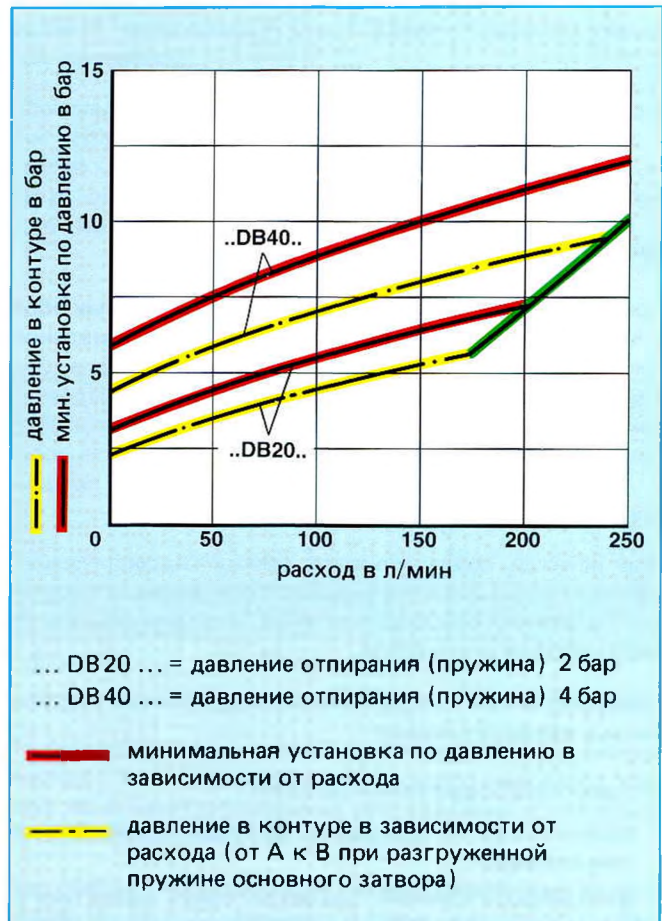


Диаграмма 6

б) Седельно-золотниковый затвор

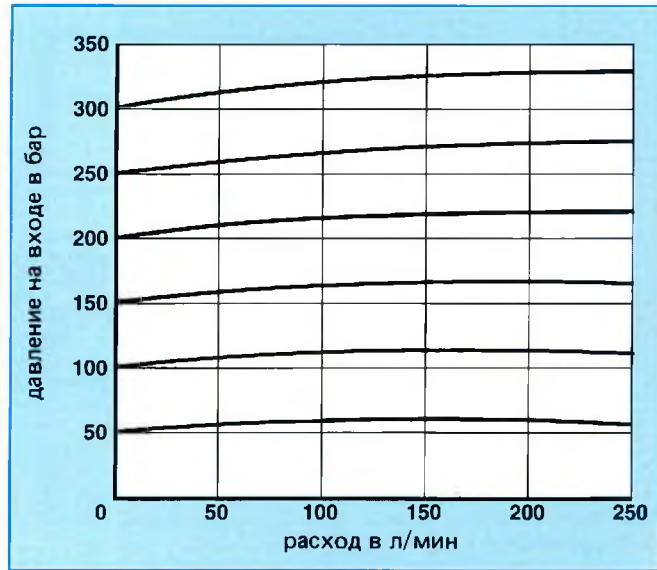


Диаграмма 7

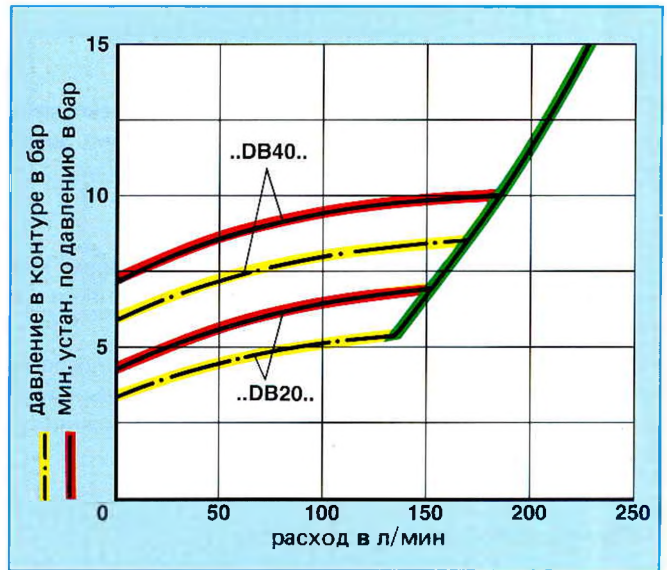


Диаграмма 8

Сопла

Представленные на чертежах разрезов и условными обозначениями сопла, установленные на линиях управления, представляют собой резьбовые стандартные сопла. Они классифицируются в соответствии с типоразмером. В приведенном ниже обзоре показан пример используемых на фирме "Маннесманн Рексрот" диаметров сопел в миллиметрах, а также расположение сопел в крышке клапана.

При помощи сопла меняется расход гидравлического масла, а, стало быть, и функция: торможение, отпирание или запирание основного затвора — в зависимости от расположения этого сопла.

Примерно в 90% выпускаемых клапанов сопла расположены в крышке клапана.

Это дает следующие преимущества:

- сравнительно легкий доступ для чистки при загрязнении клапана;
- в отдельных случаях диаметры сопел также могут меняться, чтобы обеспечивать возможность изменения характеристики клапана, т.е. иметь возможность работы с учетом качества гидравлического масла;
- обеспечение простой возможности последующей модификации.

В принципе, конечно, возможно и расположение сопел в блоке управления или на основном затворе.

Как видно по таблице 4, в зависимости от типоразмера выбирается одно из двух сопел, X и D.

Сопло \ типоразм.	16	25	32	40	50	63	80	100
X **	0,8	0,8	—	—	—	—	3,0	3,0
F **	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5	2,5	2,5
D **	—	—	0,8	1,0	1,2	1,5	—	—

Таблица 4

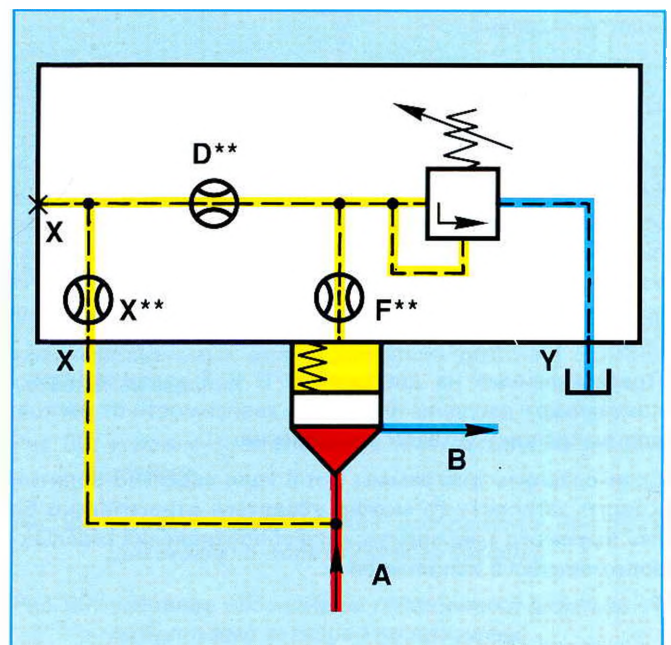


Рис. 91

** = сопло

Наряду с этим имеется также вариант со сверловкой сопла на основном затворе.

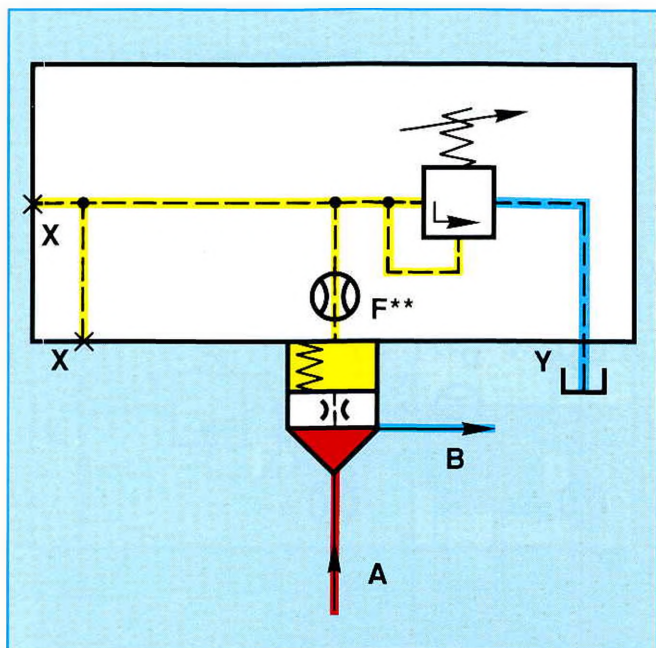


Рис. 92: Условно-схематическое изображение
** = сопло

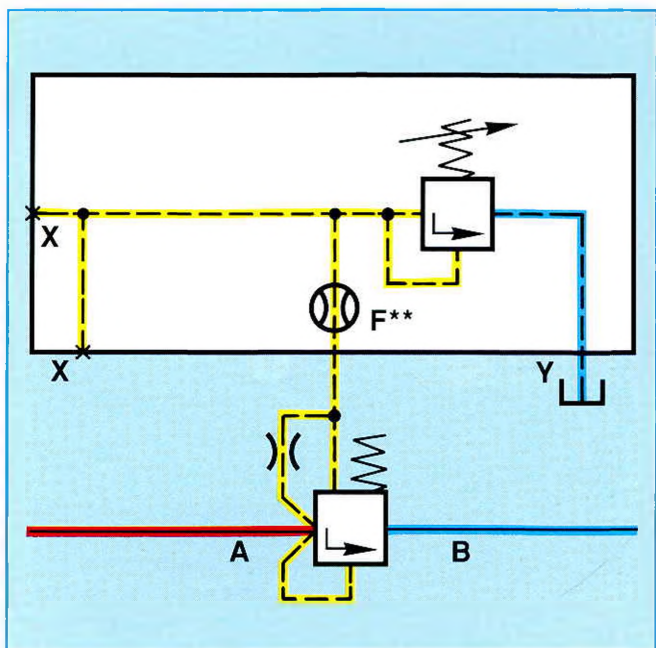


Рис. 93: Условное обозначение по стандарту
DIN ISO 1219
** = сопло

Преимуществами этого варианта являются:

- хорошая возможность отвода воздуха независимо от монтажного положения клапана;
- предотвращение вибрации, вызываемой воздушной пробкой;
- экономия установочного пространства за счет ликвидации линии X.

Диаметры таких сопел в принципе соответствуют диаметрам сопел X или D.

1.2 Ограничение давления с ручной установкой задания и схема разгрузки через распределительный клапан

Исходное положение схемы:

выполнение ограничения давления (рис. 94, 95 и 96)

За счет установки на крышке (2) распределительного клапана (8) и соответствующих связей обеспечивается возможность разгрузки полости размещения пружины (6) основного затвора (5).

В исходном положении давление в узле подключения А действует через сопла X и D, установленные в линии управления (желтый цвет), на пилотный клапан (3) и одновременно через сопло F – на полость размещения пружины (6) основного затвора.

Узел подключения В на распределительном клапане (8) заперт (в крышке). Вот таким образом выполняется ограничение давления. При переключении распределительного клапана в положение "а" полость размещения пружины (6) разгружается в направлении узла подключения Y через сопла F, D и P. Сопло P работает только при разгрузке.

Поскольку, как видно по таблице 5, сопло X меньше, чем сопло P, основной затвор (5) может открыться полностью (схема пассивного управления). "Давление контура" определяется используемой пружиной (7). При этом, конечно, имеет значение и комбинация сопел.

Сопло \ типоразм.	16	25	32	40	50	63	80	100
X **	0,8	0,8	0,8	—	—	—	3,0	3,0
F **	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5	2,5	2,5
D **	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	1,5	—	—
P **	1,0	1,0	1,0	1,2	1,5	1,8	3,5	3,5
A **	—	—	—	0,8	0,8	1,0	1,2	1,5
B **	—	—	—	—	—	—	3,0	3,0

Таблица 5 ** = Ø сопла в мм

По таблице 5 и рисункам 94 до 101 видно, что в зависимости от типоразмера и установленного пилотного клапана используется различное расположение сопел и различная обвязка линиями управления.

При обвязке по рисунку 94, принимаемой для типоразмеров 16, 25 и 32, речь идет о схеме "пассивного управления", в которой и при самой разгрузке, и на период разгруженного состояния в контуре имеется непрерывный расход гидравлического масла.

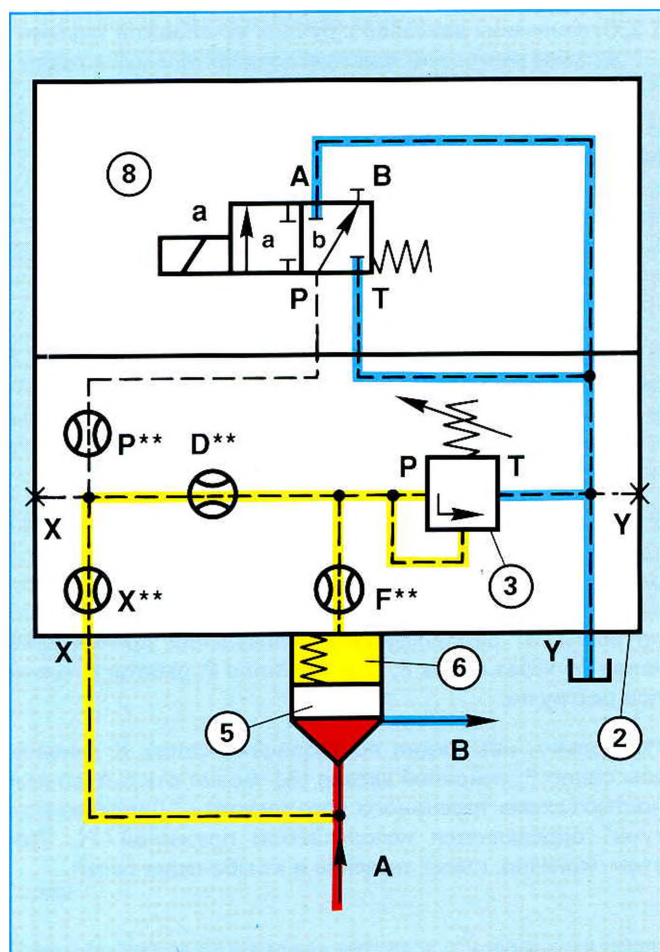


Рис. 94 ** = сопло

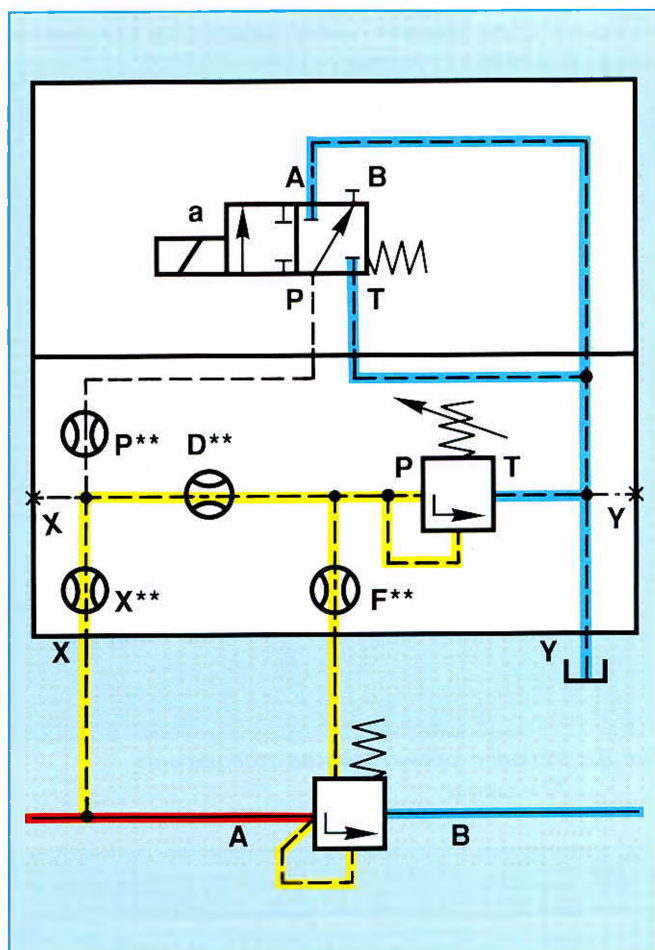


Рис. 95 ** = сопло

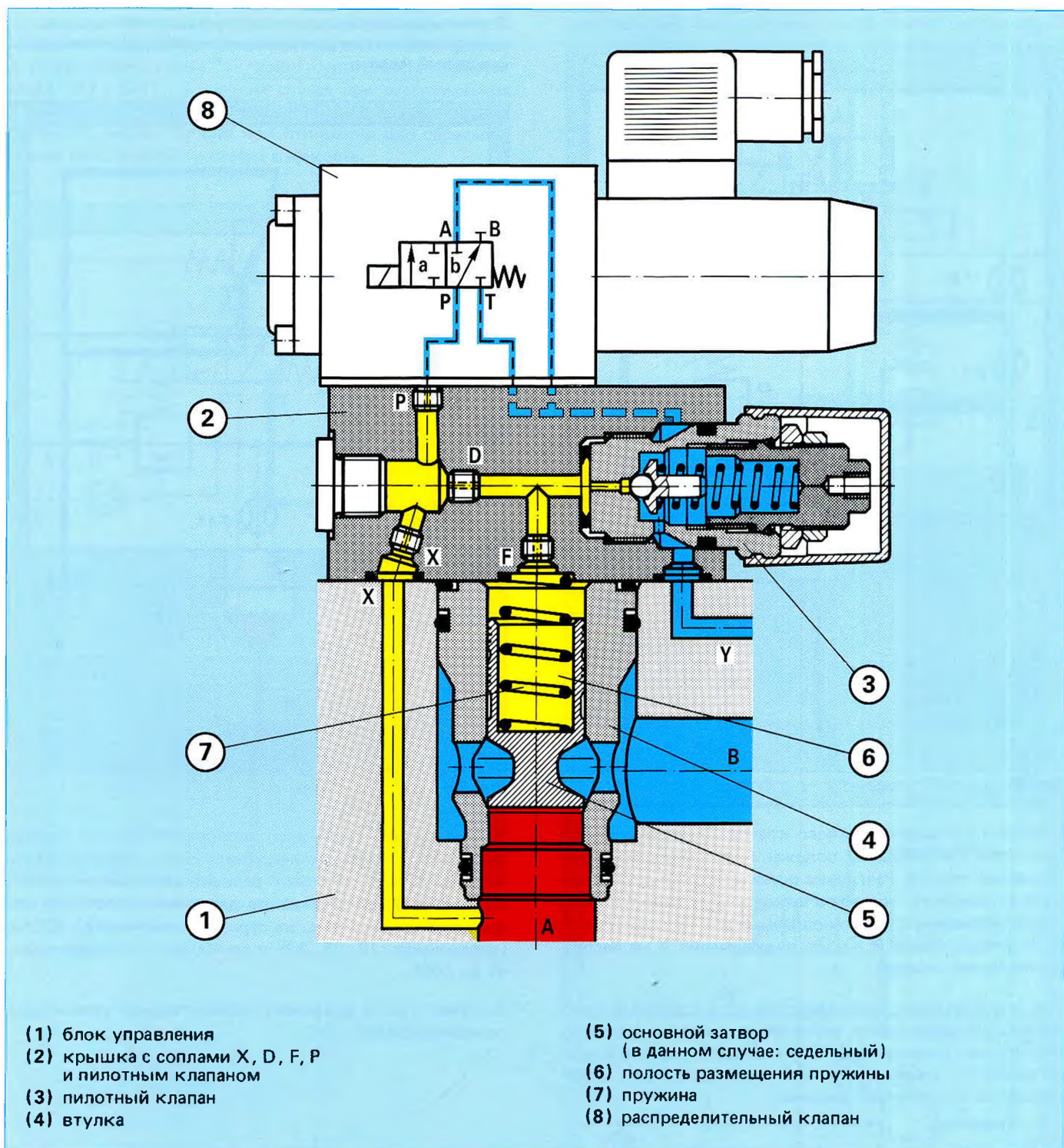


Рис. 96

Одновременно с разгрузкой (распределительный клапан имеет связь узла подключения P с узлом подключения A) жидкость проходит через сопло D из полости размещения пружины и через сопло X со стороны давления к соплу P. Незначительный расход из полости размещения пружины (6) (см. рис. 96) увеличивается таким образом на величину расхода жидкости через подпорное сопло X.

Таким образом для гашения разгрузочного удара в наличии будет большое количество гидравлического мас-

ла, поэтому сопла D и P должны быть выбраны с достаточным запасом.

Это является преимуществом схемы "пассивного управления", применяемой до типоразмера 32 включительно (см. для сравнения рисунки 99 до 101).

В схемах "пассивного управления" важно, чтобы через управляющий канал и пилотный клапан (3) могло бы отводиться больше гидравлической жидкости, чем подается через сопло X.

Норм. полож. схемы: сброс в емкость (разгруз. контур)

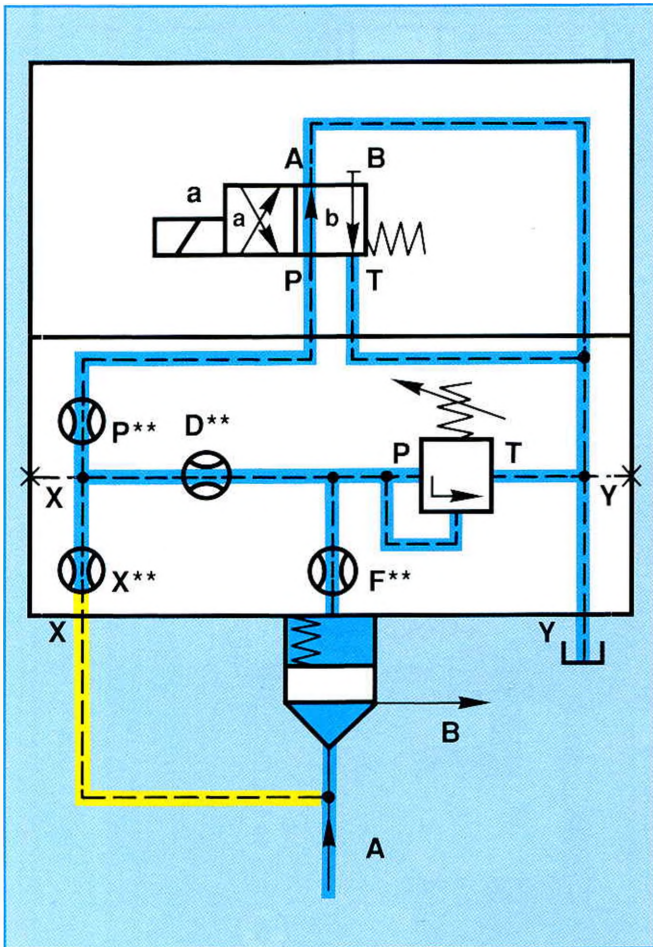


Рис. 97 ** = сопло

Выбором распределительного клапана, как показано на рисунке 97, в исходном положении обеспечивается разгруженный контур. Разгрузка полости пружины 2-линейного встроенного клапана в емкость производится через линию управления с установленными в ней соплами F, D, P и через линию P к узлу подключения A на распределительном клапане.

При переключении распределительного клапана в положение "а" связь линии управления с емкостью прерывается (узел подключения B распределительного клапана закрыт), в результате чего получается схема, работающая на ограничение давления.

Ограничение давления с ручной установкой задания, электронная схема разгрузки через распределительный седельный клапан

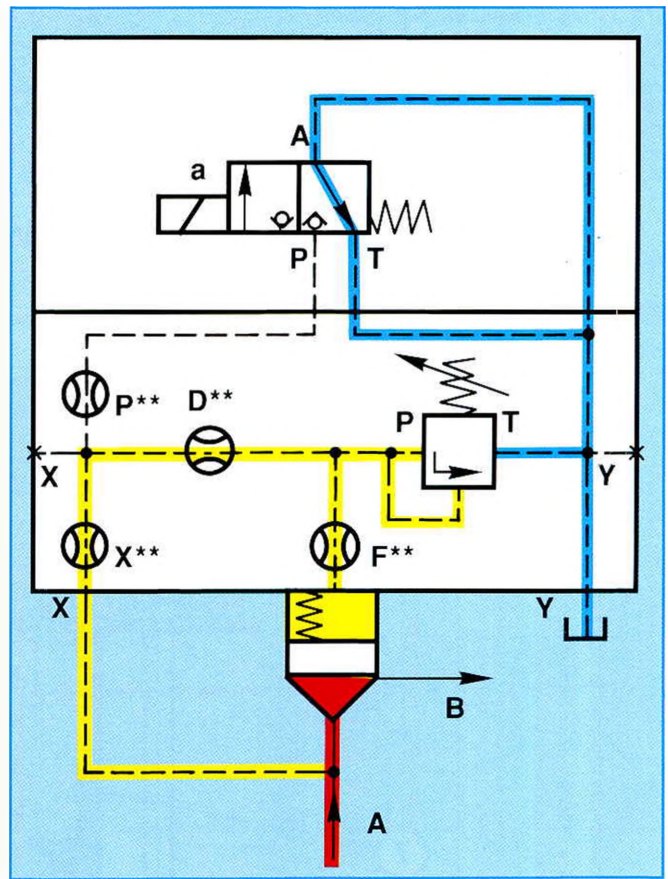


Рис. 98 ** = сопло

Использование седельного распределительного клапана вместо золотникового исключает утечку через пилотный клапан. Кроме того этот вариант дает возможность в соответствии с допустимым давлением пилотного клапана выполнять схемы на серии по давлению до 420 бар (типоразмеры 16, 25, 32) и до 400 бар (типоразмеры от 40 до 100).

Конечно, это не исключает незначительной утечки через основной клапан.

На клапанах больших типоразмеров, т.е. на соответственно увеличенном объеме гидравлического масла, может быть выполнена схема "активного управления" (рисунки 99, 100 и 101). В данном случае при разгруженном состоянии контура нет дополнительного потока гидравлического масла; только при отпирании оно сбрасывается из пилотной части схемы в емкость.

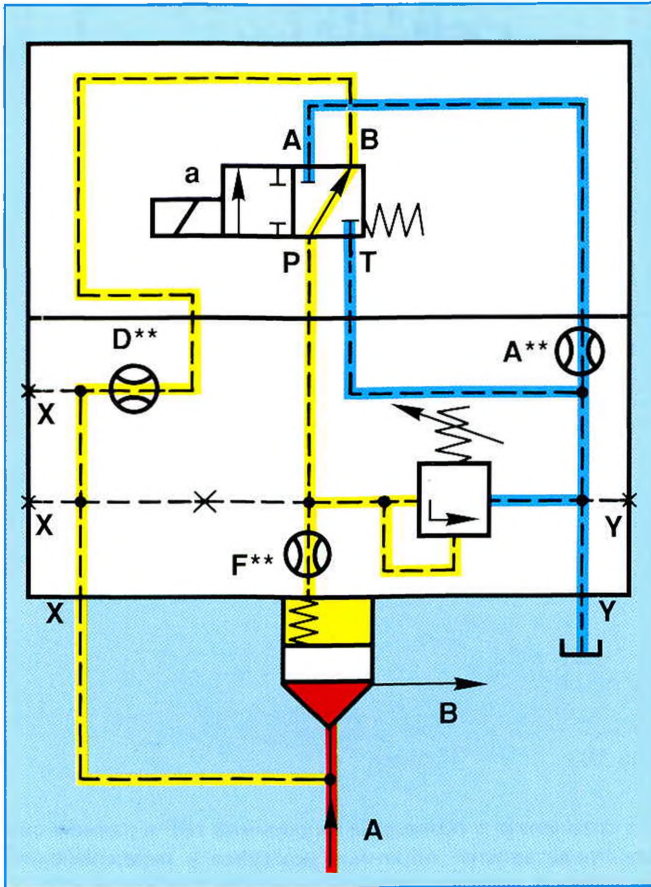


Рис. 99: Схема с клапанами типоразмеров 40, 50 и 63
** = сопло

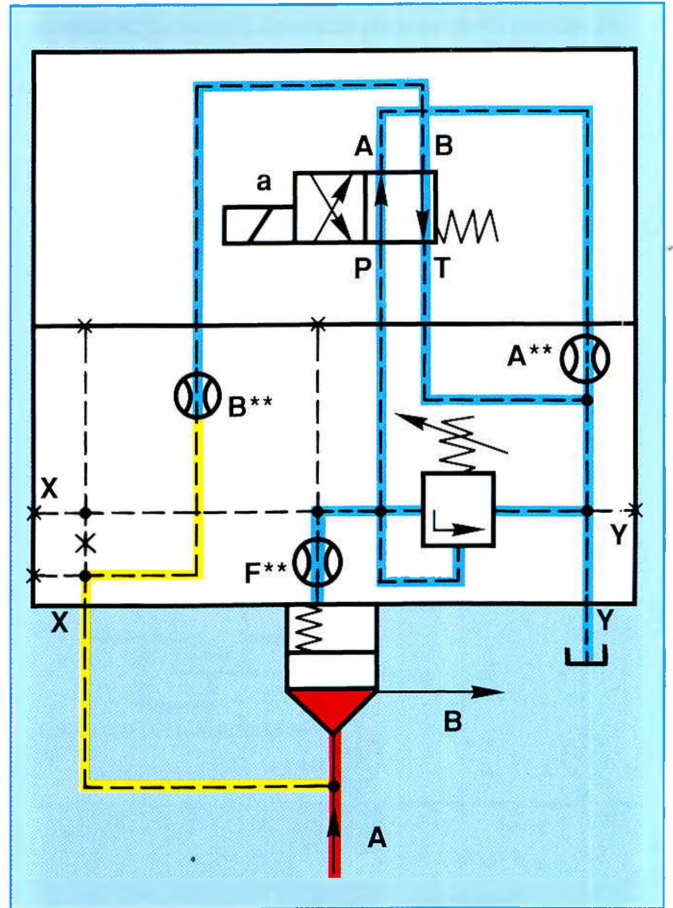


Рис. 100: Схема с клапанами типоразмеров 80 и 100
** = сопло

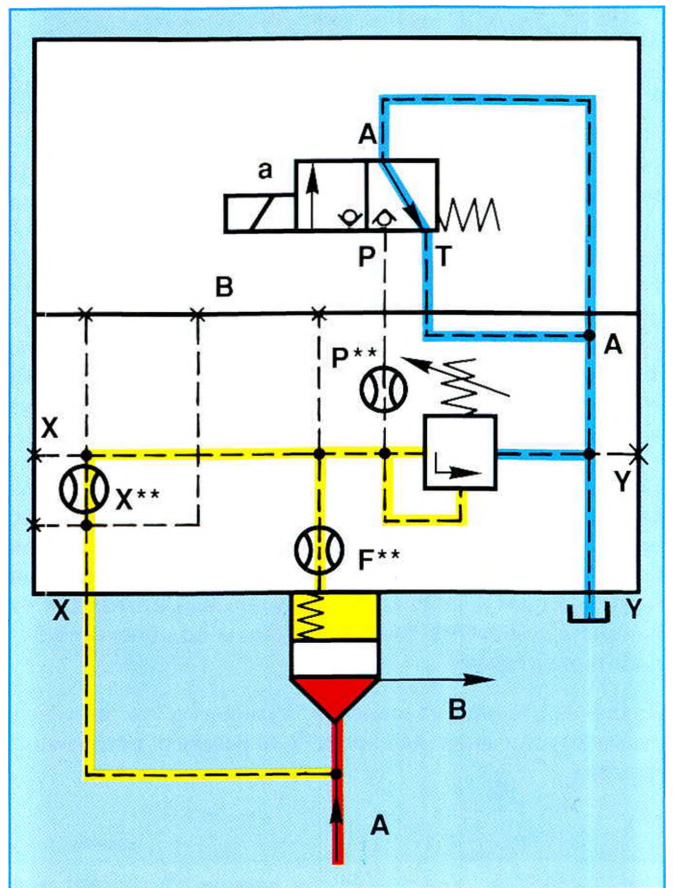


Рис. 101: Схема с клапанами типоразмеров 80 и 100
** = сопло

1.3 Ограничение давления с ручной установкой задания и отсечка линии управления

Нормальное положение распределительного клапана: отсечка линии управления

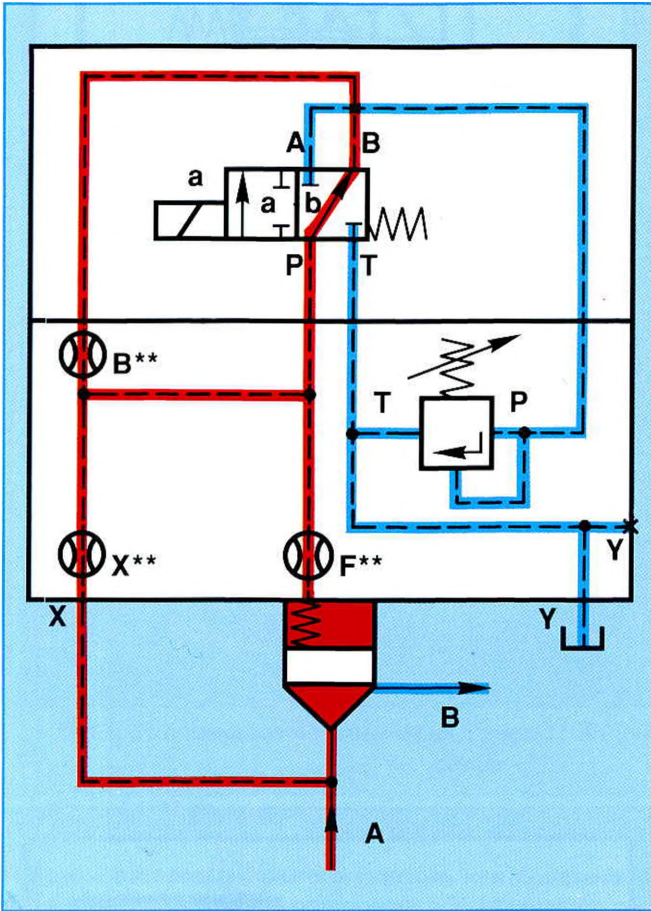


Рис. 102 ** = сопло

В схеме по рисунку 102 наряду с ограничением давления выполняется также и отсечка линии управления. В исходном положении давление в узле подключения А 2-линейного встроенного клапана одновременно действует через линию управления (узел подключения X, красный цвет) на нагруженную пружиной сторону основного затвора. Непосредственно управляемый клапан ограничения давления, используемый в качестве пилотного отсечен от линии управления, т.е. выключен.

Основной затвор работает на запирание независимо от давления в узле подключения А. При переключении распределительного клапана (магнит "а" — в возбужденном состоянии) обеспечивается связь линии управления (красный цвет) через распределительный клапан (от узла подключения Р к узлу А) с узлом подключения Р на пилотном клапане.

Давление в линии управления ограничено, т.е. включена схема ограничения давления 2-линейного встроенного клапана.

Нормальное положение распределительного клапана: выполнение ограничения давления

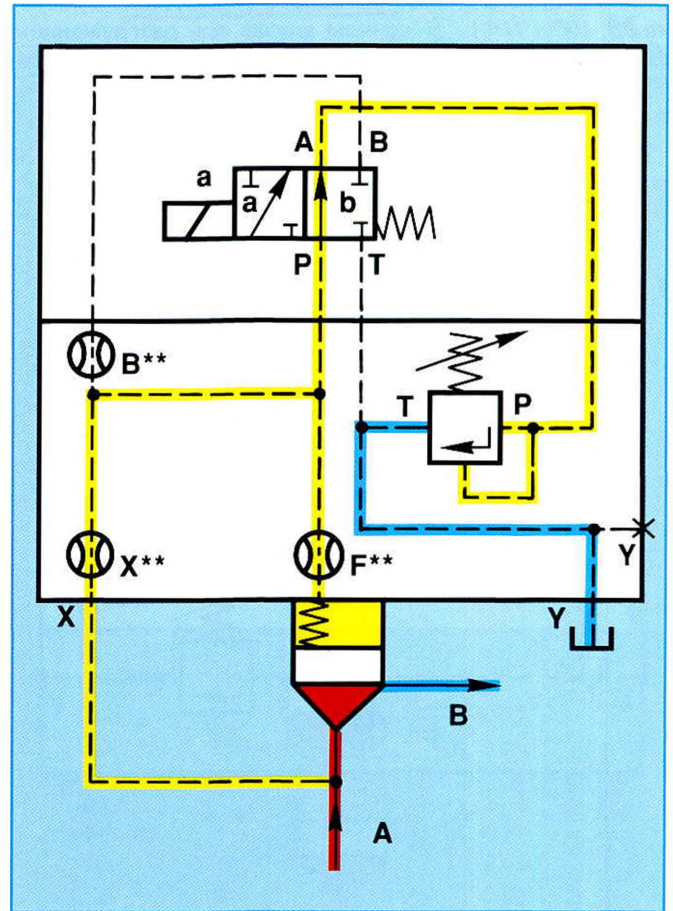


Рис. 103 ** = сопло

По сравнению с примером на рисунке 102 в данном случае представлены обратные исходное и переключенное положения распределительного клапана, т.е. в исходном положении выполняется ограничение давления, а во включенном (положение "а") — отсечка линии управления.

Огранич. давления, разгрузка контура, отсечка линии управл.

Благодаря использованию 4-линейного 3-позиц. распределительного клапана в качестве пилотного — в нейтральном положении узлы подключ. P, A и B соединены друг с другом — возможно выполнение ограничения давления, разгрузки контура, а также отсечки линии управления.

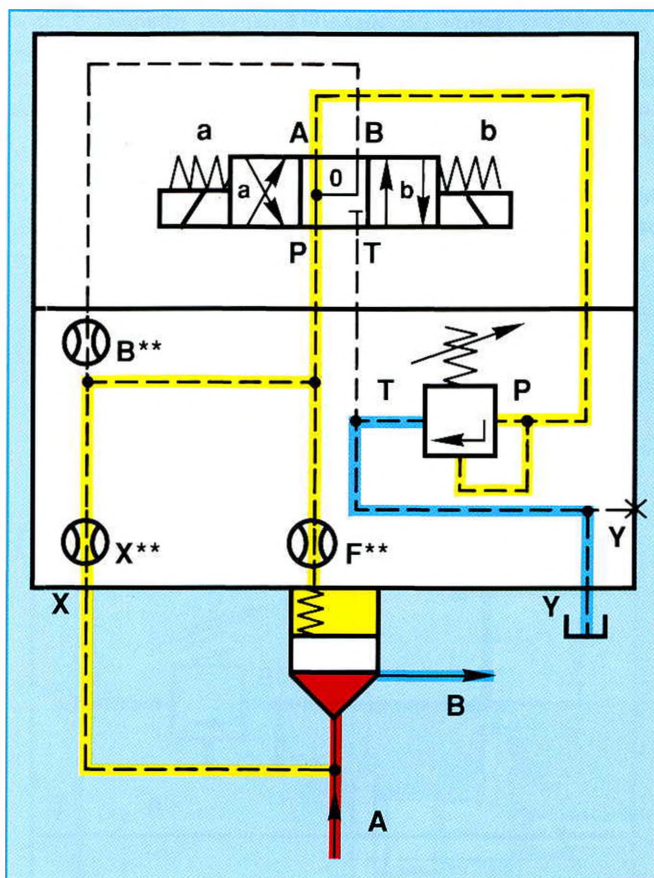


Рис. 104 ** = сопло

Нормальное положение: ограничение давления (рис. 104)

При нейтральном положении распределительного клапана срабатывает функция ограничения давления, так как через линию управления с установленными в ней соплами X и F обеспечивается связь с узлом подключения P непосредственно управляемого клапана ограничения давления.

Положение "а": отсечка линии управления (рис. 105)

Если 4/3-распределитель находится в положении "а" (магнит "а" возбужден, положение показано перекрещенными стрелками), то пилотный клапан оказывается отсеченным от линии управления (красный цвет) и не находится под давлением.

С обеих сторон (узел подключения A и полость размещения пружины) на основной затвор действует одинаковое давление. Поэтому узел подключения A остается запертым под действием пружины.

Положение "b": разгрузка контура (рис. 106)

При этом положении с емкостью связана как полость размещения пружины основного затвора, так и пилотный клапан. Таким образом контур от узла подключения A к узлу B оказывается без давления, т.е. давление отпирания зависит только от усилия выбранной пружины.

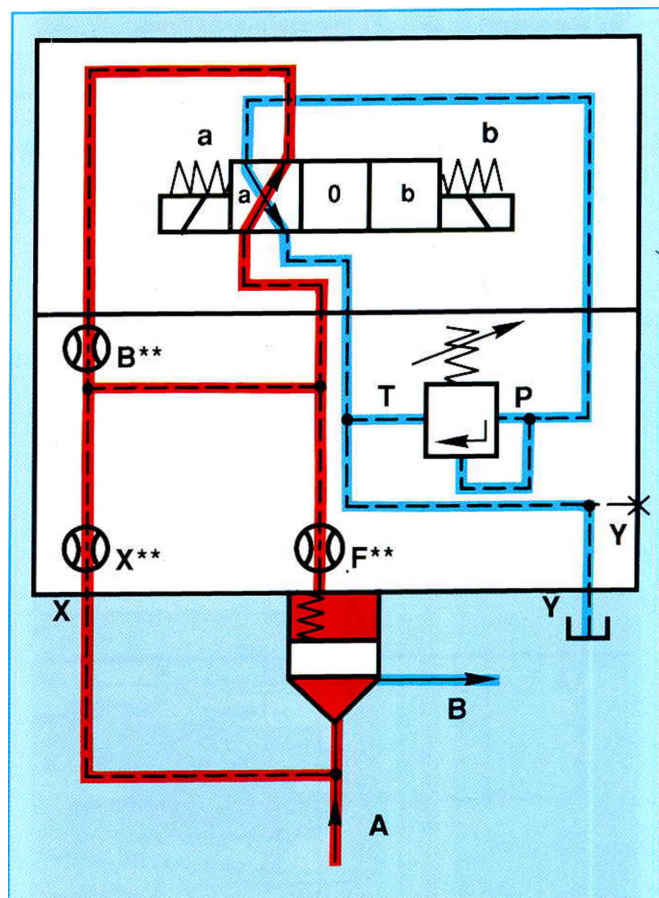


Рис. 105 ** = сопло

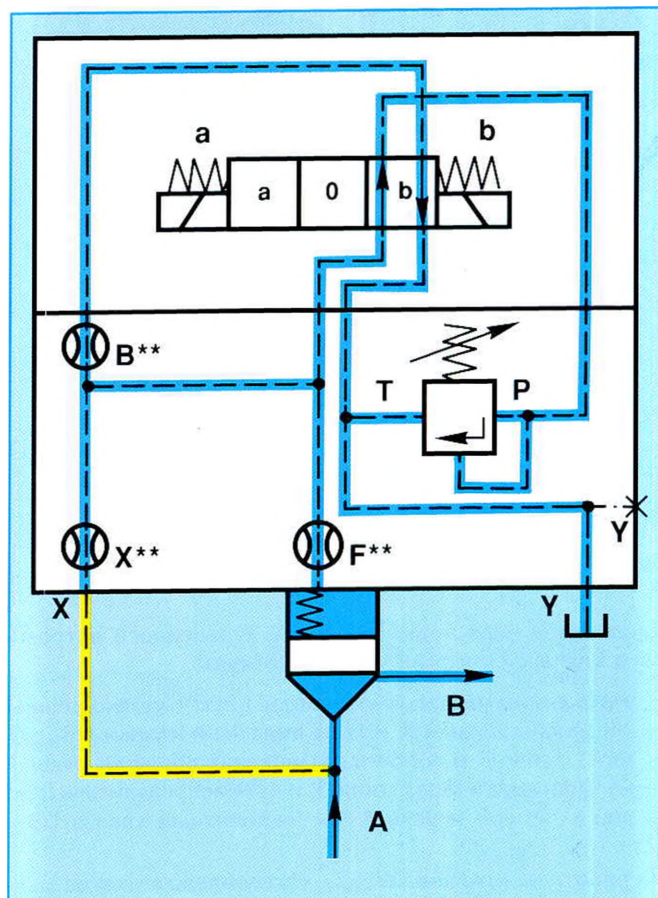


Рис. 106 ** = сопло

1.4 2-каскадная схема ограничения давления

При помощи этой комбинации, управляемой электроникой, выдерживаются два различных значения давления в системе, устанавливаемые на пилотных клапанах DB_1 и $DB_{\text{макс}}$.

Распределительный клапан: нормальное положение, работа от установки на DB_1 (рис. 107 и 109)

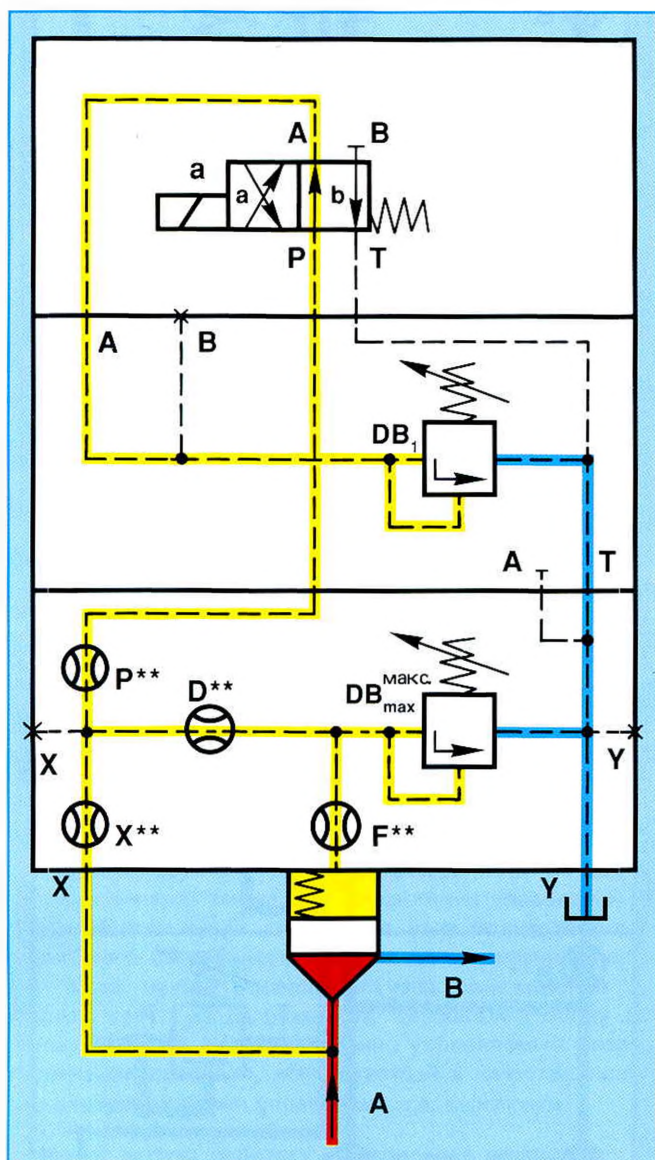


Рис. 107 ** = сопло

Давление в узле подключения А 2-линейного встроенного клапана (красный цвет) действует:

- через линию управления (желтый цвет) с установленными в ней соплами X и D на пилотный клапан $DB_{\text{макс}}$.
- через сопло F в полости размещения пружины седельного затвора и через сопло P и 4/2-распределитель (проход от узла P к узлу A) – на пилотный клапан DB_1 .

На пилотном клапане $DB_{\text{макс}}$ установлено значение максимального давления в системе, а на пилотном клапане DB_1 – второе требуемое значение давления. Устанавли-

ваемое на пилотном клапане DB_1 давление должно иметь меньшее значение, поскольку давление на $DB_{\text{макс}}$ действует постоянно за счет непрерывной связи с линией управления.

Поэтому при указанном нормальном положении (рис. 107 и 109) основной затвор срабатывает при достижении давления, установленного на DB_1 .

При переключении распределительного клапана в положение "а" пилотный клапан DB_1 блокируется, работающим остается только пилотный клапан $DB_{\text{макс}}$ и поэтому в системе держится максимальное давление, установленное на этом клапане.

Распределительный клапан: в нормальном положении, работа от установки на $DB_{\text{макс}}$ (рис. 108)

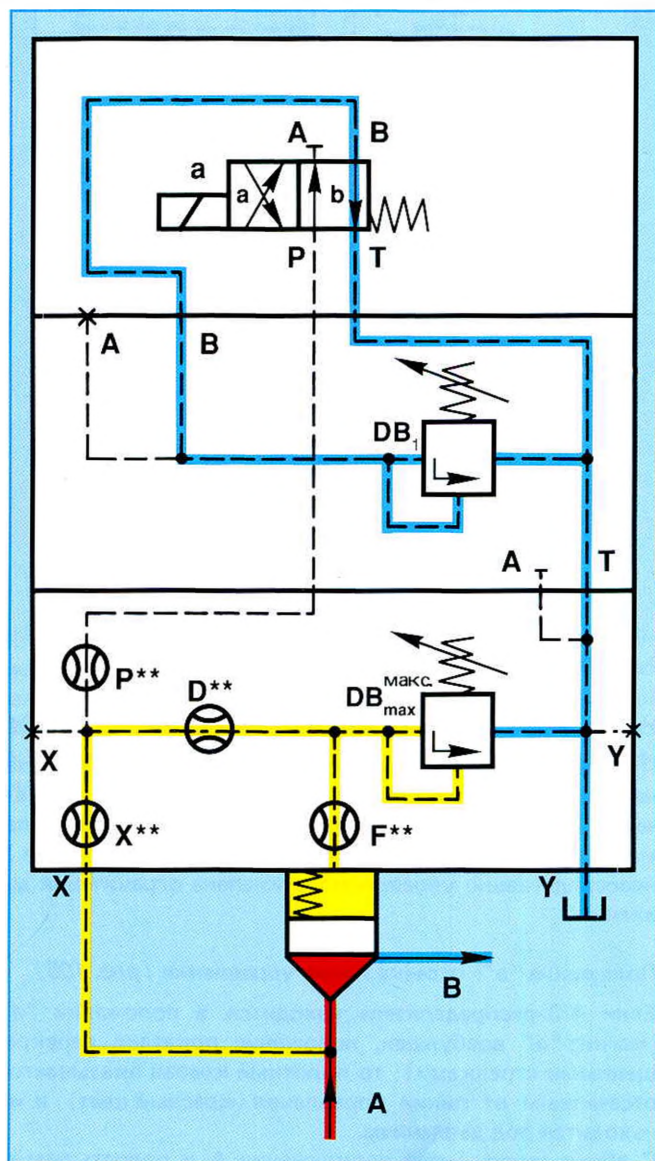


Рис. 108 ** = сопло

Если узел подключ. А 4/2-распределителя будет закрыт, а узел подключения В – соединен линией управления с DB_1 , то при норм. полож. рабочим будет только пилотный клапан $DB_{\text{макс}}$. При переключении распределительного клапана в положение "а" пилотный клапан DB_1 также оказывается связанным (через узел P к B) с линией управления (желтый цвет). Поэтому в системе (красный цвет) давление будет ограничено значением, установлен. на DB_1 .

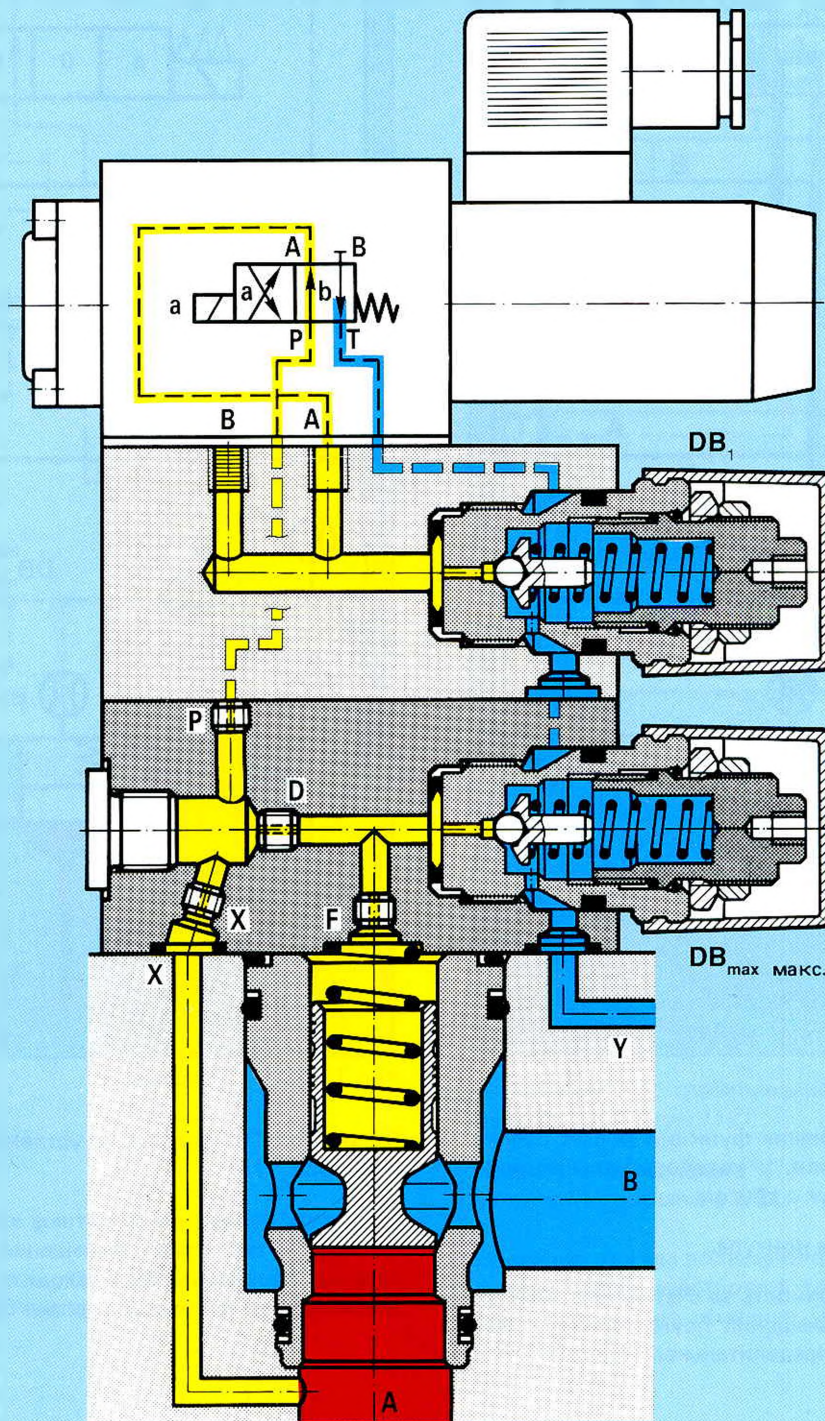


Рис. 109: Распределительный клапан: в нормальном положении. Срабатывании уставки на пилотном клапане DB_1 .

2-каскадная схема, разгрузка контура

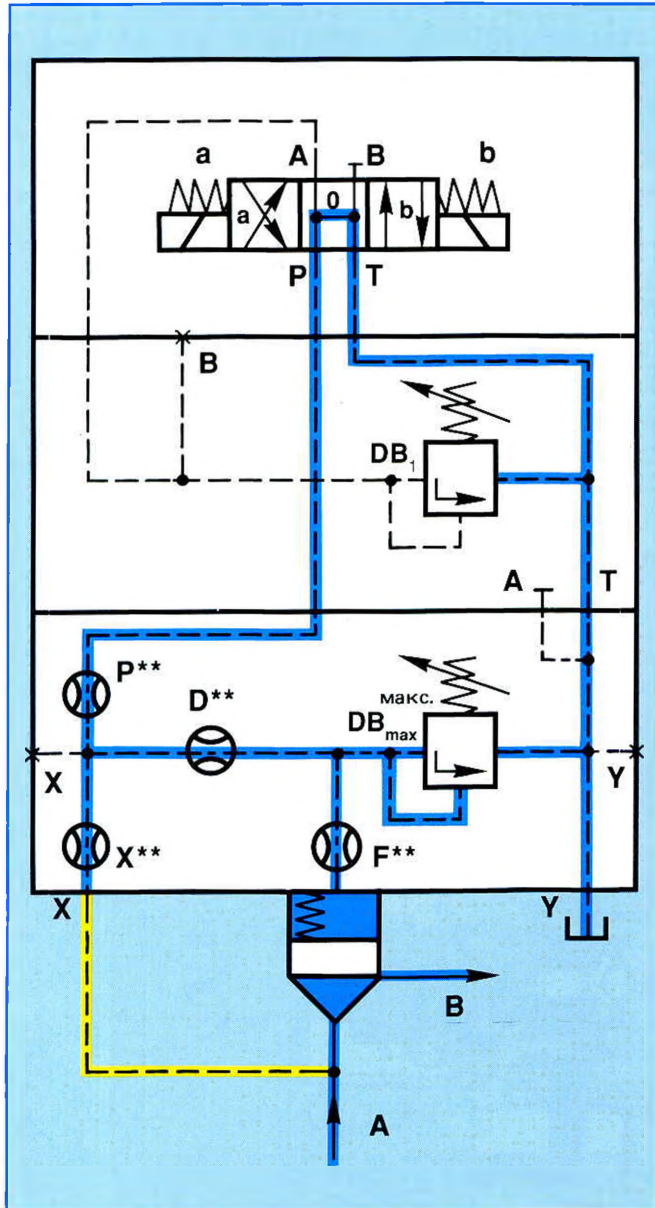


Рис. 110 ** = сопло

Можно расширить выполнение функций за счет использования 4/3-распределителя, у которого узлы подключения P и T соединены друг с другом.

Положение "0": разгрузка контура.

Система разгружается в емкость за счет связи линии управления с полостью размещения пружины через узлы подключения P и T на распределительном клапане.

Примечание:

Недостатком этой схемы является то, что при переключении с одной ступени давления на другую возникает кратковременное разгруженное состояние. В этом случае система оказывается без давления, что при известных условиях может не только вызывать помехи, но и грозить опасностью аварии.

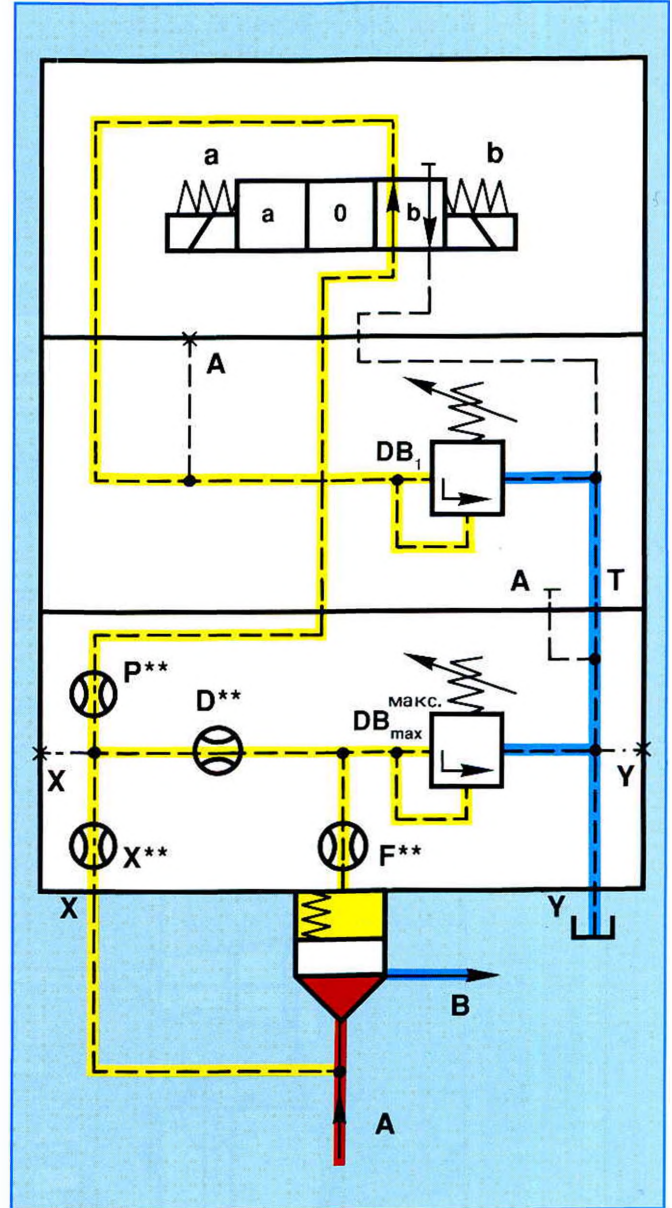


Рис. 111 ** = сопло

Положение "b": работа по уставке на пилотном клапане DB_1 (рис. 111)

При этом положении пилотные клапаны DB_1 и DB_{\max} связаны с полостью размещения пружины основного затвора, поэтому система находится под давлением, установленном на пилотном клапане DB_1 .

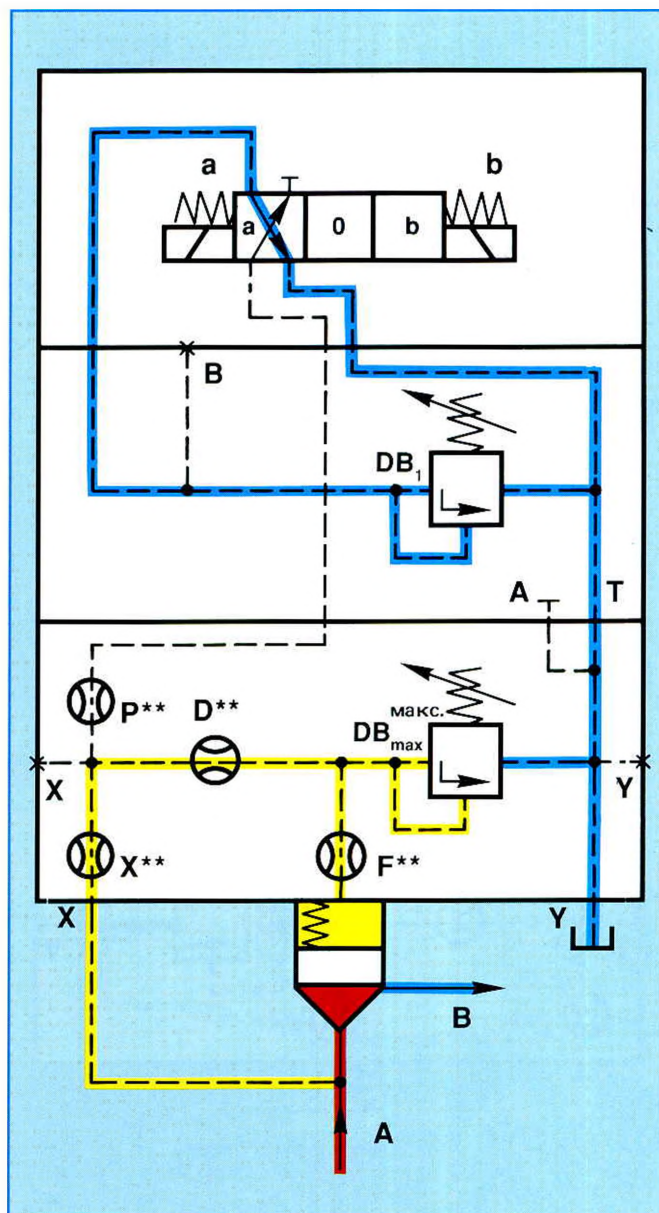


Рис. 112 ** = сопло

Положение "а": срабатывание уставки на пилотном клапане $DB_{\text{макс}}$. (рис. 112)

При этом положении ("а") линия управления отсечена от пилотного клапана DB_1 .

Давление от узла подключения А (красный цвет) может в этом случае действовать только на $DB_{\text{макс}}$, на котором установлено значение максимального давления в системе.

1.5 3-каскадная схема ограничения давления
(максимум + два с электронной уставкой)

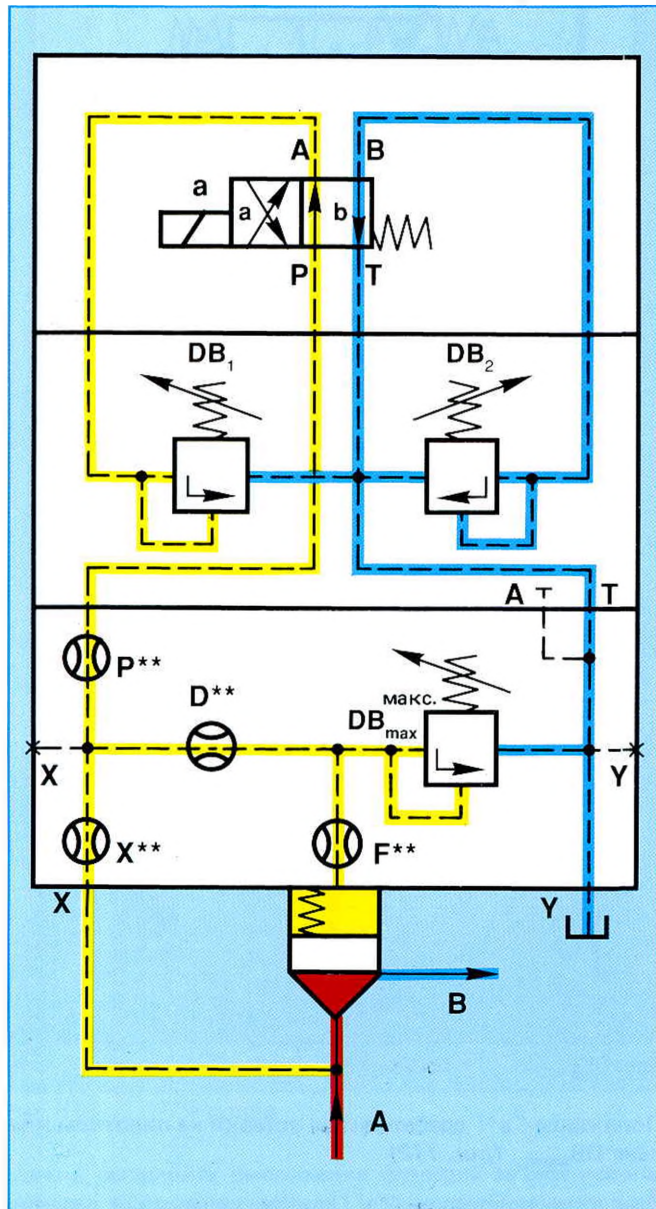


Рис. 113 ** = сопло

За счет выбора распределительного клапана и в данном случае имеется много возможностей выполнения различных функций.

Вариант, представленный на рисунке 113, можно назвать стандартным, т.е. наиболее часто встречающимся. Здесь речь идет о двух действительно управляемых уровнях давления, устанавливаемых на пилотных клапанах DB_1 и DB_2 , а третий уровень, рассматриваемый как защита от максимального давления, работает постоянно. В нормальном положении (распределительный клапан: в положении "b") контур работает от уставки на пилотном клапане DB_1 ; при положении распределительного клапана "а" — контур работает от уставки на пилотном клапане DB_2 .

Пилотный клапан $DB_{\text{макс.}}$, являясь не отключаемым, обеспечивает защиту системы, если:

- на пилотных клапанах DB_1 и/или DB_2 будет установлено неправильное (т.е. завышенное) значение давления;
- при переключении распределительного клапана возникнут пики по давлению (например, в результате заеданий в затворе из-за загрязнений, температурных воздействий, неправильного крепления клапана или при наложении действия схем).

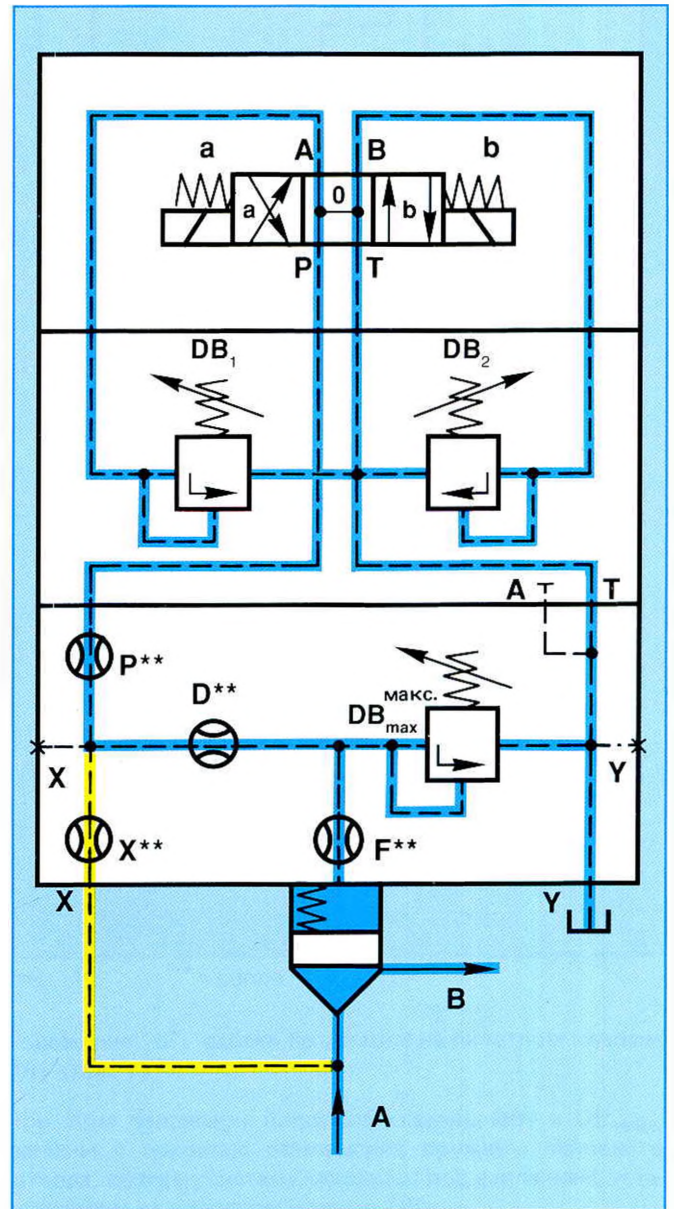


Рис. 114 ** = сопло

Положение "0": разгрузка контура

Дополнительно к функции по схеме на рисунке 113 при нейтральном положении 4/3-распределителя обеспечивается разгрузка основного затвора (рис. 114).

На рисунке 115 представлено приборное оснащение этой схемы.

Три расположенных друг над другом пилотных клапана связываются с емкостью через нейтральное положение распределительного клапана.

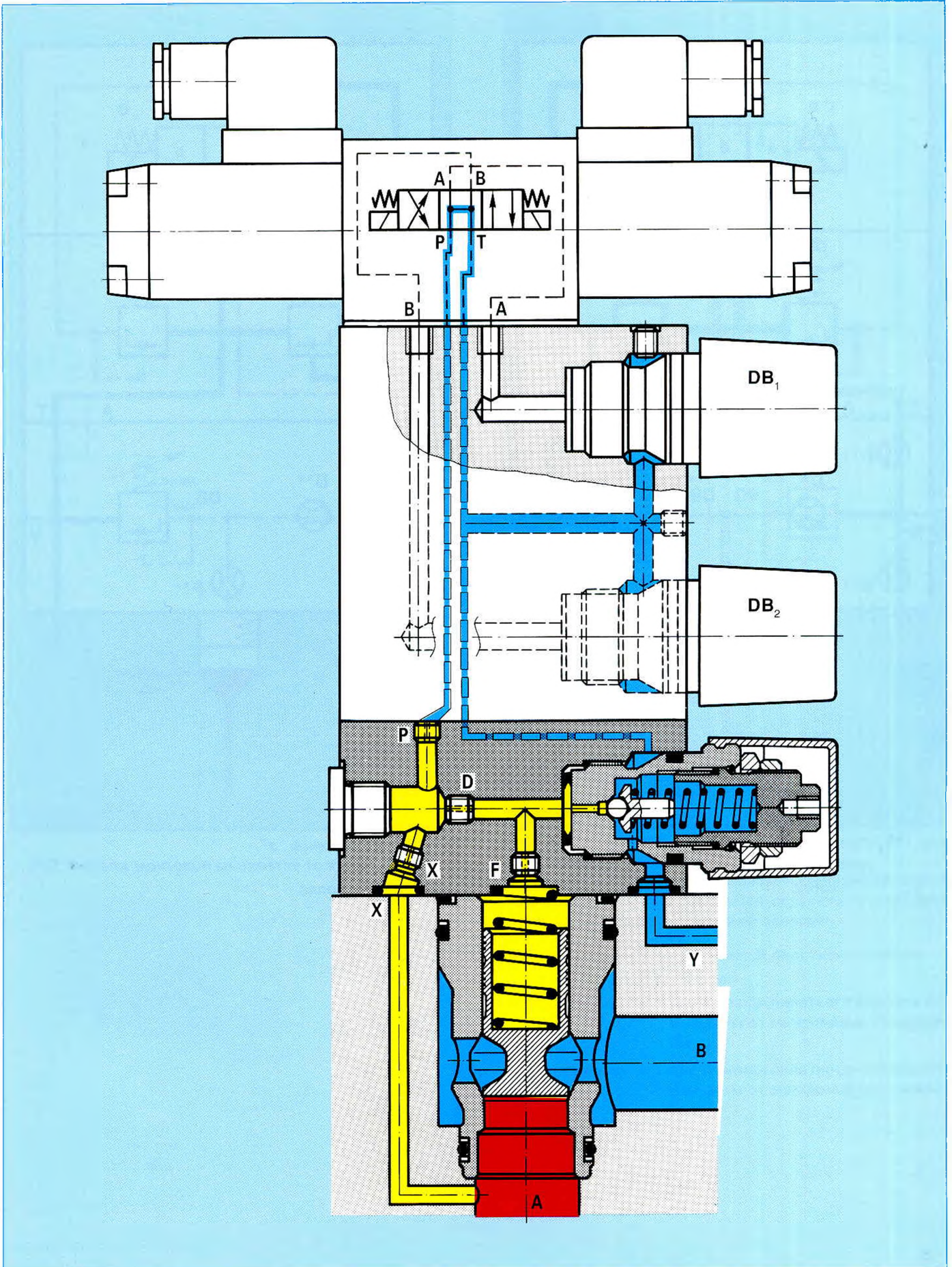


Рис. 115

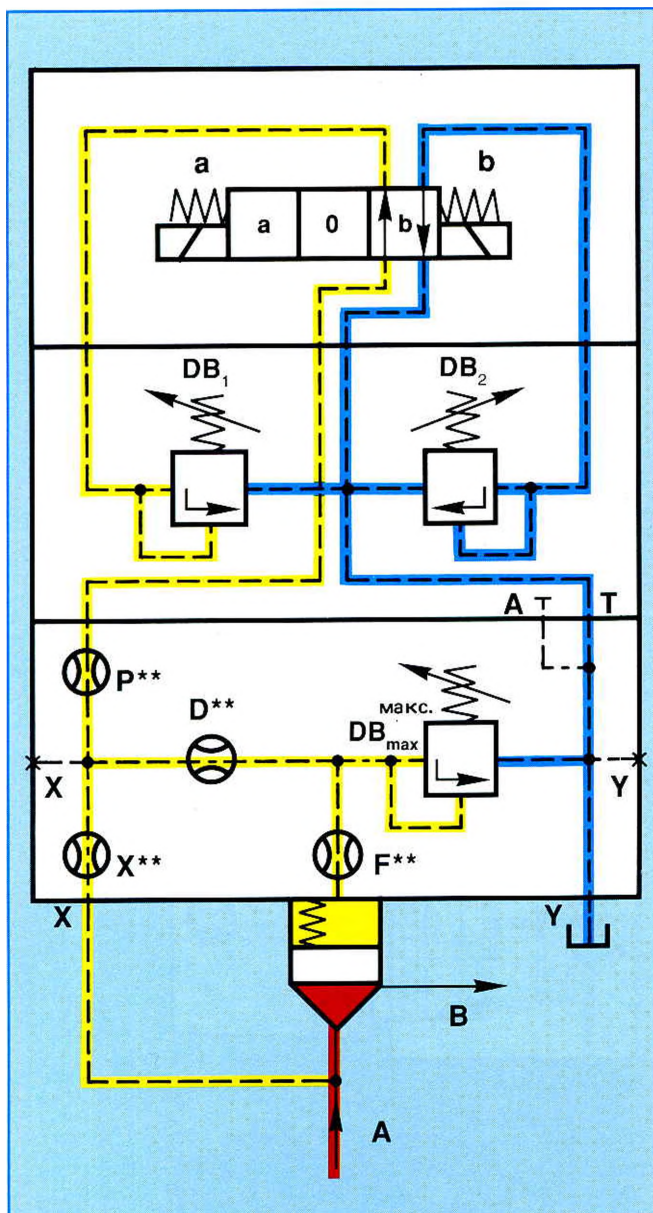


Рис. 116: Положение "b", работа от уставки на пилотном клапане DB_1
 ** = сопло

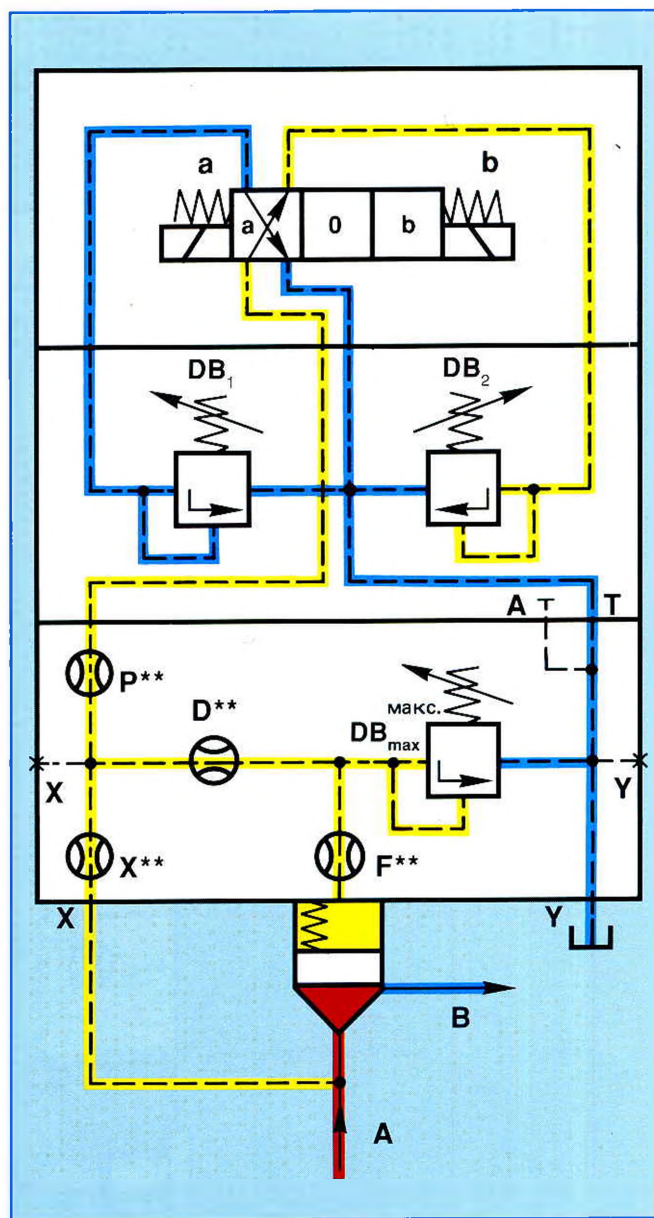


Рис. 117: Положение "a", работа от уставки на пилотном клапане DB_2
 ** = сопло

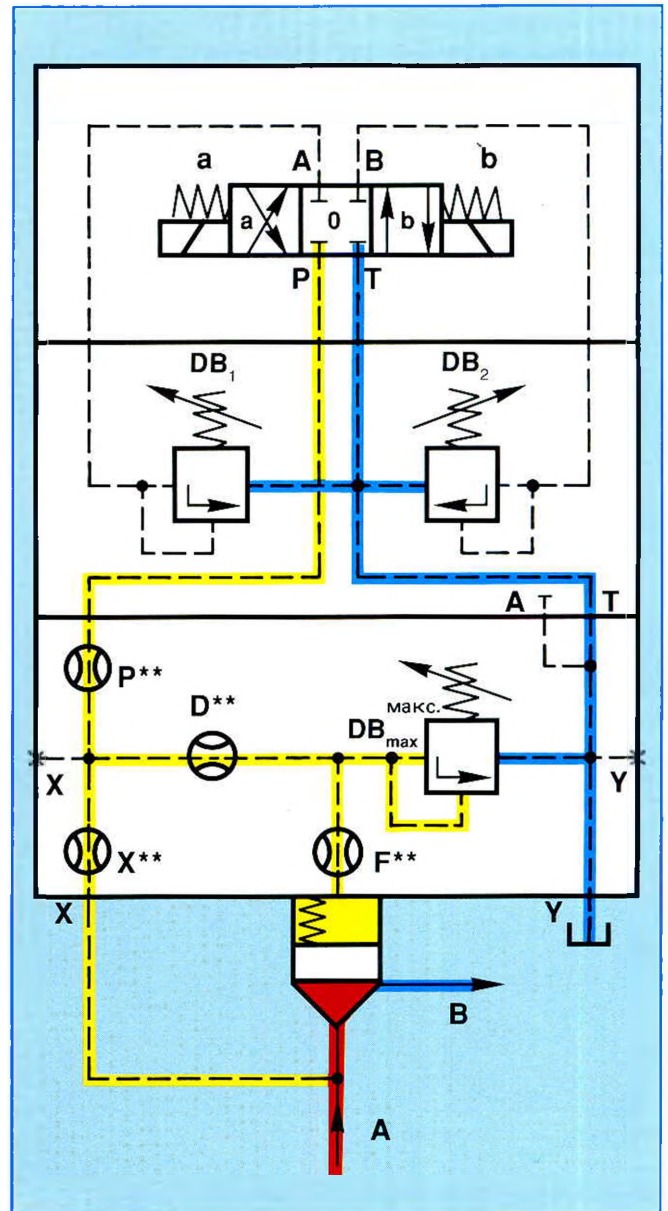


Рис. 118 ** = сопло

При помощи 4/3-распределителя, отсеченного в нейтральном положении, обеспечивается ограничение трех электрически управляемых уровней давления:

- в положении "0": при помощи пилотного клапана $DB_{макс.}$;
- в положении "b": при помощи пилотного клапана DB_1 и защиты от максимального давления;
- в положении "a": при помощи пилотного клапана DB_2 и защиты от максимального давления.

1.6 Ограничение давления при помощи пропорциональной уставки от электронного блока

Без защиты от $p_{\text{макс}}$.

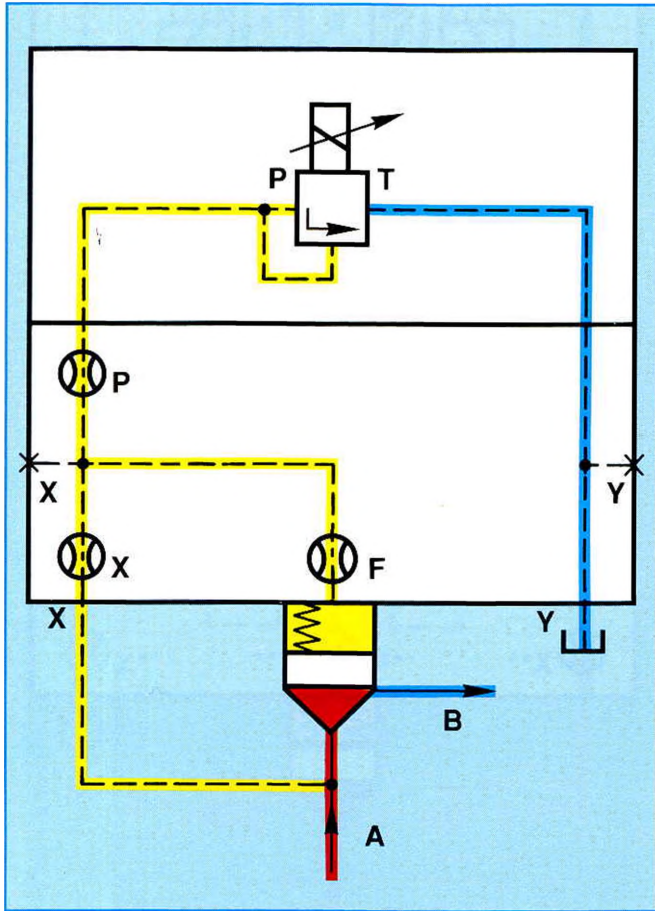


Рис. 119 ** = сопло

Без защиты от максимального давления

Если использовать в качестве пилотного пропорциональный клапан ограничения давления, то можно производить бесступенчатую установку давления при помощи электронного блока-усилителя или набора фиксированных значений. График давления во времени тоже может регулироваться (см. по этому вопросу документацию на пропорциональные клапаны).

С защитой от $p_{\text{макс}}$.

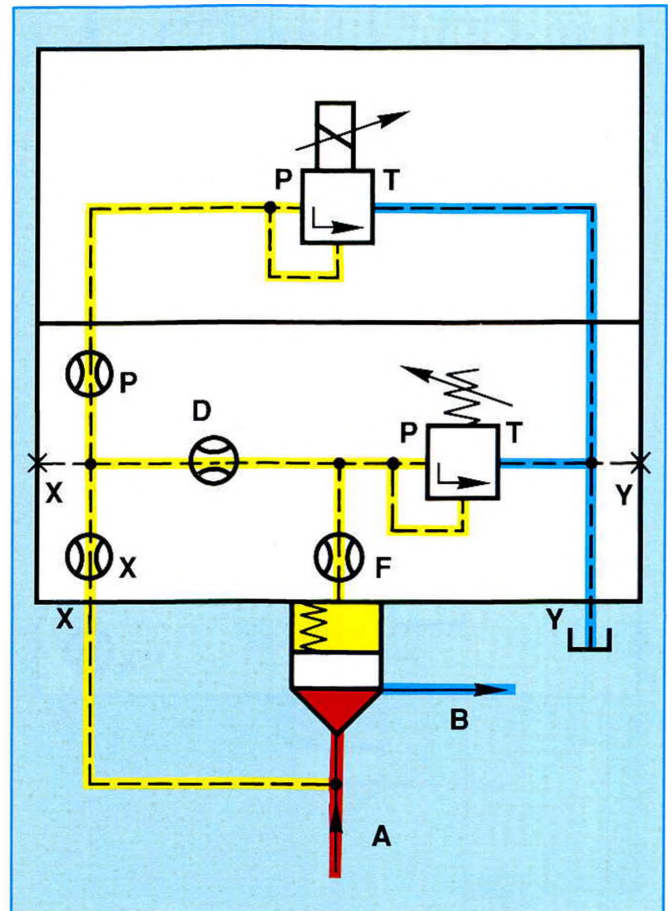


Рис. 120 ** = сопло

С защитой от максимального давления

Для защиты системы от недопустимых расходов на пропорциональных клапанах, вызывающих превышение давления, в качестве защиты дополнительно могут быть использованы пружинно-нагруженные стандартные клапаны ограничения давления.

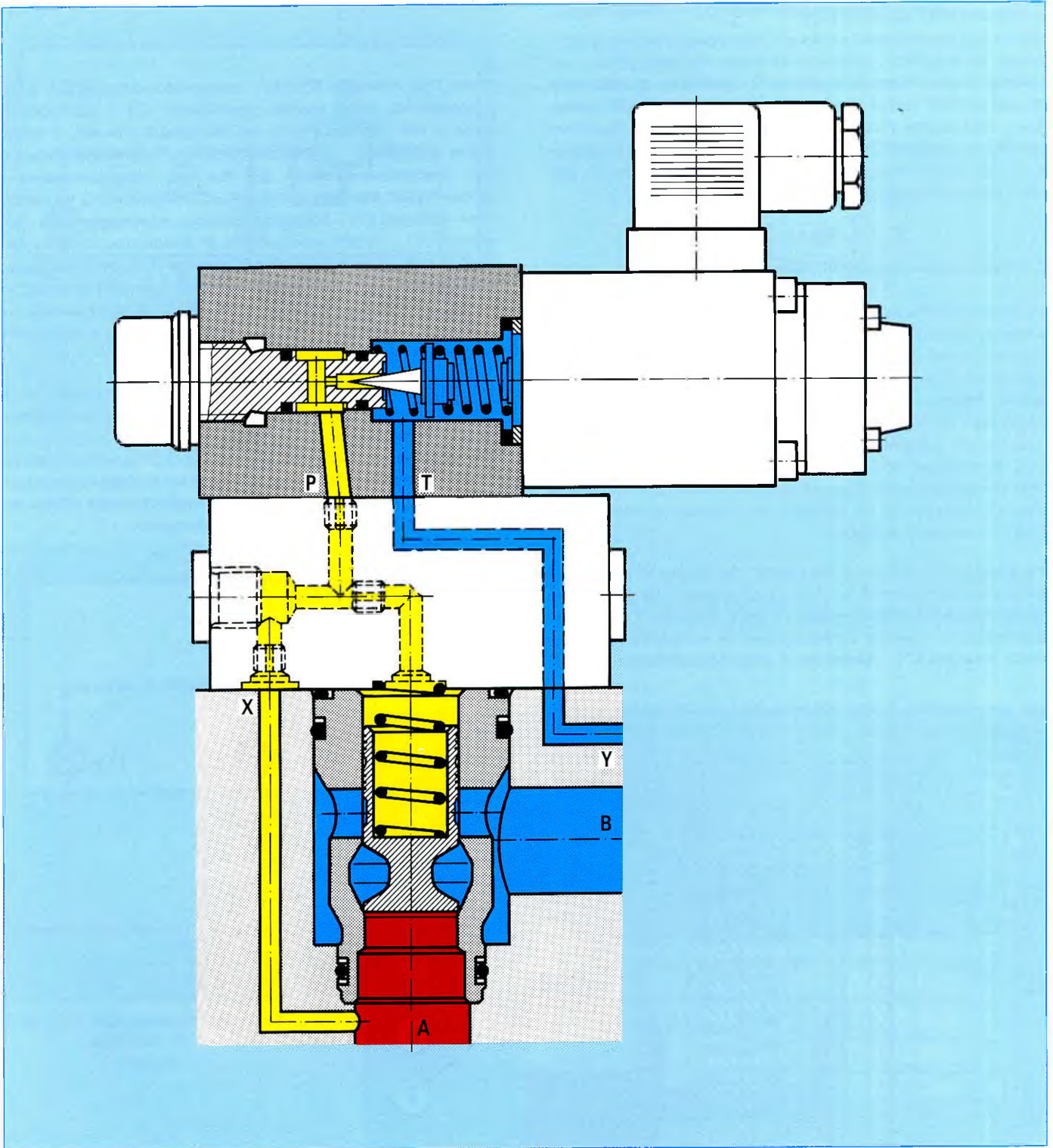


Рис. 121 ** = сопло

2. СНИЖЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ

Понижающие клапаны из серии 2-линейных встроенных представляют собой золотниковые или седельные клапаны с системами гидравлического управления. Исполнение распределительного и пилотного клапанов определяет и функциональную специфику понижающих клапанов: нормально открытые и нормально закрытые.

2.1 Нормально открытый понижающий клапан

Показанный на *рисунке 122* управляемый понижающий клапан представляет собой "стандартное исполнение", состоящее из распределительного клапана с основным затвором (2), выполненным в виде золотника, без разности эффективных поверхностей (отсутствие рабочей поверхности со стороны узла подключения В), и непосредственно управляемого клапана ограничения давления (1), используемого в качестве пилотного. Таким образом и крышка распределительного клапана, и пилотный клапан идентичны по своему исполнению конструкции для ограничения давления.

Направление потока в распределительном клапане: от узла подключения В к узлу подключения А. Нормальное положение обеспечивает полный проход. Требуемое давление на выходе устанавливается на пружине пилотного клапана (1). Давление в узле подключения А дей-

ствует на нижнюю сторону основного затвора (2) и одновременно через линию управления (3) с установленным в ней соплом (4) — на пилотный клапан, а также через сопло (5) — на нагруженную пружиной сторону (6) основного затвора. До тех пор, пока давление на входе будет меньше значения, установленного на пилотном клапане (1), основной затвор, удерживаемый пружиной (7), будет находиться в открытом положении. Когда давление в узле подключения А достигнет заданной величины, пилотный клапан откроется и пропустит жидкость через себя (1) в емкость. Возникающий на сопле (4) перепад давления переводит основной затвор вверх в направлении запирания.

На выход клапана (узел подключения А) отводится такое количество жидкости, чтобы не было превышено установленное для него давление. Когда по системе, подключенной к узлу А, прекратится отвод жидкости, основной затвор будет находиться в закрытом положении. Во время регулирования жидкость постоянно сбрасывается через пилотный клапан в емкость.

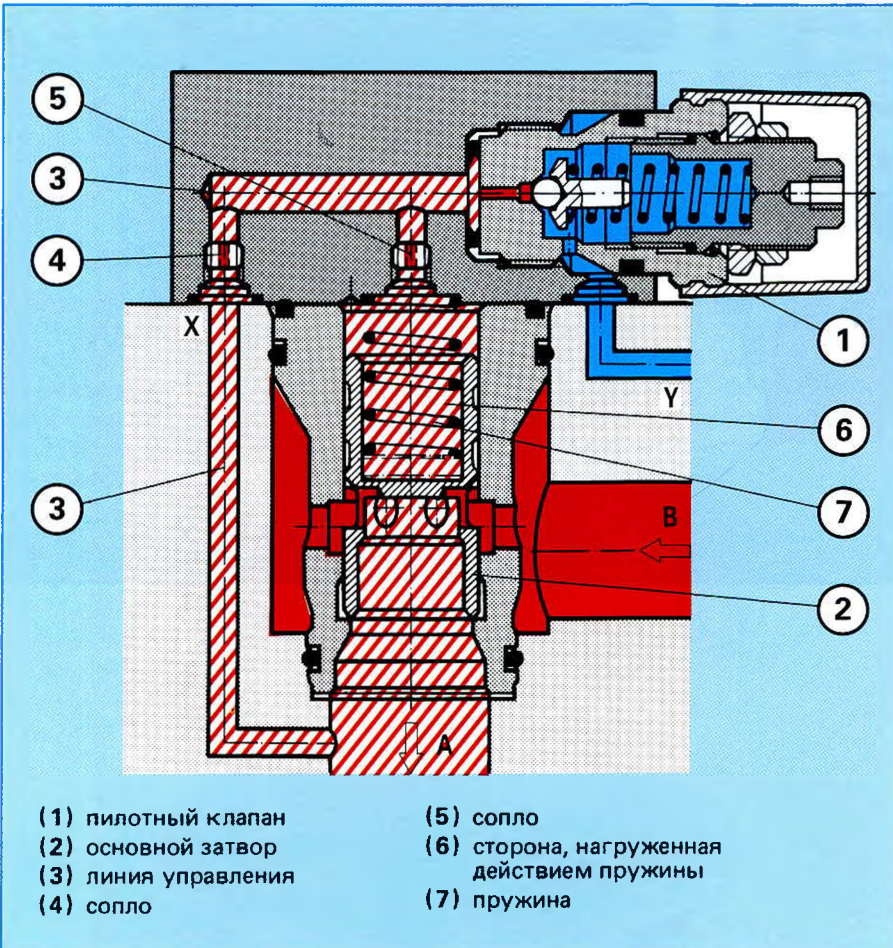


Рис. 122

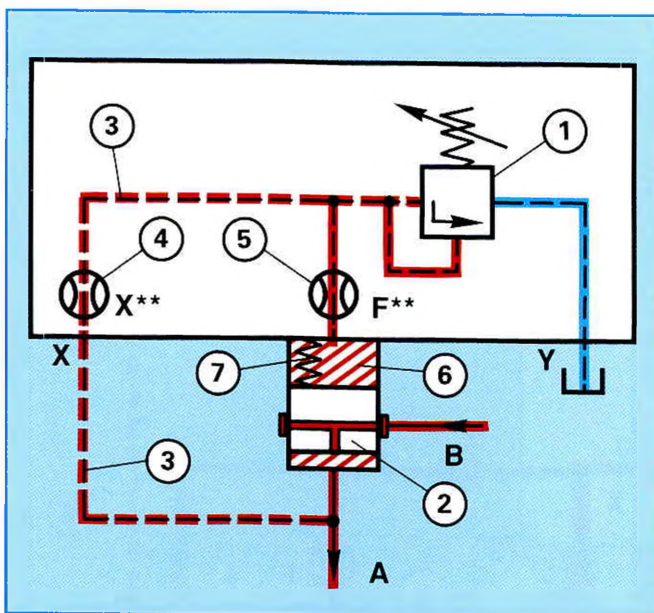


Рис. 123: Условно-схематическое изображение конструкции
** = сопло

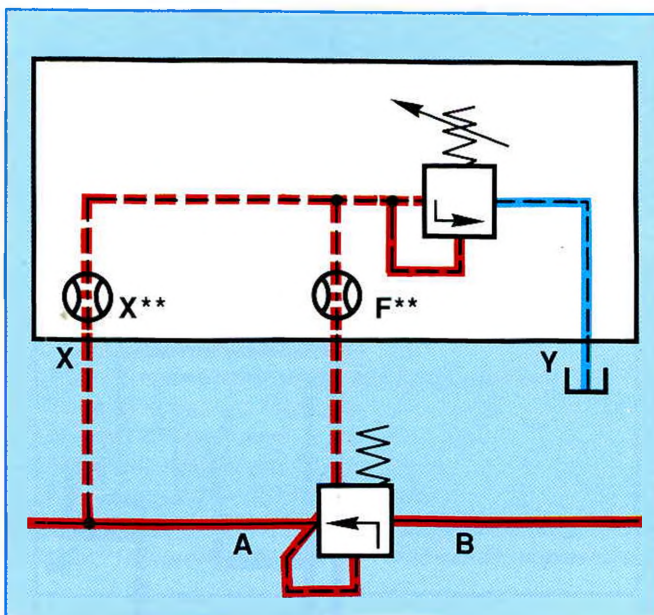


Рис. 124: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219
** = сопло

Характеристики/предел производительности

При снижении давления давление управления для стороны, нагруженной усилием пружины, отбирается непосредственно на выходе 2-линейного встроенного клапана (рис. 123).

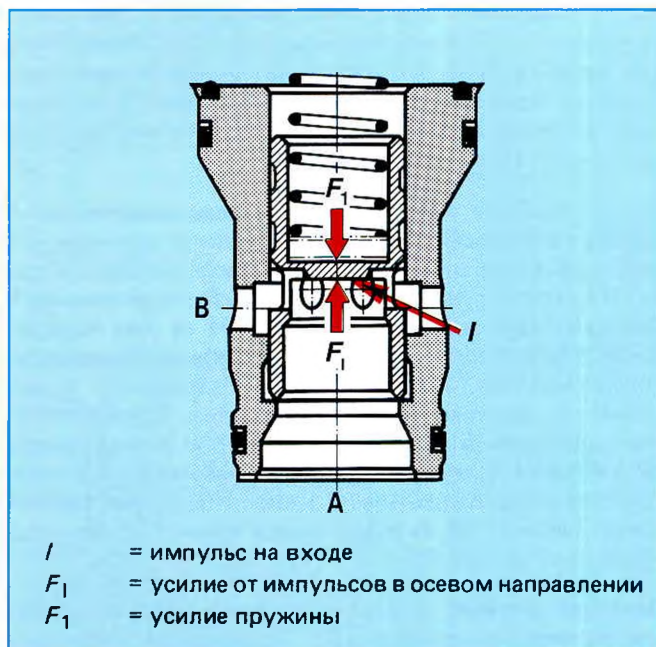


Рис. 125

Предел производительности достигнут, если усилие пружины компенсируется усилиями импульсов потока. Затвор движется в направлении запирания (вверх), если F_1 больше F_1 , т.е. расход далее увеличиваться не может.

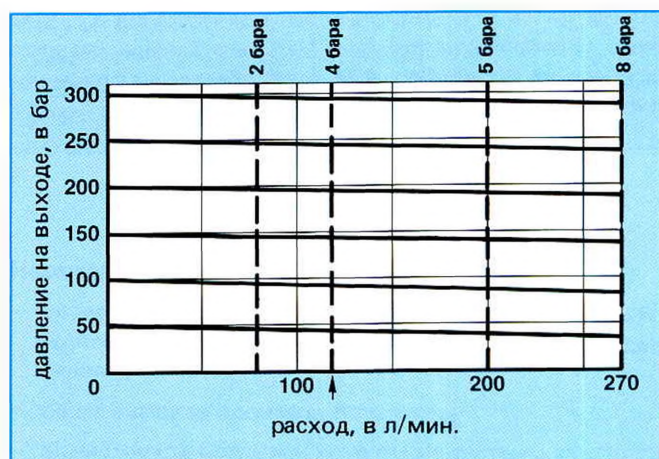


Диаграмма 9

Вертикальные штрих-линии указывают предел производительности при выбранной пружине, т.е. максимальный расход.

Например,
пружина 4 бар – $Q_{\text{макс.}}$ = около 120 л/мин.

2.2 Нормально закрытый понижающий клапан с ручной установкой задания

В этом исполнении понижающей схемы (рис. 126 и 128) нормальным положением затвора является закрытое. Для снижения давления в этой схеме используются: встроенный клапан ограничения давления (1), а в качестве пилотного — понижающий клапан (2). Гидравлическое масло поступает от узла подключения А (первичная сторона) через линию управления (3), сопло D и открытый понижающий клапан (от Р к А) на сторону узла подключения В (вторичная сторона).

За счет перепада давления между узлом подключения А основного затвора и полостью размещения пружины (5) основной затвор отпирается, обеспечивая свободный проход от узла А к узлу В. Давление в узле подключения В действует через линию управления (6) на узел подключения А пилотного понижающего клапана, т.е. через линию управления (7) на поверхность затвора (8) в направлении, противоположном действию пружины (9). Когда давление в узле подключения В основного затвора достигнет установленного на пружине (9) значения, то управляющий поршень (10) сместится влево, запирая полностью или частично проходное сечение от узла подключения Р к узлу А.

Давление в линии управления (желтый цвет) и в полости размещения пружины (5) поднимется. Седельный затвор будет двигаться в направлении запираения. Расход жидкости на участке от узла подключения А к узлу В таков, чтобы давление в узле подключения В не превысило значения, установленного на пружине (9).

Незначительное повышение давления на вторичной стороне (узел подключения В), возникающее от внешних усилий на рабочий орган (цилиндр или двигатель), снимается через третью линию пилотного клапана от узла подключения А в емкость (узел подключения Т). Для этого управляющий поршень (10) еще дальше смещается влево до тех пор, пока не будет обеспечена описанная связь от узла А к узлу Т.

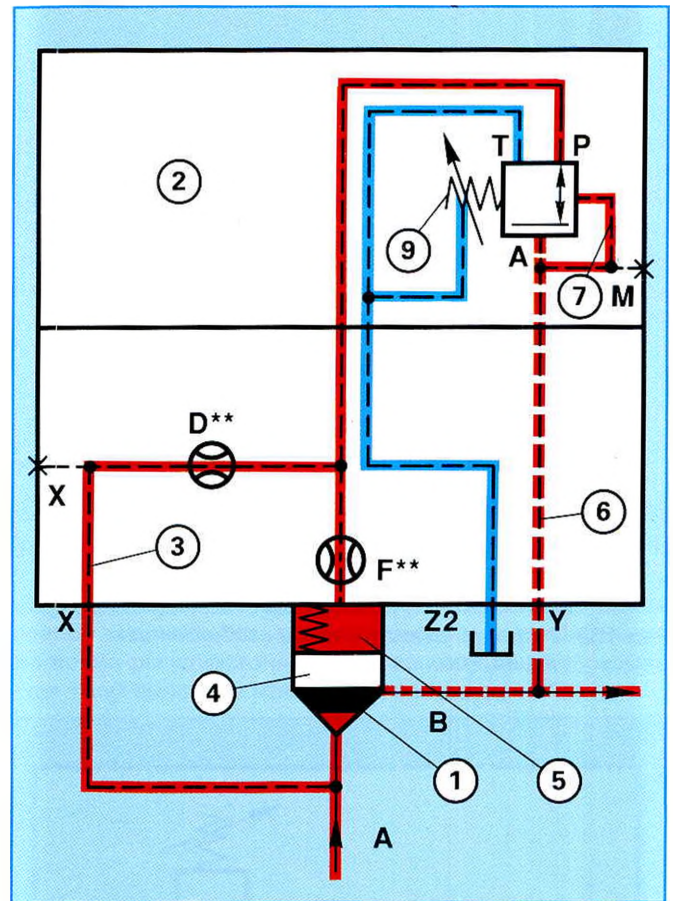


Рис. 126 ** = сопло

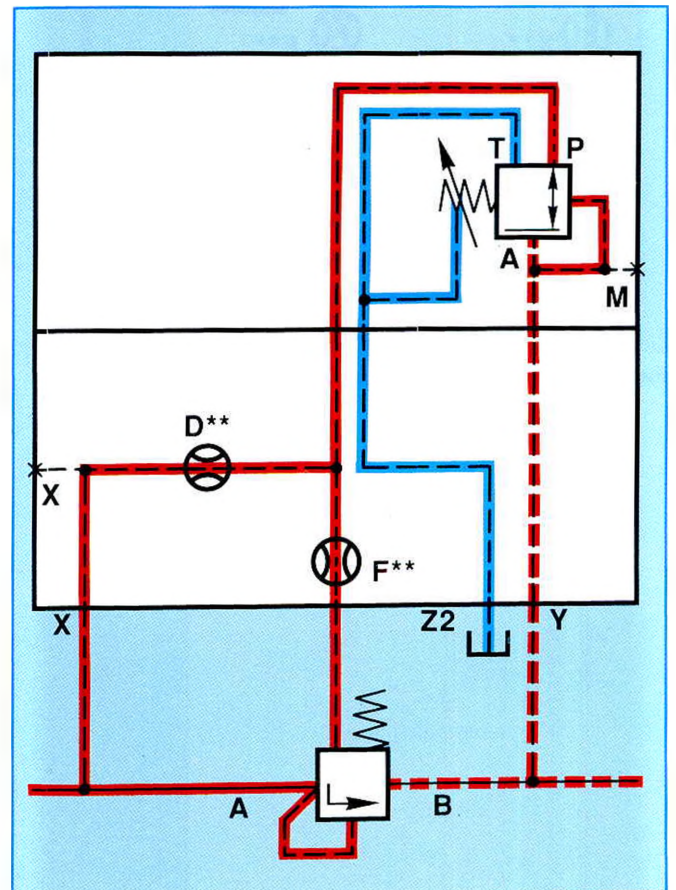
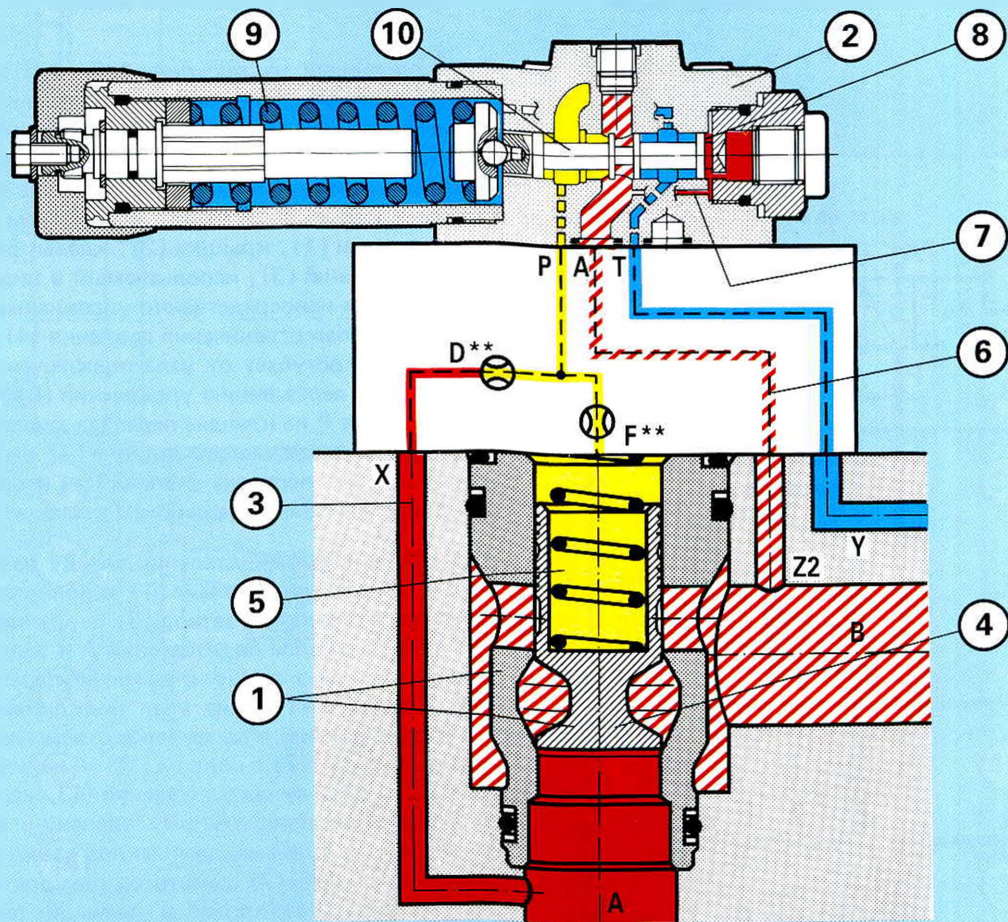


Рис. 127 ** = сопло



- | | |
|--|-------------------------------------|
| (1) встроенный клапан ограничения давления | (6) линия управления |
| (2) понижающий клапан | (7) линия управления |
| (3) линия управления | (8) поверхность управляющего поршня |
| (4) седельный затвор | (9) пружина |
| (5) полость размещения пружины | (10) управляющий поршень |

Рис. 128: Понижение давления. Положение: нормально закрыто.

2.3 Сопоставление вариантов снижения давления по схемам "нормально открыто" и "нормально закрыто"

Нормально открыто:

- направление потока: от узла подключения В к узлу А (стандартный понижающий клапан);
- более высокая точность регулирования за счет меньших реактивных усилий на поршень;
- возможность использования в качестве клапана постоянного перепада давления.

Нормально закрыто:

- управление потока: от узла подключения А к узлу В (основной клапан используется для ограничения давления);
- более высокая производительность;
- возможность более мягкого пуска системы за счет характеристики отпирания;
- возможность ускоренного запирания;
- возможность выполнения блокировки линии управления (см. раздел 2.4);
- возможность выполнения дросселирования (при помощи системы ограничения хода затвора).

2.4 Нормально закрытый понижающий клапан с ручной установкой задания, с дополнительной функцией блокировки линии управления

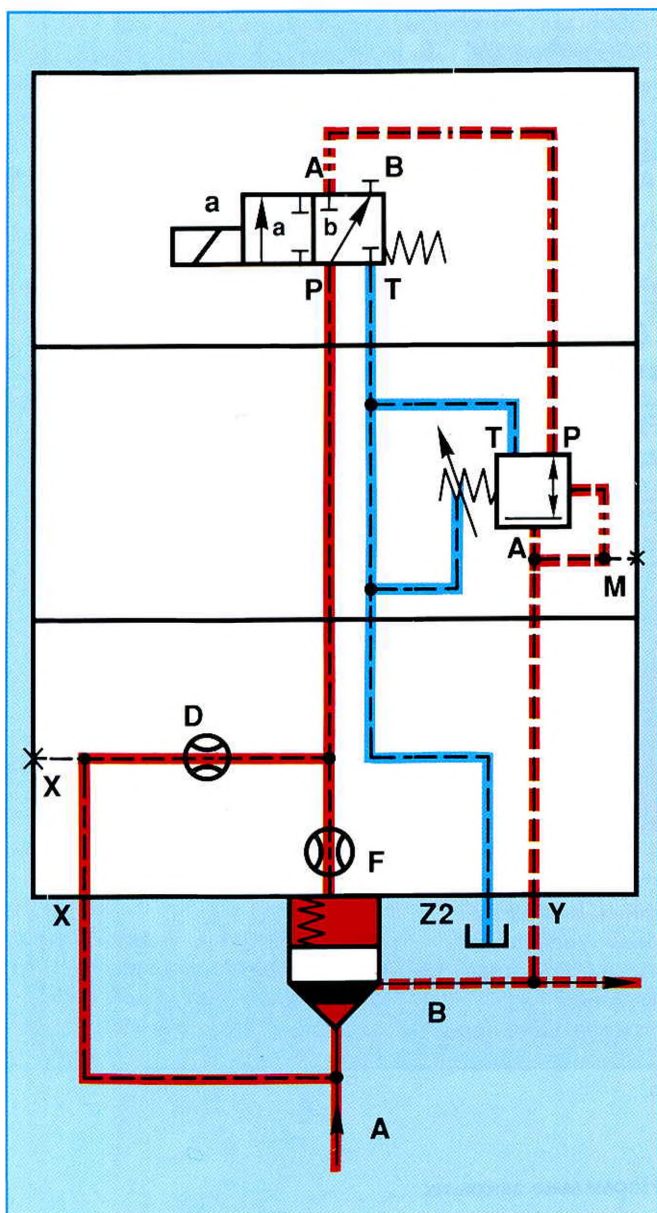


Рис. 129 ** = сопло

Установка распределительного клапана в линию управления (рис. 129) к узлу подключения Р пилотного клапана обеспечивает дополнительную возможность блокировки линии управления. В представленном положении линия управления в узле подключения В распределительного клапана закрыта, поэтому в линии управления и в полости размещения пружины основного затвора будет такое же давление, как и в узле подключения А. Узел подключения А 2-линейного встроенного клапана остается закрытым.

При переключении распределительного клапана в положение "а" получается схема, выполняющая функцию, указанную в разделе 2.2 (рисунки 126 и 128).

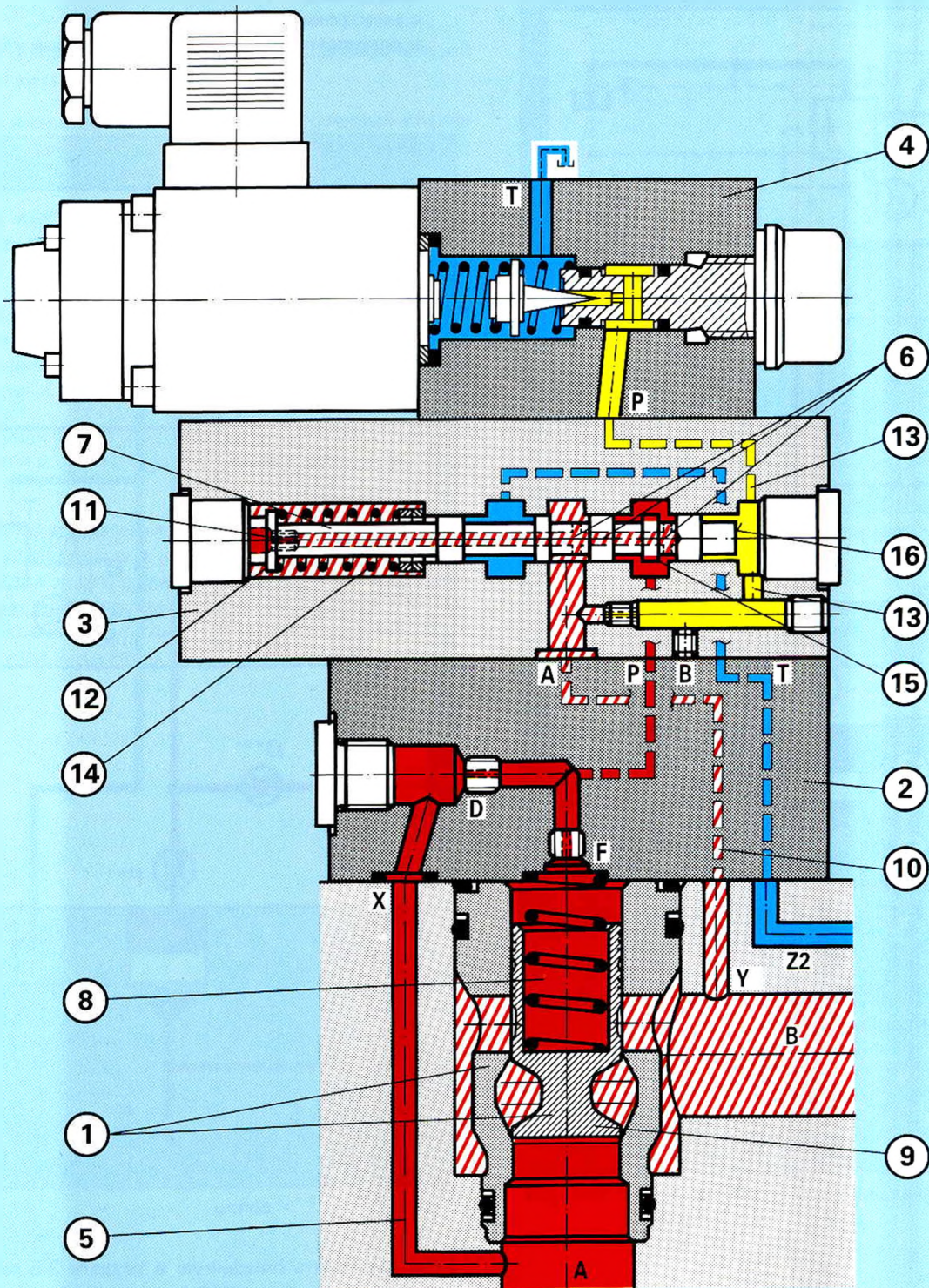
2.5 Пропорциональный нормально закрытый понижающий клапан с электронной установкой задания

Представленный на рисунках 130 и 131 вариант исполнения схемы с 2-линейным встроенным клапаном, предназначенным для снижения давления, имеет возможность электронной установки пропорционального задания по давлению во вторичном контуре (в узле подключения В рабочего клапана). Блоками этой схемы являются: рабочий клапан (1), крышка (2), клапан постоянного перепада давлений (3), используемый в виде промежуточной платы, и непосредственно управляемый пропорциональный клапан ограничения давления (4). Гидравлическое масло поступает от узла подключения А рабочего клапана (1) через линию управления (5), сопло D, узел подключения Р на клапане перепада давлений (3), отверстия (6) на управляющем поршне (7) и узел подключения А клапана перепада давлений во вторичный контур (узел подключения В на рабочем клапане (1)).

Благодаря перепаду давлений между узлом подключения А (на рабочем клапане (1) и полостью размещения пружины (8) рабочий затвор (9) открывается, обеспечивая проход от узла подключения А к узлу В. Действующее в узле подключения В давление переходит через линию управления (10) на узел подключения А клапана перепада давлений и далее через отверстие (6) в управляющем клапане (7) с соплом (11) — на поверхность поршня (12). Если линия управления (13, желтый цвет), ведущая к пропорциональному клапану ограничения давления (4), не будет находиться под давлением, то управляющий поршень (7) сместится при достижении давления пружины (14) вправо и уменьшит сечение прохождения потока в точке (15) на участке от узла подключения Р к узлу А. В результате этого седельный затвор (9) будет двигаться в направлении запираения до установления давления во вторичном контуре (в узле подключения В). При этом состоянии системы речь идет еще о минимально возможном давлении с учетом пружины (14).

Благодаря пропорциональному клапану ограничения давления может бесступенчато устанавливаться давление в линии управления (13, желтый цвет). Подача гидравлического масла осуществляется из линии В. Это давление действует на поверхность (16) управляющего поршня (7) дополнительно к усилию пружины (14).

Поэтому управляющий поршень (7) будет двигаться вправо в направлении запираения только в том случае, когда давление в узле подключения В достигнет величины, равной усилию пружины (14) плюс давление на управляющую поверхность (16). Седельный затвор реагирует соответствующим образом: он сокращает сечение на участке от узла подключения А к узлу В до тех пор, пока не установится давление во вторичном контуре.



- | | |
|--|--|
| (1) рабочий клапан | (9) затвор рабочего клапана |
| (2) крышка | (10) линия управления |
| (3) клапан постоянного перепада давлений | (11) сопло |
| (4) пропорциональный клапан ограничения давления | (12) поверхность поршня |
| (5) линия управления | (13) линия управления |
| (6) ответие | (14) пружина |
| (7) управляющий поршень | (15) сечение прохода по управляющей кромке |
| (8) полость размещения пружины | (16) поверхность поршня |

Рис. 130: Пропорциональный нормально закрытый понижающий клапан с электронной установкой задания

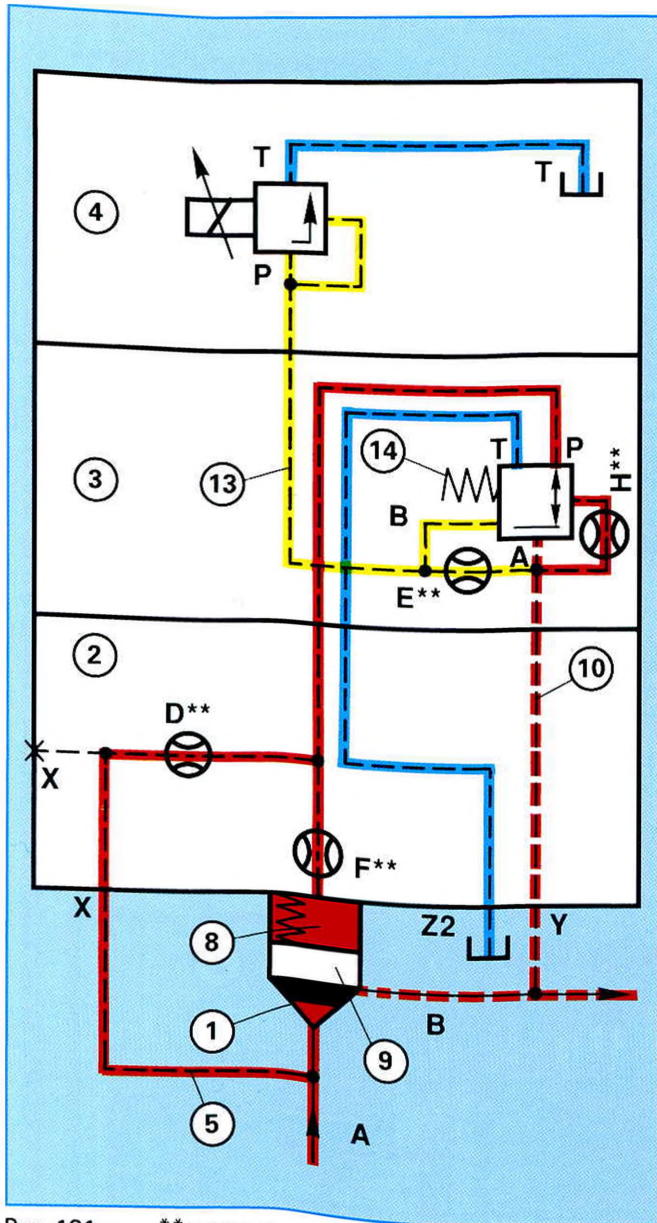


Рис. 131 ** = сопло

2.6 Пропорциональный нормально закрытый понижающий клапан с электронной установкой задания и дополнительной блокировкой линии управления

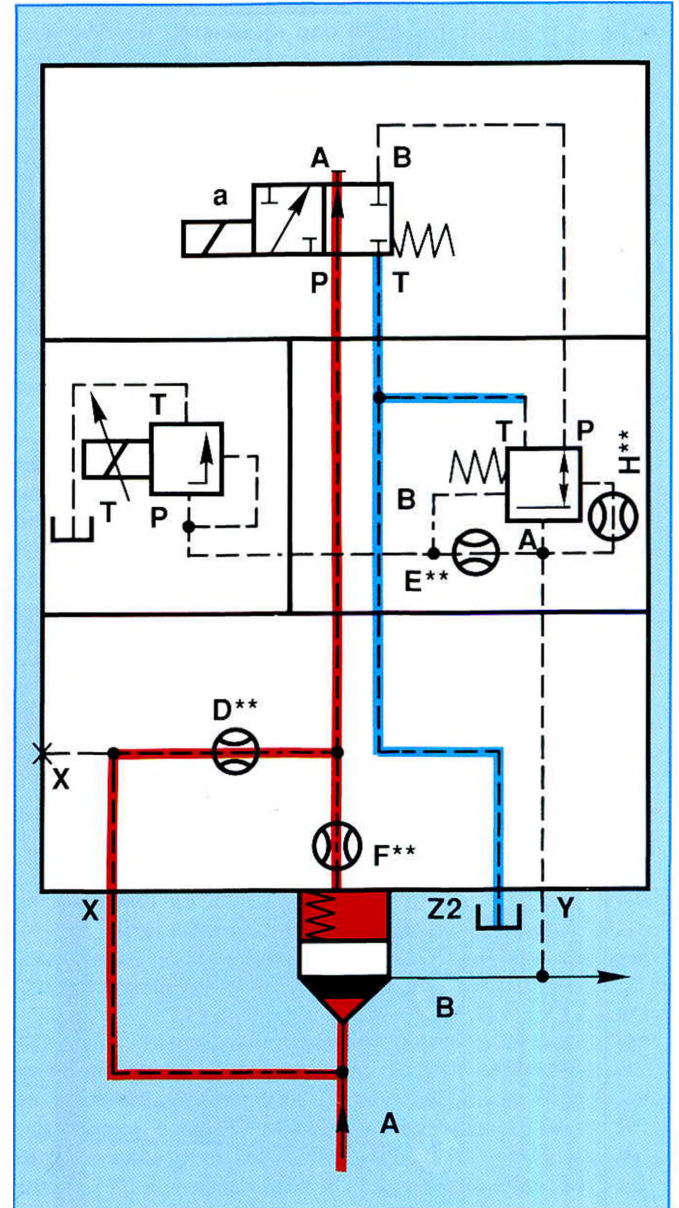


Рис. 132 ** = сопло

Если дополнить описанную в разделе 2.5 схему в соответствии с рисунком 132 распределительным клапаном, то наряду с указанными функциями дополнительно будет выполняться и блокировка линии управления, описанная в разделе 2.4.

3. ПОДКЛЮЧЕНИЕ СИСТЕМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Эта схема позволяет производить подключение второй системы в зависимости от давления.

Основным клапаном в ней является встроенный клапан ограничения давления, в качестве пилотного используется понижающий клапан.

Требуемое для подключения давление устанавливается при помощи встроенного в крышку управляющего клапана.

Подача гидравлического масла может производиться как от внешнего источника (узел подключения X), так и от внутреннего контура (от узла подключения A через подключения X или Z2).

Полость размещения пружины управляющего клапана разгружается в емкость через подключения Y или Z1 без давления.

При достижении давления, установленного при помощи пружины управляющего клапана, управляющий клапан переключается и разгружает в емкость через подключение Z1 полость размещения пружины основного клапана. Затвор основного клапана открывается, обеспечивая проход от узла A к узлу B.

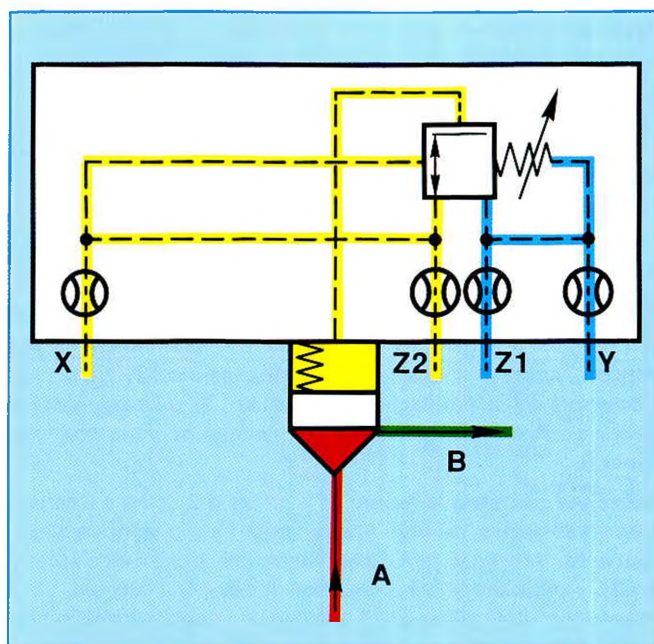


Рис. 133: Условно-схематическое изображение конструкции
** = сопло

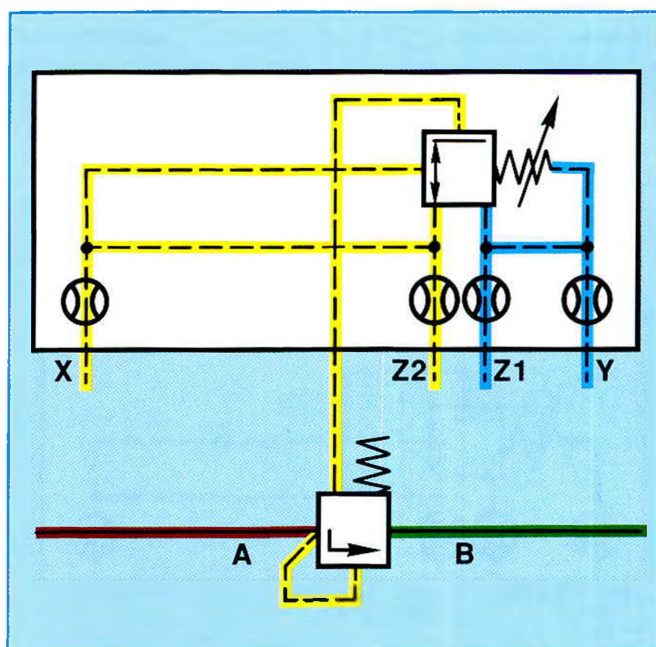


Рис. 134: Условное обозначение по стандарту
DIN ISO 1219
** = сопло

Примеры схем

Пример 1

В представленной на *рисунках 135 и 136* схеме система, подключенная с давлением p_s , подпитывается насосом высокого давления и насосом низкого давления.

Принцип действия

Оба насоса включены и качают в систему. 2-линейный встроенный клапан (1) удерживается давлением насоса низкого давления через линию управления (2), узел подключения Z2 и понижающий клапан (3) в закрытом положении. Узел подключения A отделен от узла подключения B.

Давление системы в линии (4) после обратного клапана действует через линию управления (5) в направлении, противоположном действию пружины пилотного клапана (3). Когда давление в системе превысит значение, установленное на поршне (6), проход от насоса низкого давления к полости размещения пружины (7) будет заперт, а полость размещения пружины будет разгружена через узел подключения Z1 в емкость. В результате этого откроется 2-линейный встроенный клапан (1) и насос низкого давления будет перекачивать жидкость почти без давления в емкость. Обратный клапан RV препятствует соединению системы высокого давления с системой низкого давления, работающей теперь без давления.

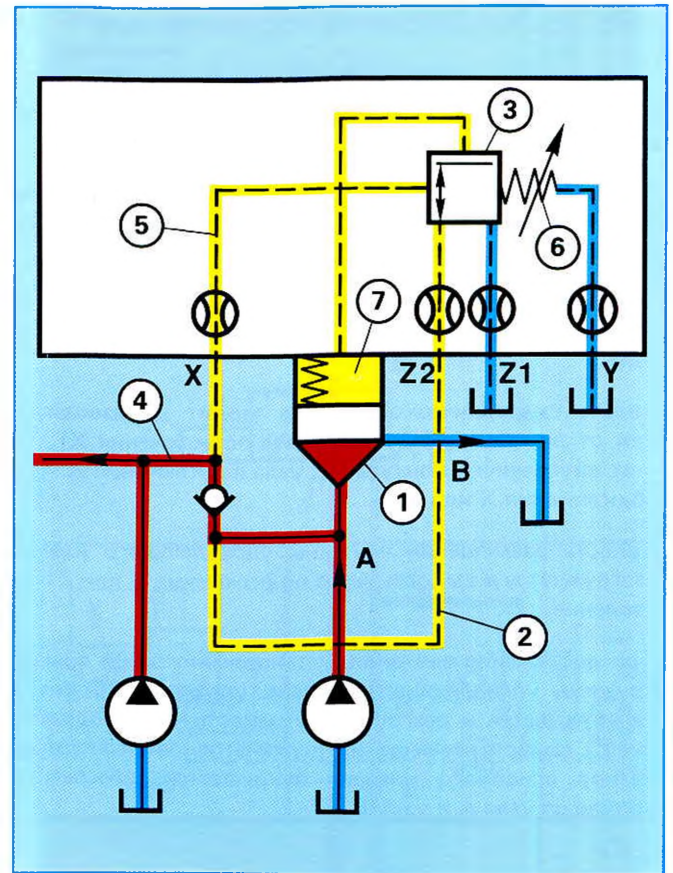


Рис. 135: Схема разгрузки системы низкого давления

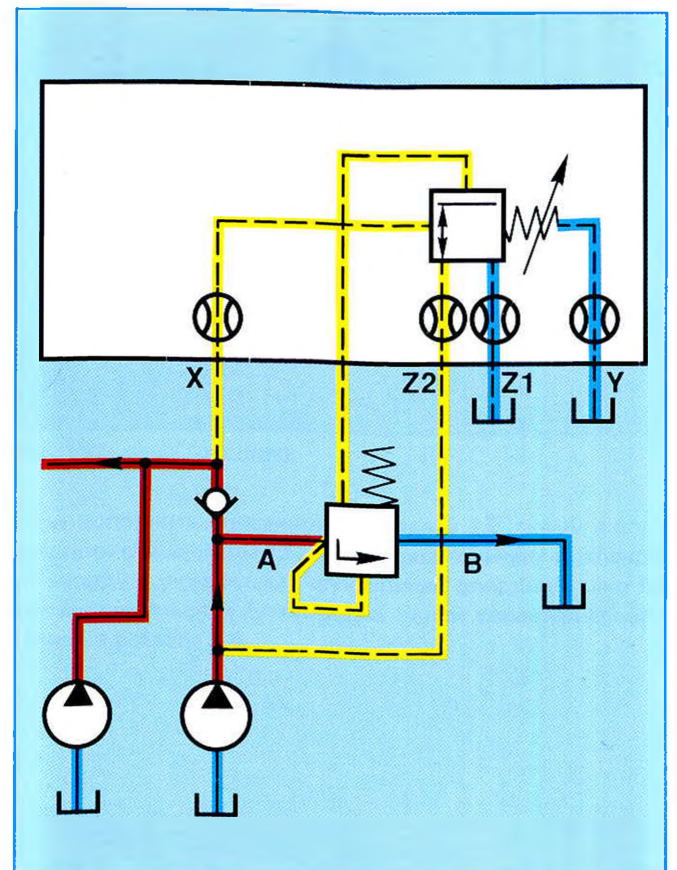


Рис. 136

Условные обозначения на *рисунках 135 и 136*:

- HD = высокое давление
- ND = низкое давление
- RV = обратный клапан
- p_s = давление системы

Пример 2

По этой схеме (рис. 137) система 2 подключается только тогда, когда давление в системе 1 достигнет заданного значения. Отбор масла производится из внутреннего контура от узла А основного затвора.

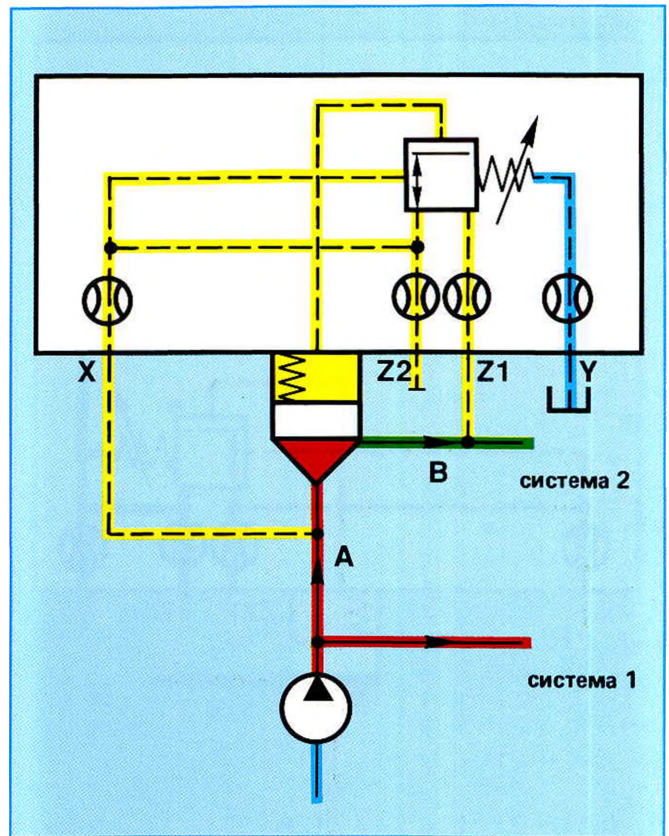


Рис. 137: Пример подключения по давлению второй системы

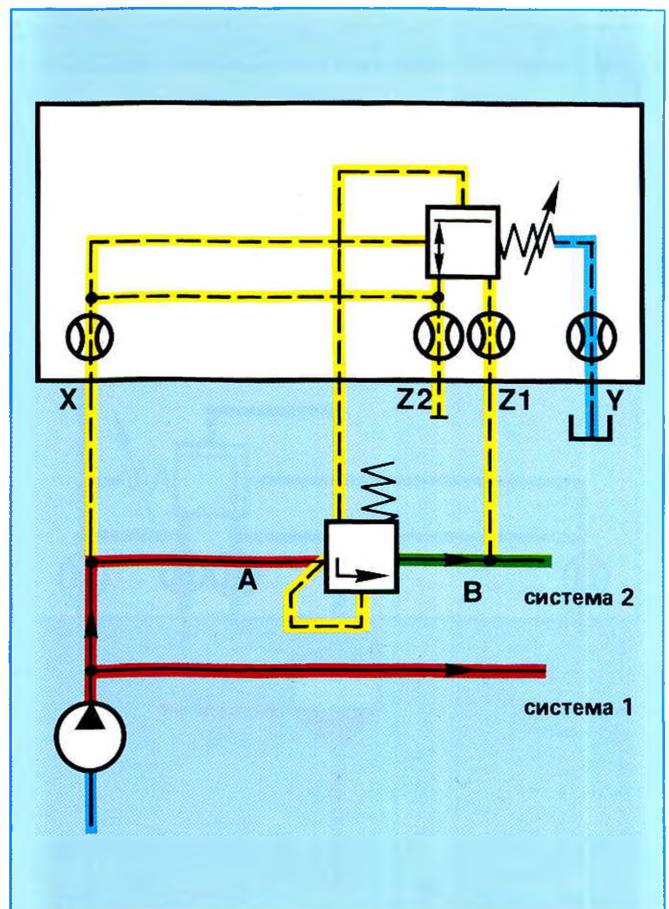


Рис. 138

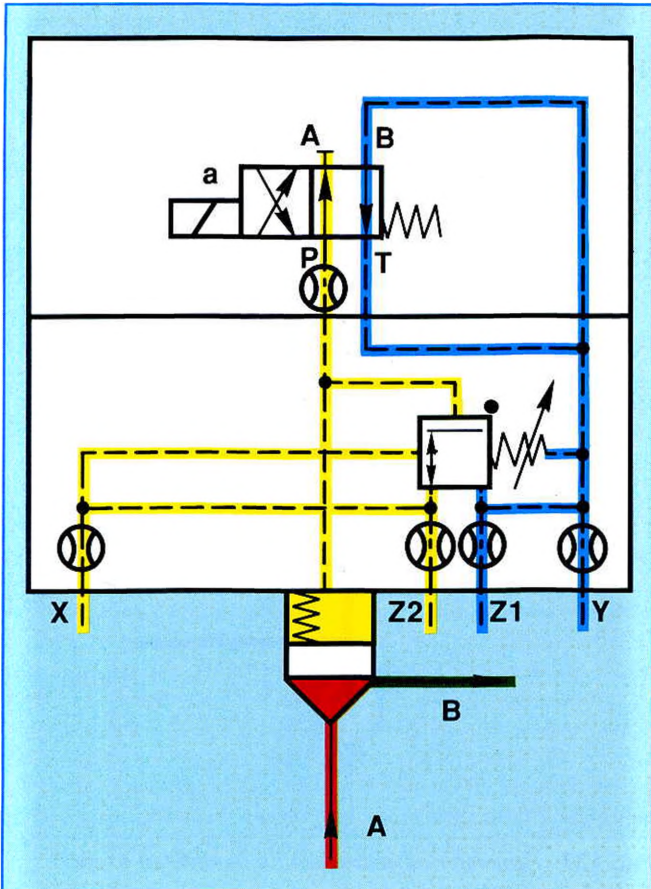


Рис. 139: Магнит обесточен: подключение по давлению

При помощи дополнительно установленного распределительного клапана (рисунки 139 и 140) подключение по давлению может производиться или через этот клапан, или по описанному ранее способу.

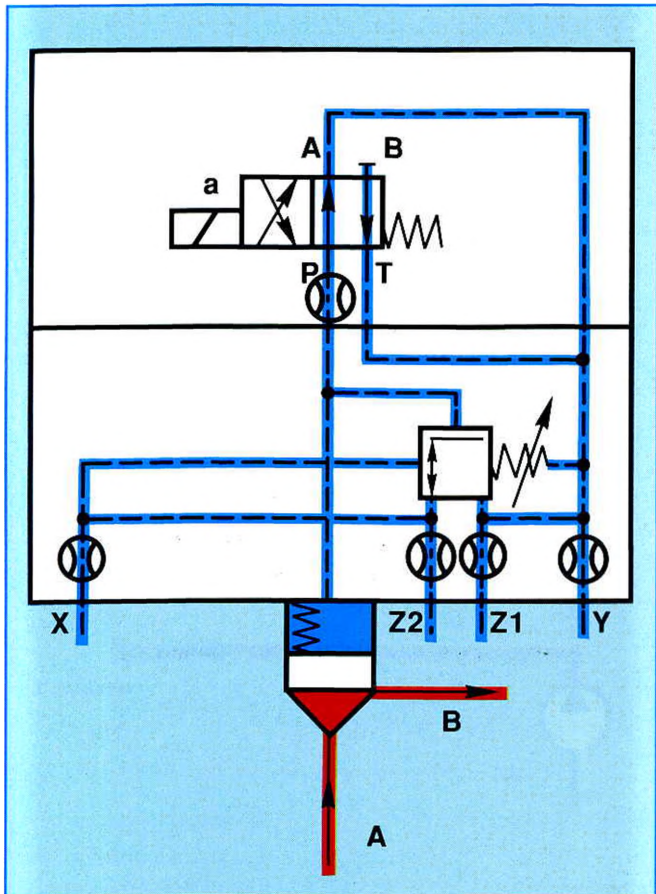


Рис. 140: Магнит под напряжением: подключение по давлению

Для заметок

Для заметок

2-линейные встроенные клапаны, регулирование расхода

При помощи 2-линейного встроенного клапана могут быть выполнены различные варианты регулирования расхода, например, на основе простого регулятора расхода или пропорционального регулятора расхода.

В сочетании с другими дроссельными устройствами — например, с пропорциональными распределительными клапанами — 2-линейный встроенный клапан может использоваться в качестве клапана постоянного перепада давления. Это дает возможность регулирования расхода, т.е. в точке дросселирования расход будет независимым от колебаний нагрузки.

1. ПРОСТОЙ РЕГУЛЯТОР РАСХОДА (ДРОССЕЛЬНЫЙ КЛАПАН)

Простой регулятор расхода состоит из 2-линейного встроенного клапана, выполняющего функцию переключения, и крышки с системой ограничения хода затвора.

Ход затвора 2-линейного встроенного клапана — а соответственно и проходное сечение потока — может бесступенчато устанавливаться при помощи шпинделя с маховиком (системы ограничения хода). Управление выполняется в соответствии с требуемой функцией переключения. Дросселирование возможно (при открытом клапане) в обоих направлениях.

Представленный на рисунке 142 затвор выполнен с демпфирующим устройством (в данном случае более правильно именуемым "дроссельным хвостовиком"), за счет чего — как уже было описано в главе "функции переключения" (раздел "Варианты исполнения") — смещаются характеристики отпирания и запирания. Но имеются также и затворы без демпфирующего устройства, работающие в сочетании с системой ограничения хода.

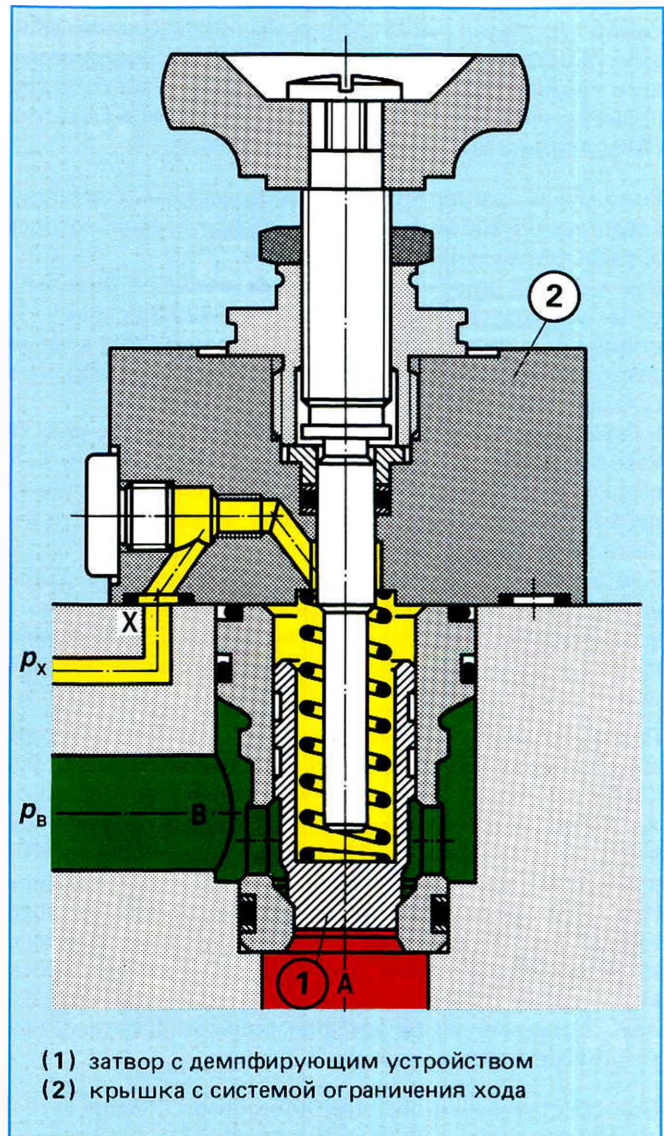


Рис. 142

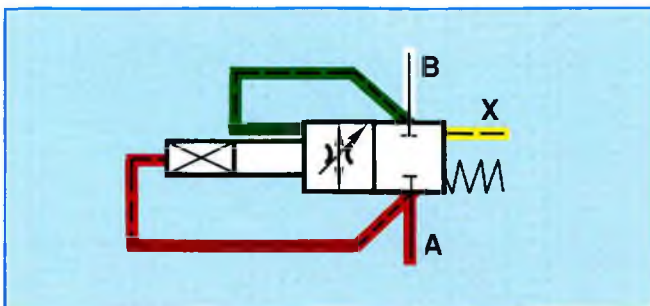


Рис. 141: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

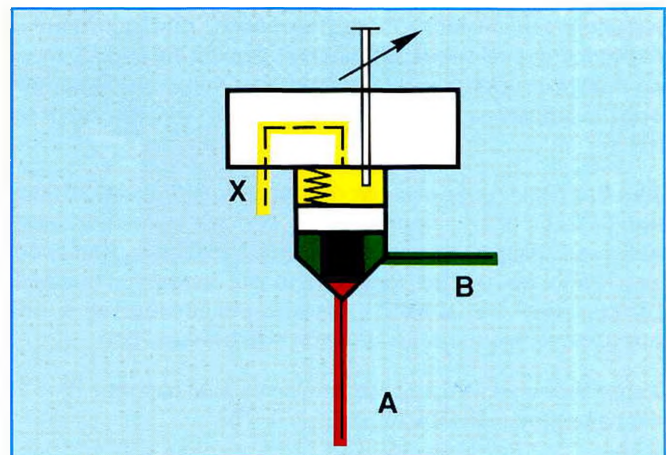


Рис. 143: Условно-схематическое изображение конструкции

2. 2-ЛИНЕЙНЫЙ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ РЕГУЛЯТОР РАСХОДА (ВСТРОЕННЫЙ КЛАПАН)

Эта комбинация (рис. 145), предназначенная для повышенных расходов, может использоваться в качестве дросселя (диафрагмы) или в сочетании с клапаном постоянного перепада давления для регулирования расхода. Она применяется, например, для управления прессами или оборудования для переработки пластмасс.

2-линейный регулятор расхода (дроссельный клапан) представляет собой диафрагму, ход открытия которой определяется электронной уставкой.

Дроссельный клапан поставляется готовым блоком с установочными размерами по DIN 24342. В крышку (1) ввернута на резьбе втулка (2) с затвором (3), а также датчик перемещения (4) и система управления (5) с регулируемыми электромагнитами (6).

Направление потока: от узла подключения А к узлу В. Узел подключения гидравлического масла Х должен быть соединен с узлом подключения А. Отвод масла (линия Y) должен осуществляться в емкость по возможности без давления.

При уставке "0" (электромагнит (6) обесточен) давление в узле подключения А действует дополнительно к усилию пружины через линию управления X и управляющий поршень (10) в полости (8), удерживая затвор (3) в закрытом положении.

После установки задания в усилителе (7) происходит его сравнение (внешний сигнал) с действительным значением (обратная связь от датчика перемещений), по результатам которого производится подача тока на управляемый электромагнит (6), смещающий поршень (10) в направлении, противоположном действию пружины (11). За счет совместного действия точек дросселирования (13) и (14) давление в полости размещения пружины (8) устанавливается таким образом, что пружинно-нагруженный затвор диафрагмы (3) занимает положение, соответствующее уставке, определяя таким образом проходное сечение потока.

При обесточивании системы или обрыве кабеля затвор диафрагмы закрывается автоматически (схема защиты). Компоненты контура регулирования согласованы друг с другом таким образом, что задание по расходу и величина хода затвора (3) находятся в прямой пропорциональной зависимости. Следовательно, при постоянном перепаде давления на диафрагме расход по линии от узла подключения А к узлу В зависит только от хода затвора диафрагмы и от геометрии пропускного отверстия (9).

Для системы, работающей по линейному закону отпирания (FE..C10/L), принимается прямая пропорциональная зависимость между уставкой и расходом. Для системы, работающей по квадратичному закону отпирания (исполнение FE..C10/Q), расход увеличивается в квадрате от величины задания (при постоянном Δp).

Характеристики, представленные на диаграммах 10 и 11, наглядно иллюстрируют это.

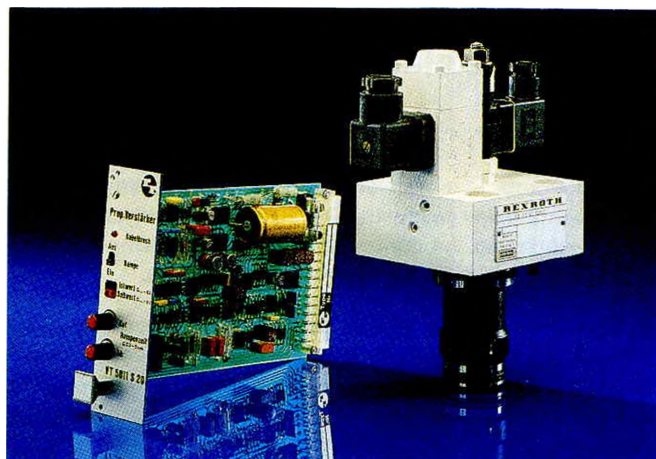


Рис. 144: 2-линейный пропорциональный регулятор расхода, тип FE...C...

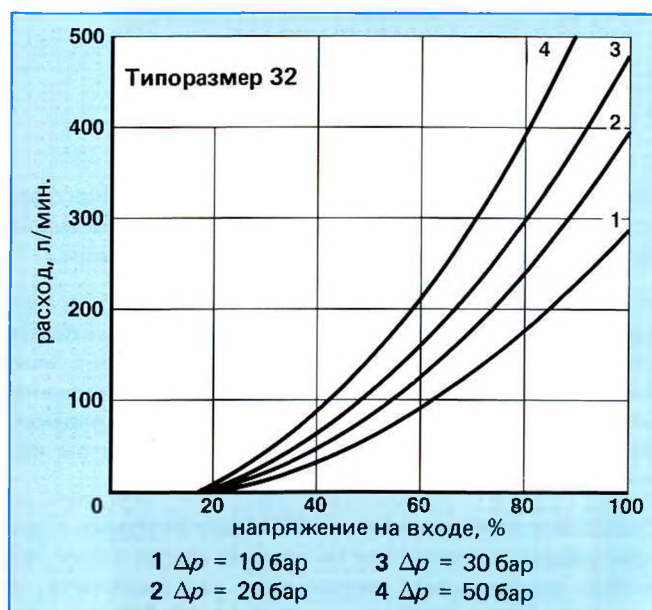


Диаграмма 10: Прогрессивные характеристики расхода

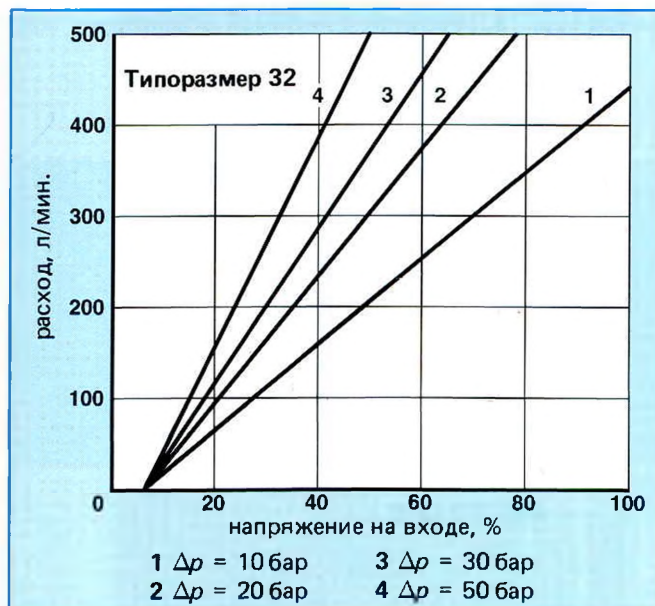


Диаграмма 11: Линейные характеристики расхода

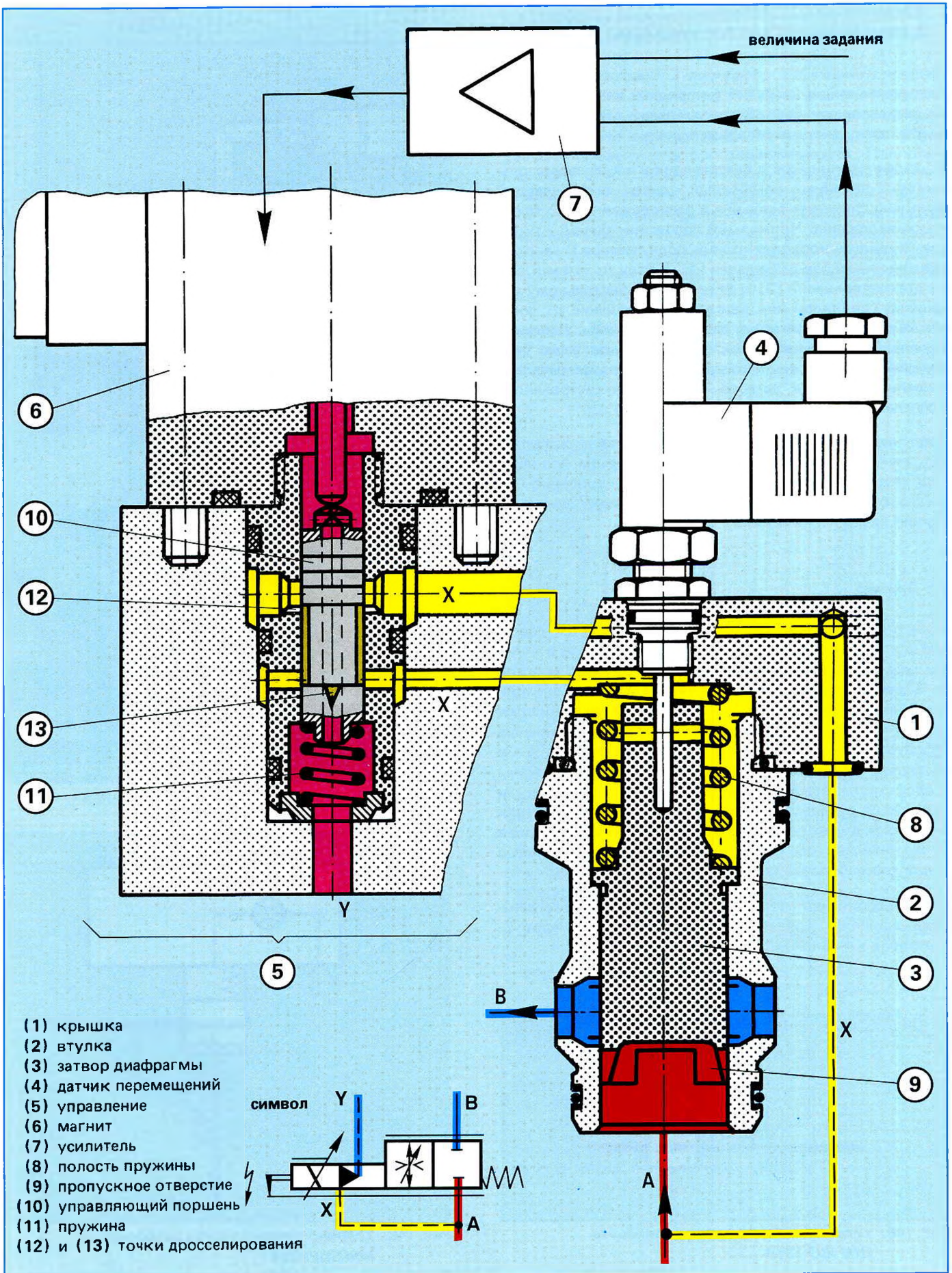


Рис. 145: 2-линейный пропорциональный регулятор расхода, тип FE... С...

3. НОРМАЛЬНО ОТКРЫТЫЙ 2-ЛИНЕЙНЫЙ РЕГУЛЯТОР РАСХОДА

Для компенсации нагрузки расходом в какой-либо точке дросселирования необходимо связать эту точку с клапаном постоянного перепада давления.

В указанном примере в качестве такого клапана используется 2-линейный встроенный клапан, выполняющий функцию снижения давления и расположенный до точки дросселирования. Нормальное положение схемы: открытое. Жидкость проходит от узла подключения В через 2-линейный встроенный клапан (1) к узлу А, затем к точке дросселирования (3) и от нее к исполнительному механизму (цилиндру или двигателю). Давление p_1 соответствует максимальному давлению системы. Давление p_3 определяется нагрузкой. Оно действует через узел подключения Х и демпфирующее сопло на полость размещения пружины затвора 2-линейного встроенного клапана.

Давление p_2 изменяется за счет движения затвора (изменения проходного сечения) таким образом, что перепад давления ($p_2 - p_3$) в точке дросселирования (3) всегда остается постоянным и соответствует действию усилия пружины на затвор.

3.1 Пример

Если в результате изменения нагрузки снизится давление p_3 , то соответственно снизится и давление в полости размещения пружины затвора. Затвор будет двигаться в направлении действия пружины и уменьшать при этом проходное сечение (4), в результате чего снизится расход к точке дросселирования (3), а с ним и давление p_2 . Давление p_2 действует в узле подключения А, т.е. и на затвор, отжимая его вверх против действия пружины (поверхность затвора со стороны узла А = поверхности затвора со стороны пружины). Движение затвора продолжается до тех пор, пока давление p_2 не изменится на ту же величину, что и давление p_3 . Перепад давления в точке дросселирования удерживается постоянным.

Такое исполнение схемы с клапаном постоянного перепада давления используется с учетом типоразмеров 2-линейных клапанов на повышенных расходах.

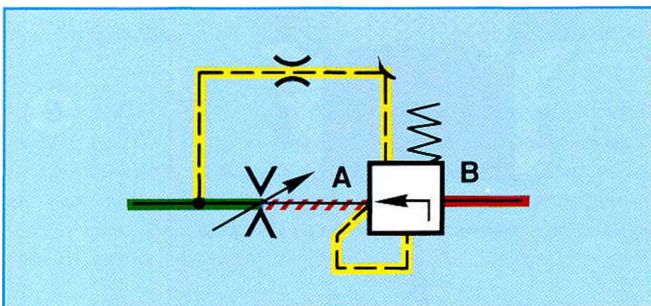


Рис. 146: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

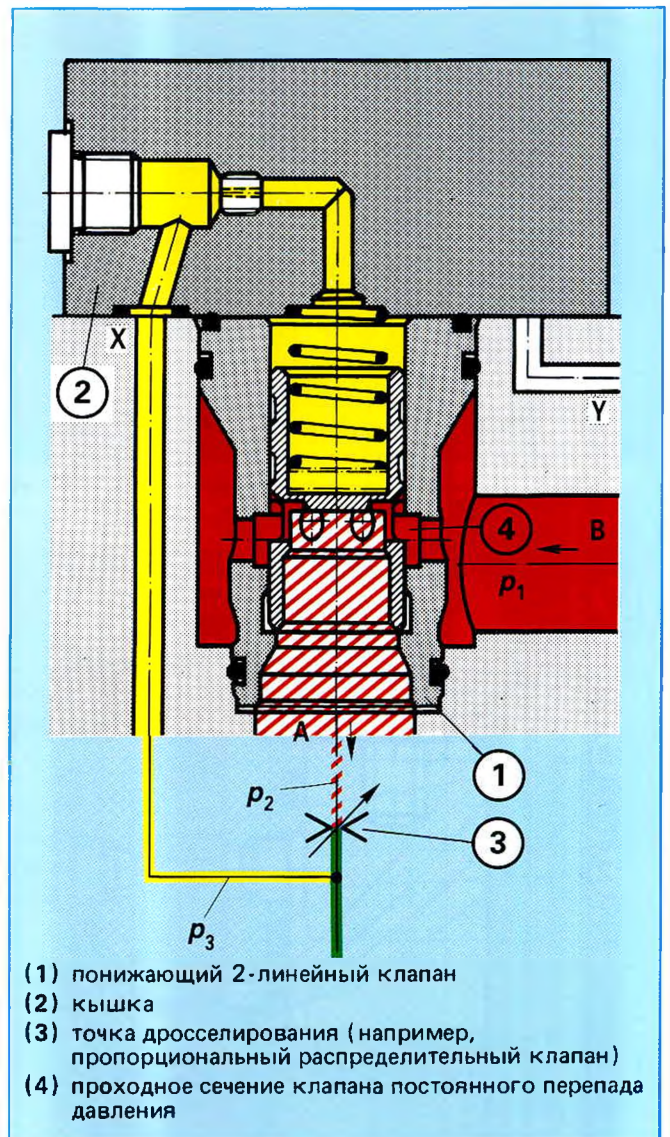


Рис. 147

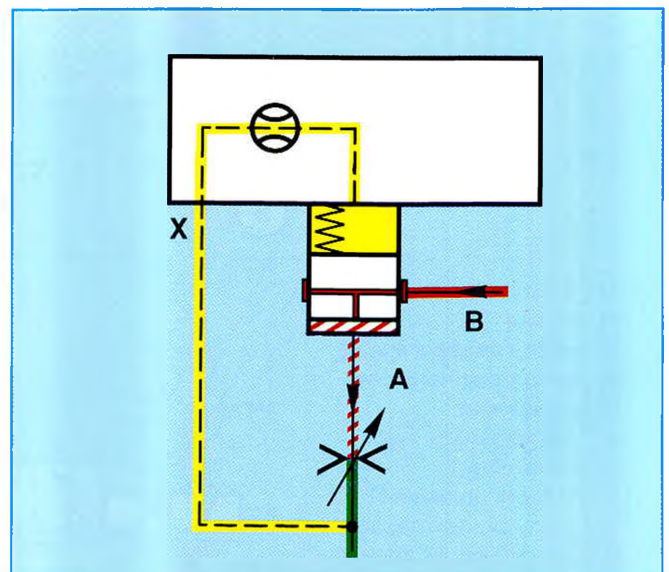


Рис. 148: Условно-схематическое изображение конструкции

3.2 Пример схемы

В примере схемы представлен (рис. 149) цилиндр, управляемый пропорциональным распределительным клапаном, выполняющим одновременно функцию регулятора расхода. Чтобы скорость движения поршня была независимой от нагрузки, перед управляющим распределительным клапаном установлен 2-линейный встроенный клапан, используемый как клапан постоянного перепада давления. Чтобы можно было получить на этом клапане сигнал нагрузки для обоих направления движения, меж-

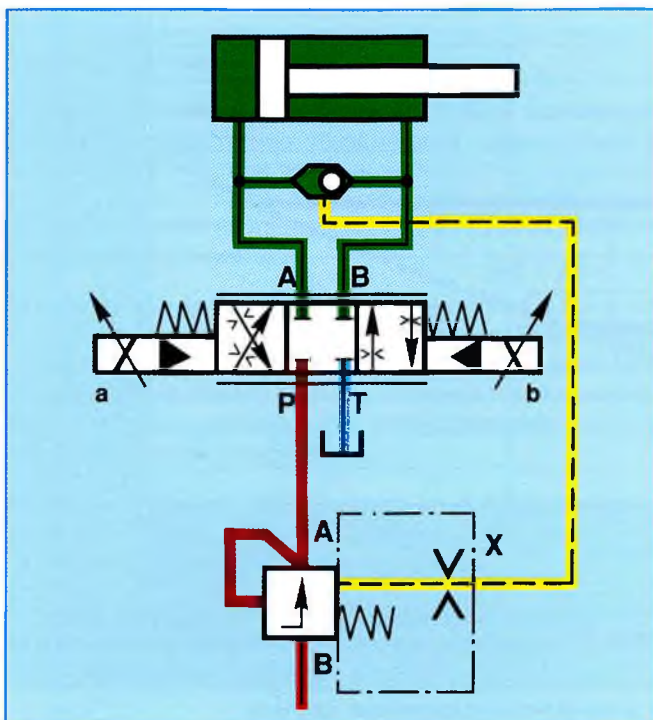


Рис. 149: 2-линейный клапан постоянного перепада в линии подачи

ду цилиндром и пропорциональным распределительным клапаном установлен переключающий клапан.

3.3 Предел производительности клапана постоянного перепада давления

При использовании 2-линейного встроенного клапана, выполняющего по рисунку 149 функцию понижающего, в качестве клапана постоянного перепада давления при регулировании расхода особое внимание должно быть уделено пределу его производительности. Поскольку давление, действующее в полости размещения пружины, отбирается после точки дросселирования, при определении предела производительности должно учитываться гидравлическое сопротивление Δp_L соединительного участка между клапаном постоянного перепада давления и дросселем, а также гидравлическое сопротивление Δp_D самого дросселя.

Предел производительности достигнут, если сумма усилий импульсов F_1 (см. раздел "Снижение давления"), просуммированная с Δp дросселя и Δp соединительного

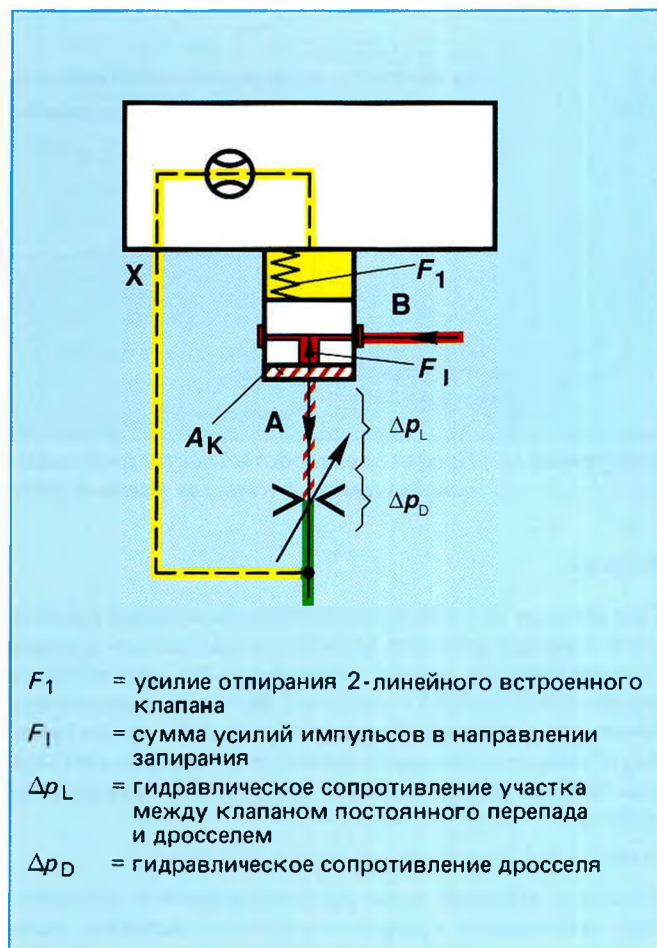


Рис. 150

участка (принимаемая по поверхности затвора A_K), будет компенсировать усилие пружины F_1 .

$$F_1 = F_1 + \Delta p_L \cdot A_K + \Delta p_D \cdot A_K$$

На диаграмме 12 (в качестве примера взят типоразмер 25) представлены пределы производительности для каждого типа пружин. Этот предел достигается в точке пересечения характеристики пружин с характеристикой клапанов (характеристика $\Delta p - Q$).

При помощи диаграммы 12 можно определить для каждой пружины требуемую сумму гидравлических сопротивлений $\Delta p_L + \Delta p_D$ для конкретного значения расхода.

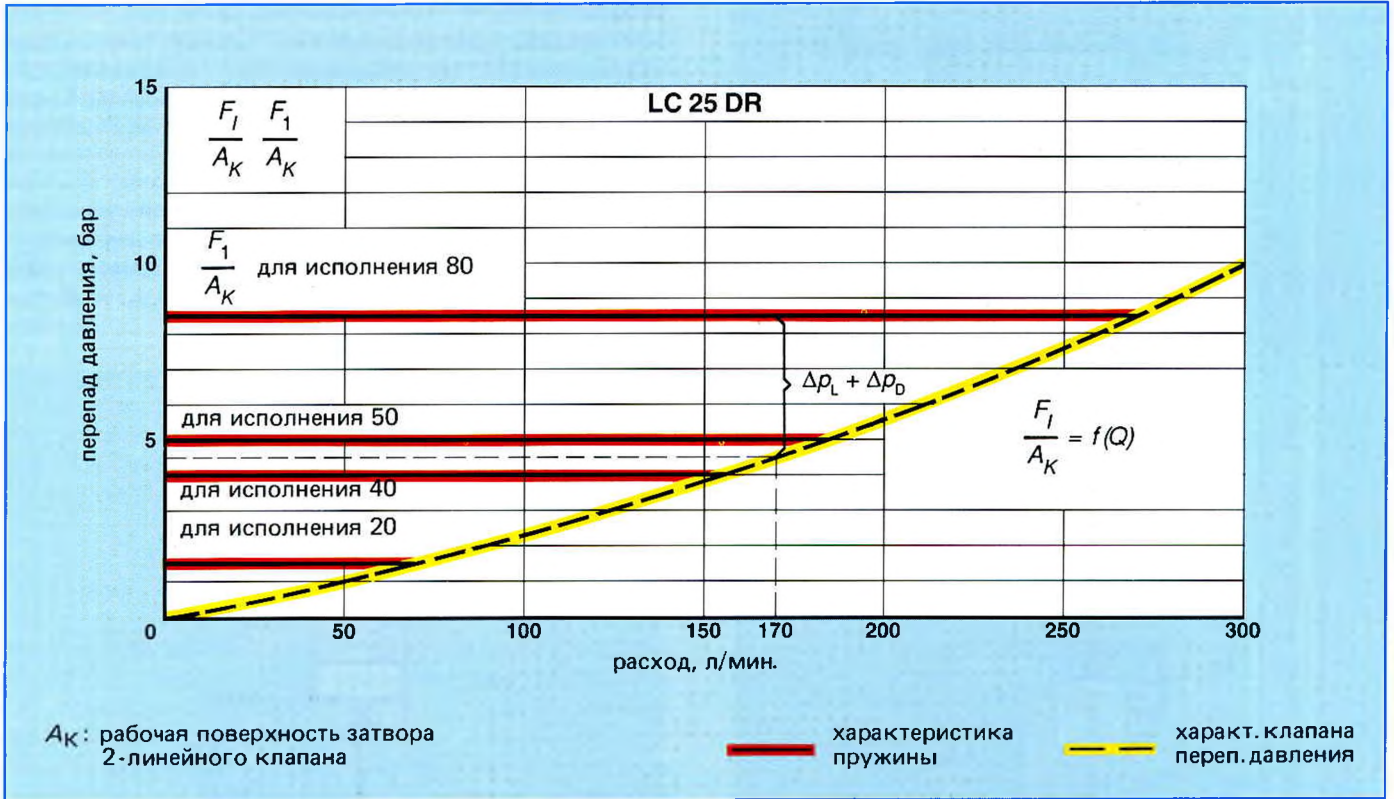


Диаграмма 12: Предел производительности/требуемое Δp для 2-линейного встроенного клапана, используемого в качестве клапана постоянного перепада давления.

Пример

При расходе $Q = 170$ л/мин в качестве клапана постоянного перепада давления должен использоваться 2-линейный встроенный клапан типоразмера 25. При использовании исполнения 80 (пружина 8 бар) точка дросселирования должна быть выбрана таким образом, чтобы сумма $\Delta p_L + \Delta p_D$ не превышала давления 4 бар. Если этот перепад не будет обеспечен, то и требуемый расход не будет получен.

Или:

Если при заданной точке дросселирования и определенном типоразмере клапана постоянного перепада давления требуется больший расход, то необходимо увеличение регулируемого Δp , т.е. необходимо принять пружину большего усилия.

Если же это невозможно — например, по условиям монтажа, — то гидравлически может быть увеличено усилие отпирания 2-линейного встроенного клапана.

Вариант решения представлен на рисунке 151.

3.4 Клапан перепада давления с регулируемым Δp

Гидравлическое сопротивление системы, определяемое прокладкой линий и расположением клапанов (зачастую непредсказуемым), влияет на перепад давления и на предел производительности. Для возможности решения конкретных ситуаций перепад давления в точке дросселирования выполнен регулируемым по схеме, представленной на *рисунке 151*. При этом, как уже было описано, 2-линейный встроенный клапан используется для снижения давления, а крышка 2-линейных клапанов — для ограничения давления. Узел подключения X соединен для подачи гидравлического масла с узлом подключения B клапана перепада давления.

В линии управления установлен для отбора давления на грузки непосредственно управляемый клапан ограничения давления (3), при помощи которого устанавливается Δp , которое клапан перепада давления держит в точке дросселирования пропорционального распределительного клапана постоянным.

Минимальный перепад давления между узлами P и A или P и B устанавливается на пропорциональном клапане перепада давления при помощи изменения усилия пружины клапана перепада давления. Усилие пружины дополнительно увеличивается за счет усилия давления, устанавливаемого на клапане ограничения давления.

Давление нагрузки, действующее на выходе ограничительного клапана, дополняет действие пружины через поверхность затвора клапана (3).

Поэтому Δp в точке дросселирования определяется пружиной клапана перепада давления и давлением p_v в полости размещения пружины.

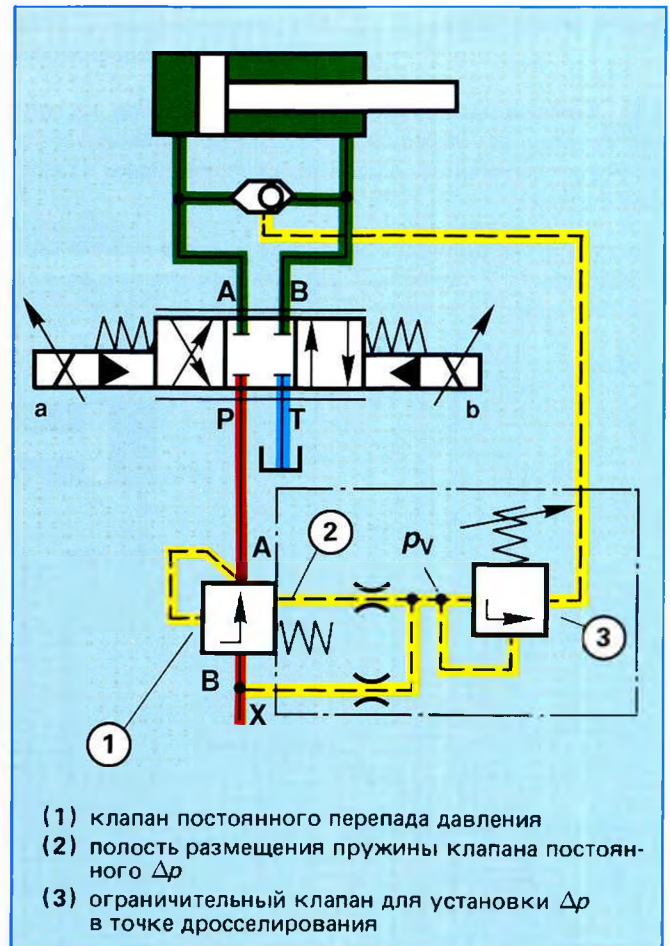


Рис. 151: 2-линейный клапан перепада давления с регулируемым Δp , установленный в линии подачи жидкости

4. ПРИМЕРЫ СХЕМ

4.1 Компенсация знакопеременных нагрузок на рабочий цилиндр при помощи понижающих 2-линейных встроенных клапанов без дифференциальной схемы и гидродвигателей.

Отводимая из цилиндра жидкость должна пройти через понижающий 2-линейный встроенный клапан от узла подключения B_1 к узлу A_1 (или от B_2 к A_2) к дросс-

селю (пропорциональный распределительный клапан). Давление в точке дросселирования действует в узле подключения A_1 или A_2 против усилия пружины на запирание. Давление на выходе дросселя (узел подключения T) также действует в направлении запирания.

Δp удерживается постоянным.

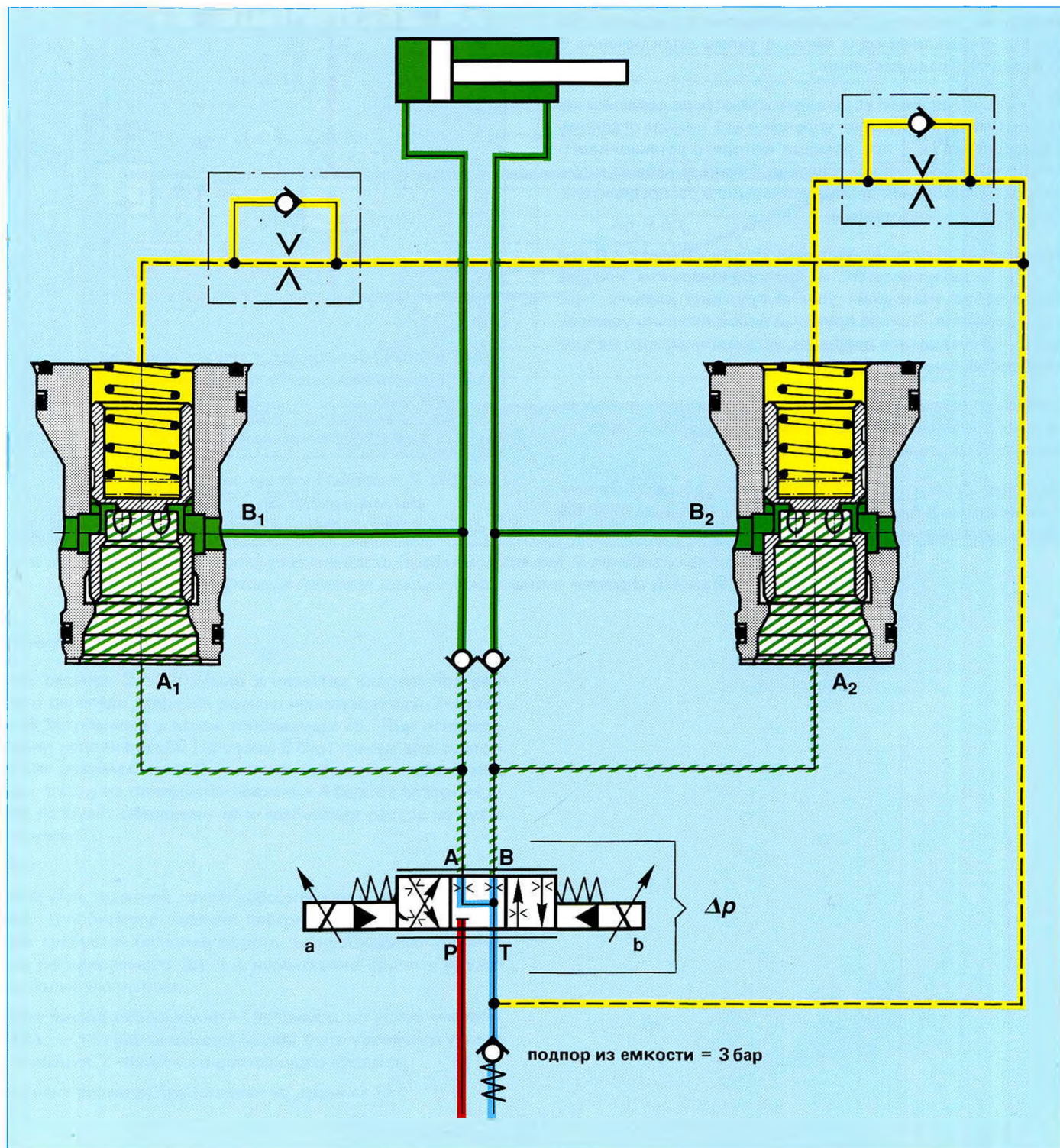


Рис. 152

4.2 Компенсация знакопеременных нагрузок на рабочий цилиндр при помощи 2-линейных встроенных клапанов

панов с соотношением рабочих поверхностей 2:1 и с дифференциальной схемой.

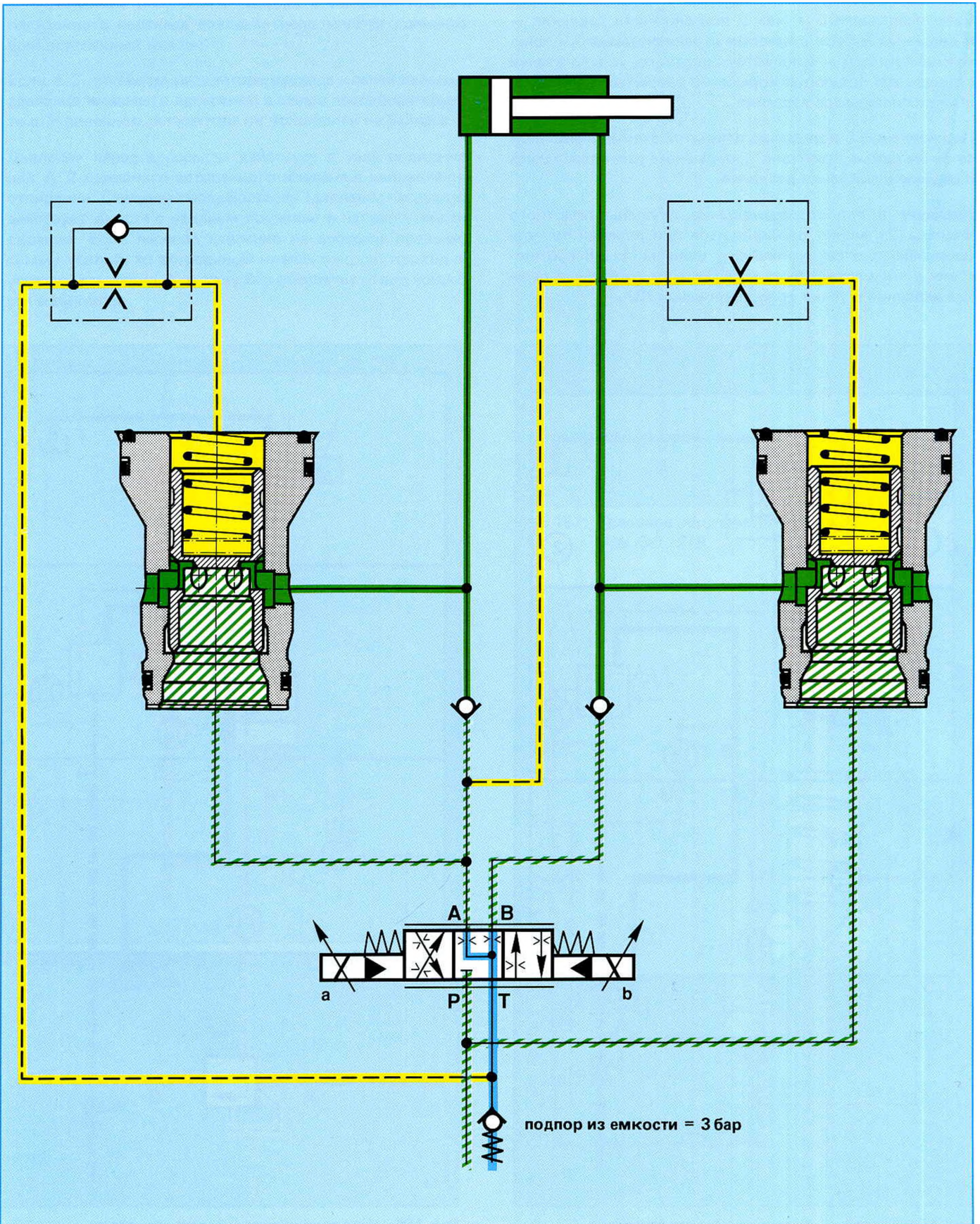


Рис. 153

**5. НОРМАЛЬНО ЗАКРЫТЫЙ
2-ЛИНЕЙНЫЙ РЕГУЛЯТОР РАСХОДА**

Если использовать — как и при снижении давления — встроенный клапан в качестве ограничительного, а понижающий клапан — в качестве пилотного, то в сочетании с дросселем получится нормально закрытый клапан постоянного перепада давления.

По сравнению с нормально открытой схемой выявляются те же самые критерии, которые уже рассматривались в разделе о снижении давления.

Давление в полости размещения пружины пилотного клапана (2) может варьироваться при помощи пропорционального ограничительного клапана (1). В соответствии с этим может быть установлен и требуемый перепад давления в точке дросселирования (3).

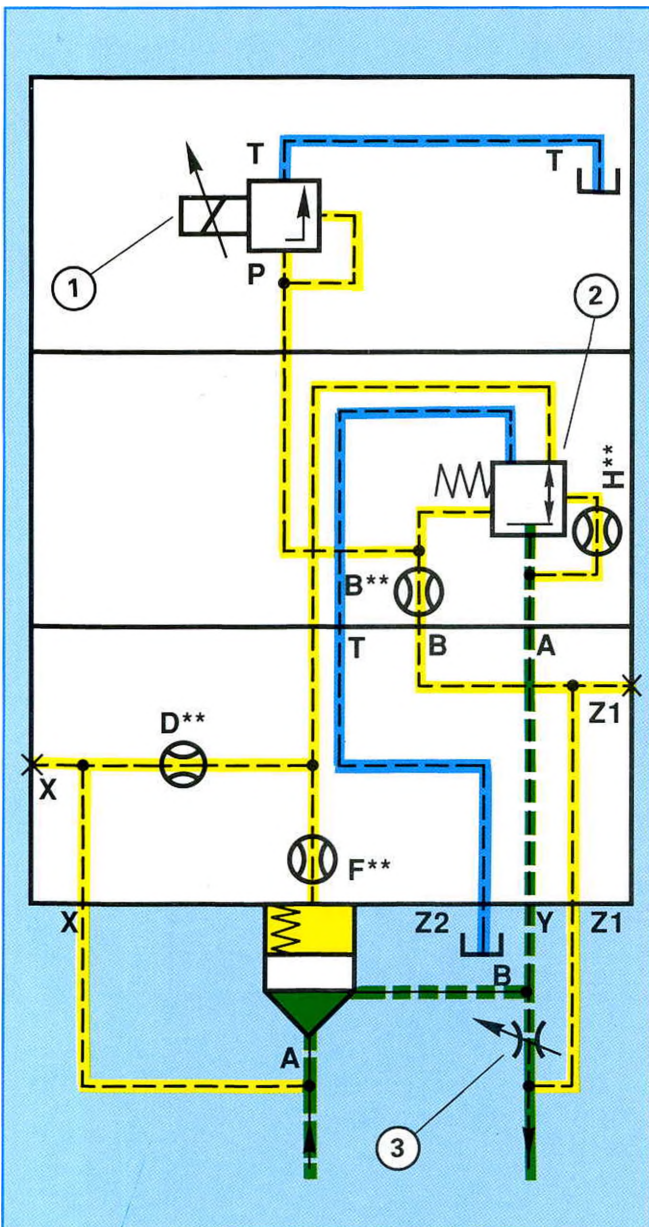


Рис. 154: Условно-схематическое изображение конструкции
** = сопло

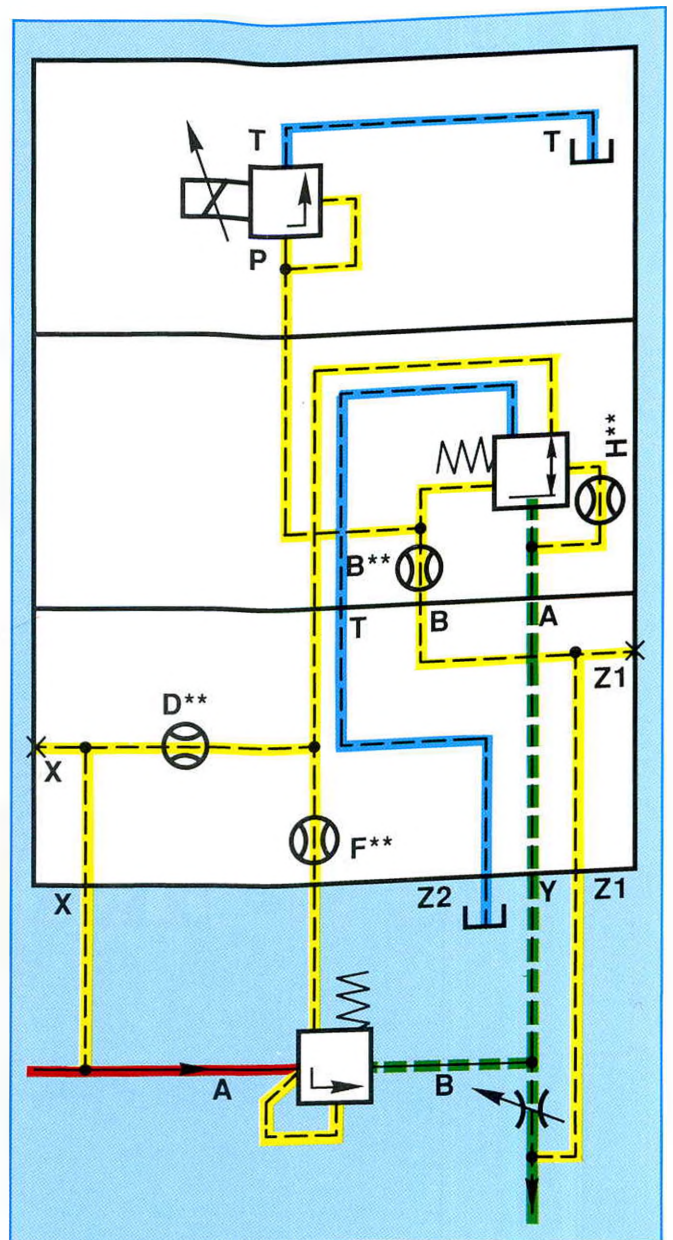


Рис. 155: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219
** = сопло

6. 3-ЛИНЕЙНЫЙ РЕГУЛЯТОР РАСХОДА

В 3-линейном регуляторе расхода в качестве клапана постоянного перепада давления используется понижающий встроенный клапан.

Если в 2-линейном регуляторе расхода клапан перепада давления включен с дросселем в схему последовательно, то в 3-линейном регуляторе он установлен на байпасе.

Давление перед дросселем действует в узле подключения А 2-линейного встроенного клапана в направлении отпирания. Давление после дросселя (давление нагрузки) действует вместе с усилием пружины в направлении запертия. Если перепад давления на дросселе превысит сумму усилий, то встроенный клапан откроет проход от узла подключения А к узлу В и обеспечит отвод жидкости в емкость.

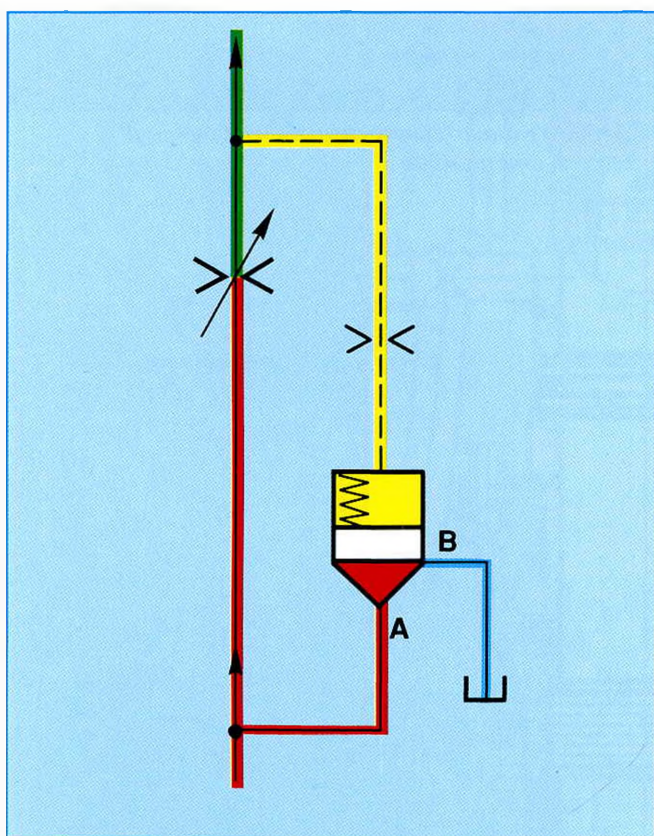


Рис. 156: Условно-схематическое изображение конструкции

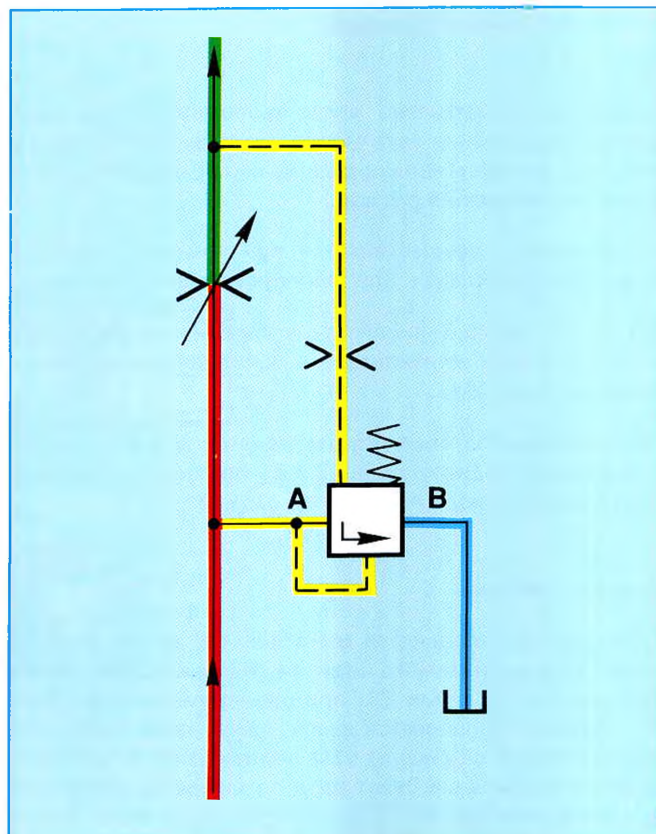


Рис. 157: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

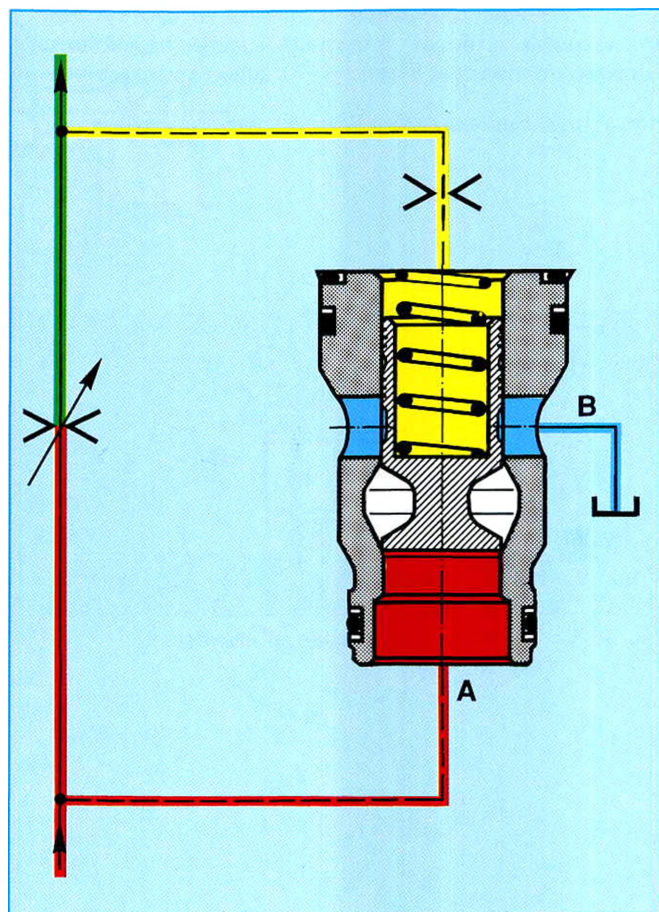


Рис. 158

7. УПРАВЛЯЕМАЯ ДИАФРАГМА

Управляемая диафрагма представляет собой еще один вариант исполнения регулятора расхода. Она используется как на увеличенных расходах, так и для быстрого и точного изменения расхода.

Управление ее осуществляется при помощи пилотного клапана (сервоклапан или пропорциональный клапан).

Затвор (2) этого 2-линейного встроенного клапана модифицируется в соответствии с выполнением требуемой функции (рис. 161).

Обслуживание затвора осуществляется за счет управления по узлам подключения Z2 и Z1 при помощи соответствующего выбранного пилотного клапана.

Принцип действия

Сервоклапан управляется электроникой за счет электрически устанавливаемого задания. Например, при действии давления в линии Z1 (при одновременной разгрузке Z2) затвор (2) движется вверх, обеспечивая определенное проходное сечение от узла подключения A к узлу B. Если же управление будет идти по линии Z2, разгружая одновременно линию Z1, то затвор пойдет вниз, уменьшая при этом проходное сечение. Датчик перемещений (4) фиксирует смещение затвора и сообщает его в электронный блок, где производится сравнение задания с действительным значением. При достижении действительным значением требуемой величины (в соответствии с положением затвора) пилотный клапан переводится в нулевое положение, а затвор (2) прекращает движение.

Ниже представлена схема контура регулирования.

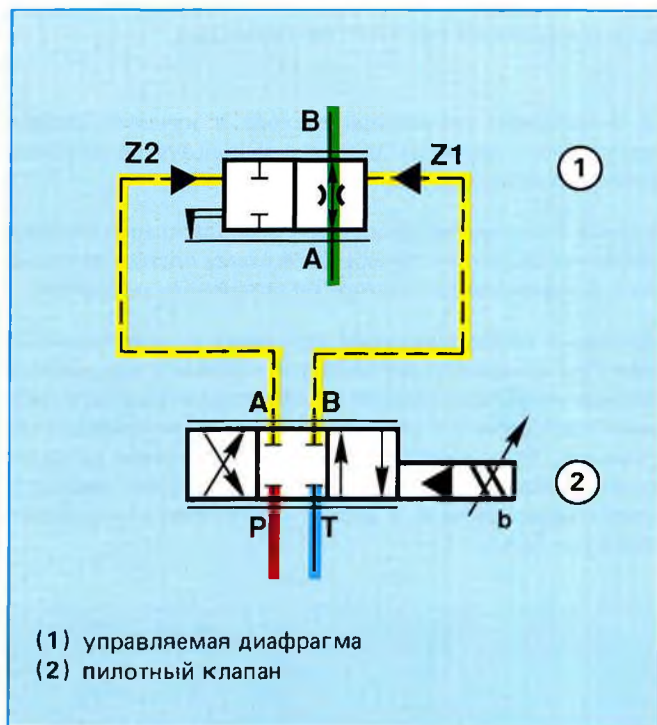


Рис. 160: Условно-схематическое изображение конструкции

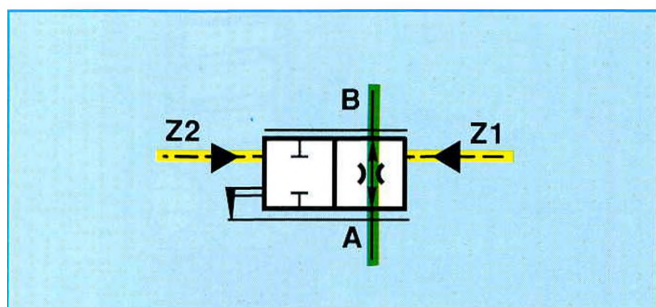


Рис. 159: Условное обозначение по стандарту DIN ISO 1219

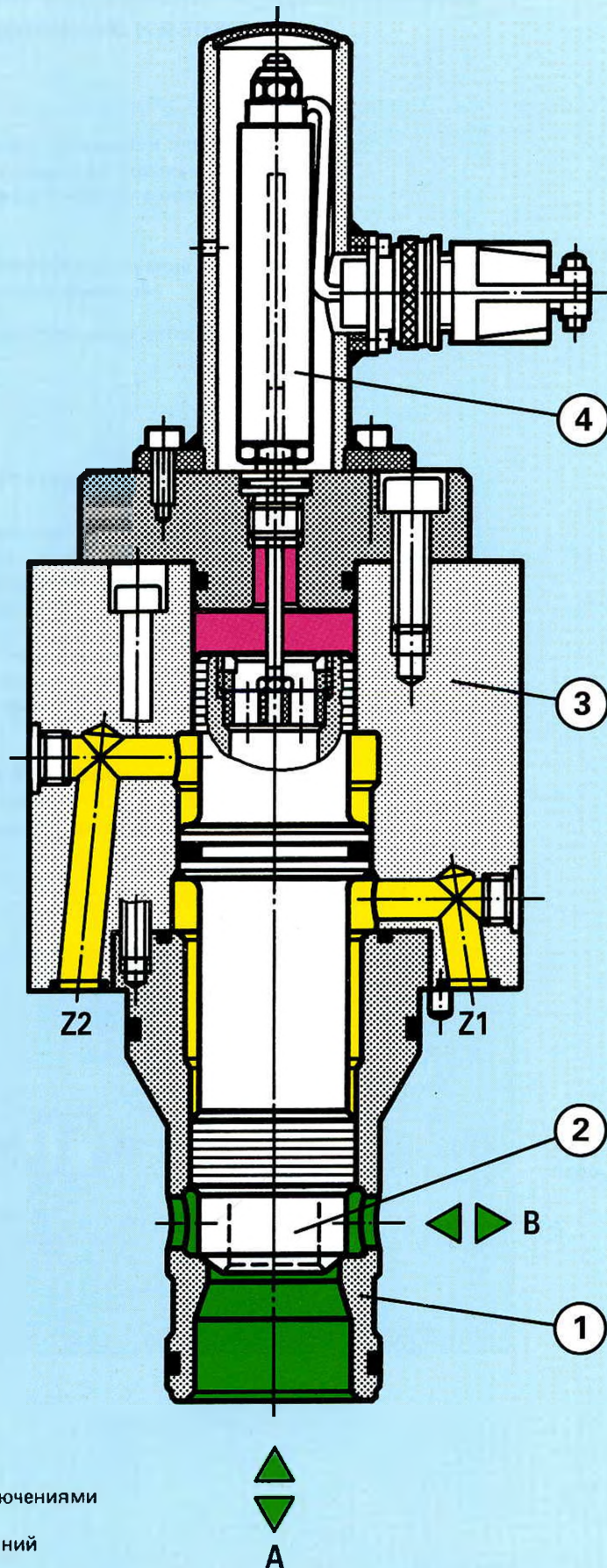


Рис. 161: Управляемая диафрагма

Для заметок

Построение схемы управления с применением 2-линейных встроенных клапанов

После рассмотрения основных функций и вариантов исполнения управления 2-линейных встроенных клапанов можно в качестве упражнения ступенчато построить схему управления прессом.

В этом примере задачей является повторение и усвоение рассмотренных ранее отдельных функций.

Схемы защиты, обычно выполняемые для прессов, в этом примере не учтены.

1 этап (рис. 162)

Агрегат "двигатель – насос" с ограничением давления

В системе ограничение давления используется 2-линейный встроенный клапан (1). Разгрузка контура в представленном положении достигается при помощи 4/2-распределителя (1.1) с магнитом Y5.

Полость размещения пружины клапана (1) разгружена через линию управления (желтый цвет). Пилотный клапан (1.2) не действует. (Сравни главу "Функции по давлению", рис. 97).

При срабатывании магнита Y5 и последующем переключении распределительного клапана (1.1) в положение "а" достигается запираание отвода гидравлического масла и ограничение по давлению.

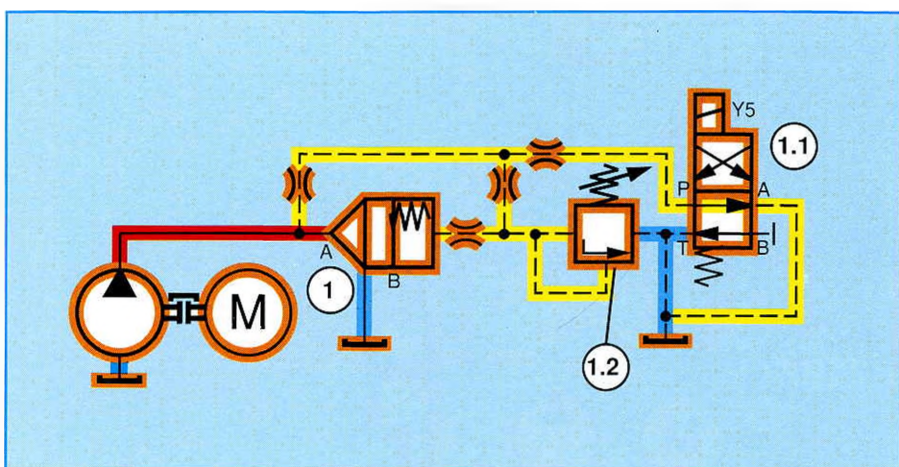


Рис. 162

2 этап

Втягивание (обратный ход) поршня (рис. 163)

Для обратного хода поршня пресса устанавливается клапан (2). Проход от узла подключения А к узлу В открыт. Если давления в системе нет, то 2-линейный встроенный клапан закрыт через линию управления (желтый цвет) давлением нагрузки (весом пуансона).

(См. главу "Функции переключения", раздел 2.1, рисунок 29).

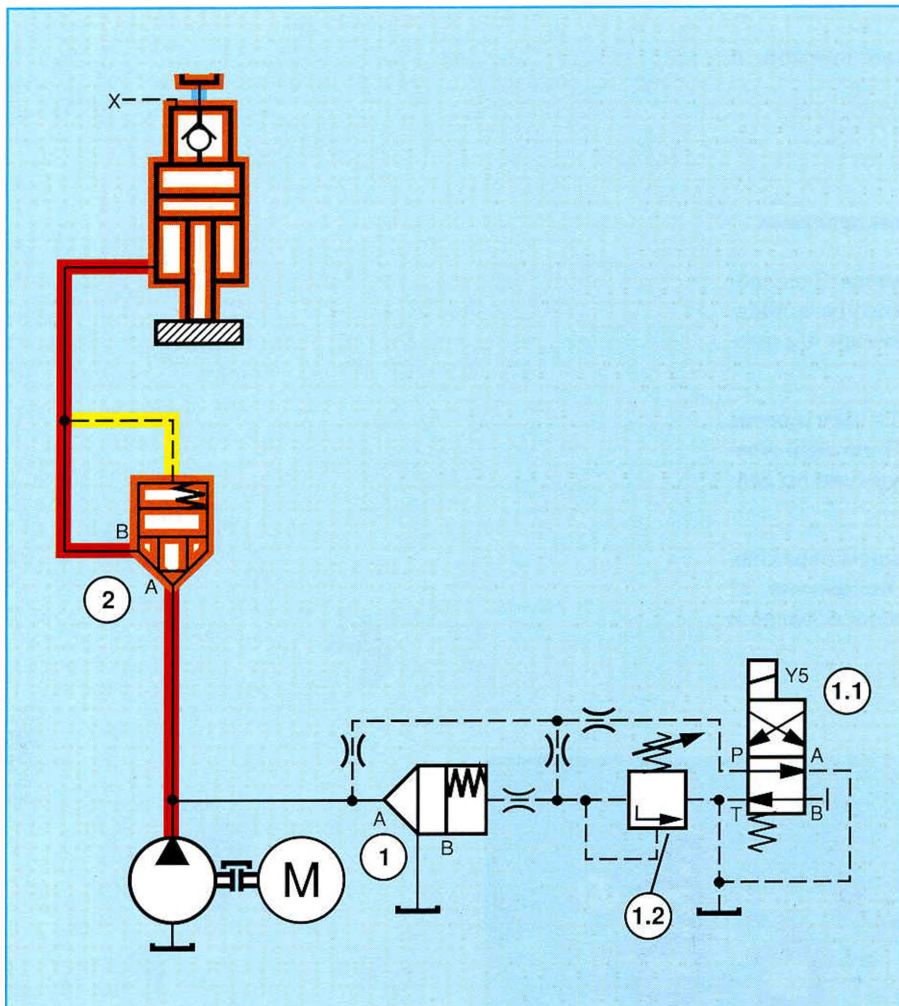


Рис. 163

3 этап

Разгрузка запоршневой полости перед обратным ходом
(рис. 164)

Прежде чем начнется втягивание поршня в цилиндр находящаяся под давлением полость цилиндра за поршнем должна быть во избежание гидравлического удара разгружена под контролем. Для этого используется 2-линейный встроенный клапан с демпфирующим устройством (3).

В представленном положении клапан (3) удерживается 3/2-распределителем (3.1) закрытым. При срабатывании магнита Y2 происходит разгрузка полости пружины клапана (3). При этом 2-линейный встроенный клапан управляется со стороны узла подключения А, а полость цилиндра за поршнем разгружается. Скорость отпирания определяется соплом, установленным в линии Т от клапана (3.1).

Выдавливание жидкости в емкость осуществляется при помощи установленного на цилиндре дополнительного клапана. Управление в узле подключения X начинает действовать примерно через 0,2 до 1 секунды после срабатывания магнита Y2.

2-линейный встроенный клапан выполнен с демпфирующим устройством. Получаемое за счет этого смещение характеристики отпирания дает возможность лучшего регулирования декомпрессий. (См. главу "Функции переключения, варианты исполнения; 3. Демпфирующее устройство".) Система ограничения хода затвора используется в тех случаях, когда требуется длительный период разгрузки (> 1 с).

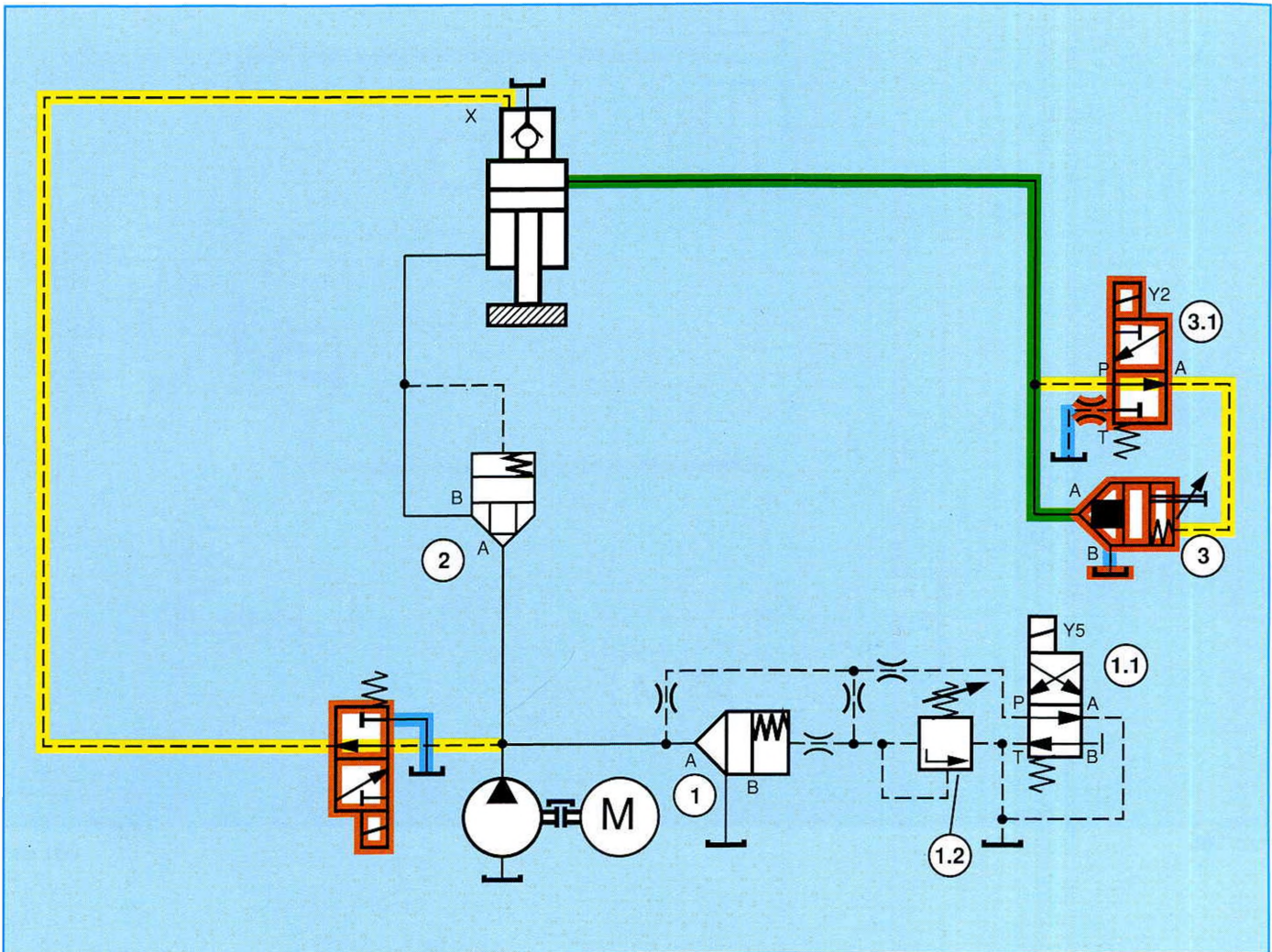


Рис. 164

4 этап

Связь между насосом и запоршневой полостью цилиндра, используемая для выдвижения поршня (рис. 165)

Для управления запоршневой полостью цилиндра в схему включается клапан (4). Когда распределительный клапан (4.1) находится в нормальном положении, то клапан (4) оказывается плотно закрытым через линию управления (4.3), а также со стороны запоршневой полости через линию управления (4.4) и переключающий клапан (4.2), в каждом случае – с более высоким давлением.

Время запираания определяется соплом (4.5).

В данном случае распределительный клапан (4.1) расположен не так, как описано в главе "Функции переключе-

ния; 4. Управление в узлах подключения А и В" между переключающим клапаном и полостью размещения пружины 2-линейного встроенного клапана (4). Прерывается только линия управления от основного узла подключения А 2-линейного клапана. Таким образом клапан (4) управляется при включении Y3 для работы в направлении потока от узла подключения А к узлу В, но никогда от узла подключения В к узлу А. Эту схему можно сравнить с обратным клапаном, который, правда, может запирается и в направлении потока.

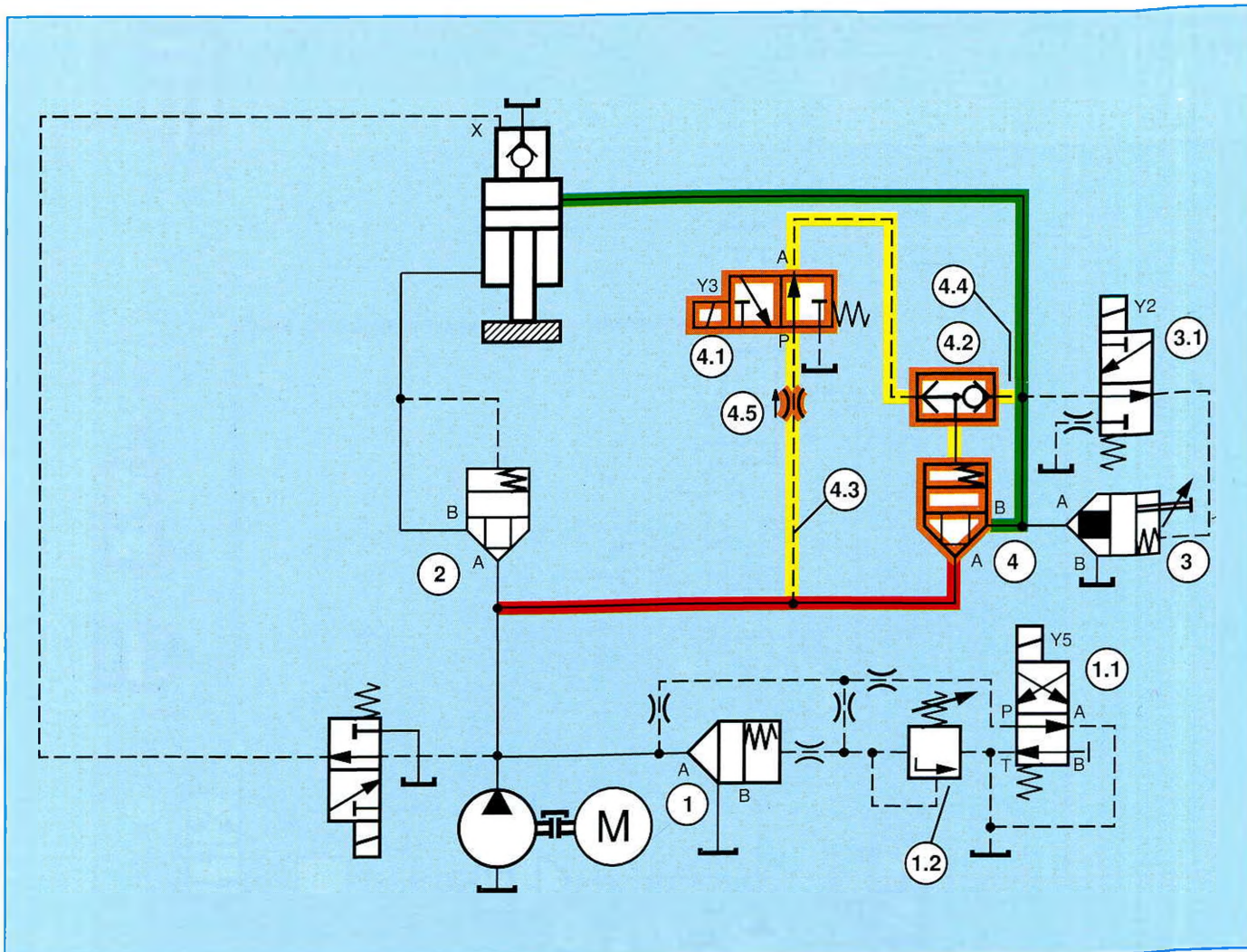


Рис. 165

5 этап

**Надежное запирание клапана (2)
при выдвижении поршня (рис. 166)**

Для того, чтобы при выдвижении поршня 2-линейный клапан (2) был плотно закрыт и не мог быть отжат давлением насоса, необходимо, чтобы давление насоса действовало и в полости размещения пружины клапана (2). Это достигается через линию управления (2.3), распределительный клапан (2.1) и переключающий клапан (2.2).

Для втягивания поршня необходимо переключить Y1, в результате чего давления в линии управления (2.3) не будет и жидкость сможет проходить только от узла подключения А к узлу В, но не от узла В к узлу А.

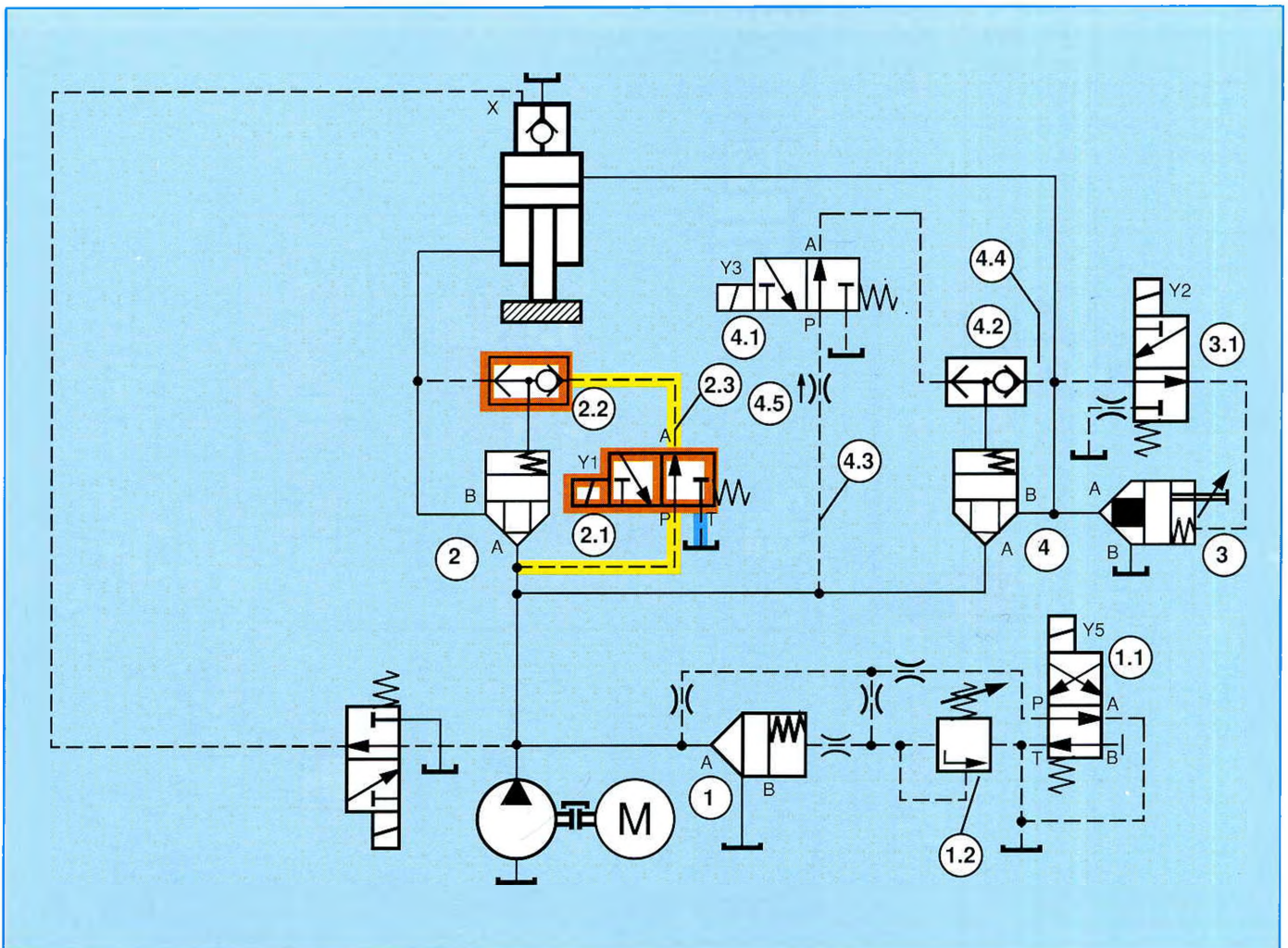


Рис. 166

6 этап

Ускоренное опускание пуансона (рис. 167)

Для выдвигания поршня в 4 этапе была выполнена связь от насоса к запоршневой стороне цилиндра. Кроме того нужна возможность отвода вытесняемой со стороны штока жидкости в емкость. Одновременно для контролируемого опускания пуансона необходим скоростной напор, т.е. дросселирование на стороне, на которой производится отвод жидкости. Это достигается за счет установки 2-линейного встроенного клапана (5). Сначала клапан (5) держится через линию управления и распределительный клапан (5.1) в закрытом состоянии. После срабатывания Y4 полость размещения пружины клапана Y4 не будет находиться под давлением, а проход от узла подключения А к узлу В будет открыт. Скорость опускания пуансона (ускоренный ход) определяется регулированием системы ограничения хода затвора.

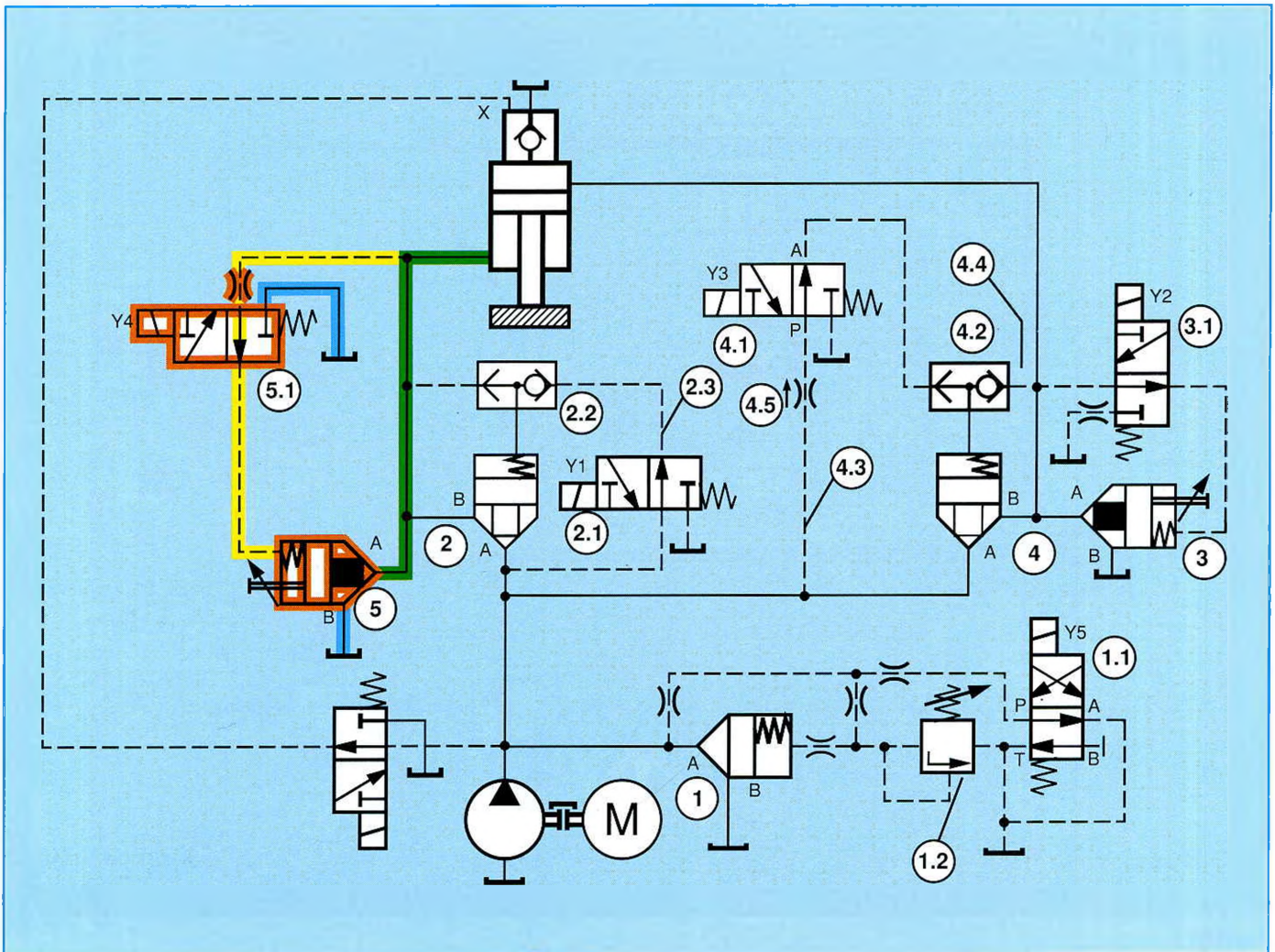


Рис. 167

7 этап

Плавное опускание пуансона, прижим, давление торможения (рис. 168)

При переводе переключающего клапана (5.1) в нормальное положение клапан (5) начинает закрываться. Одновременно начинает открываться 2-линейный встроенный клапан (6), оснащенный демпфирующим устройством и системой ограничения хода затвора (6.1). Это происходит в результате подъема давления напора, устанавливаемого на ограничительном клапане (6.2) по давлению прижима, величина которого соответствует нагрузке штока прессы на кольцевую поверхность затвора. Давление в кольцевом пространстве затвора, а стало быть и давление торможения не может подняться выше установленного на ограничительном клапане (6.3). Давление торможения (клапан 6.3) установлено выше, чем давление прижима (клапан 6.2). В зависимости от давления торможения выявляется следующая закономерность:

- p высокое → быстрый переход с ускоренного хода на плавный;
- p низкое → медленный переход с ускоренного хода на плавный.

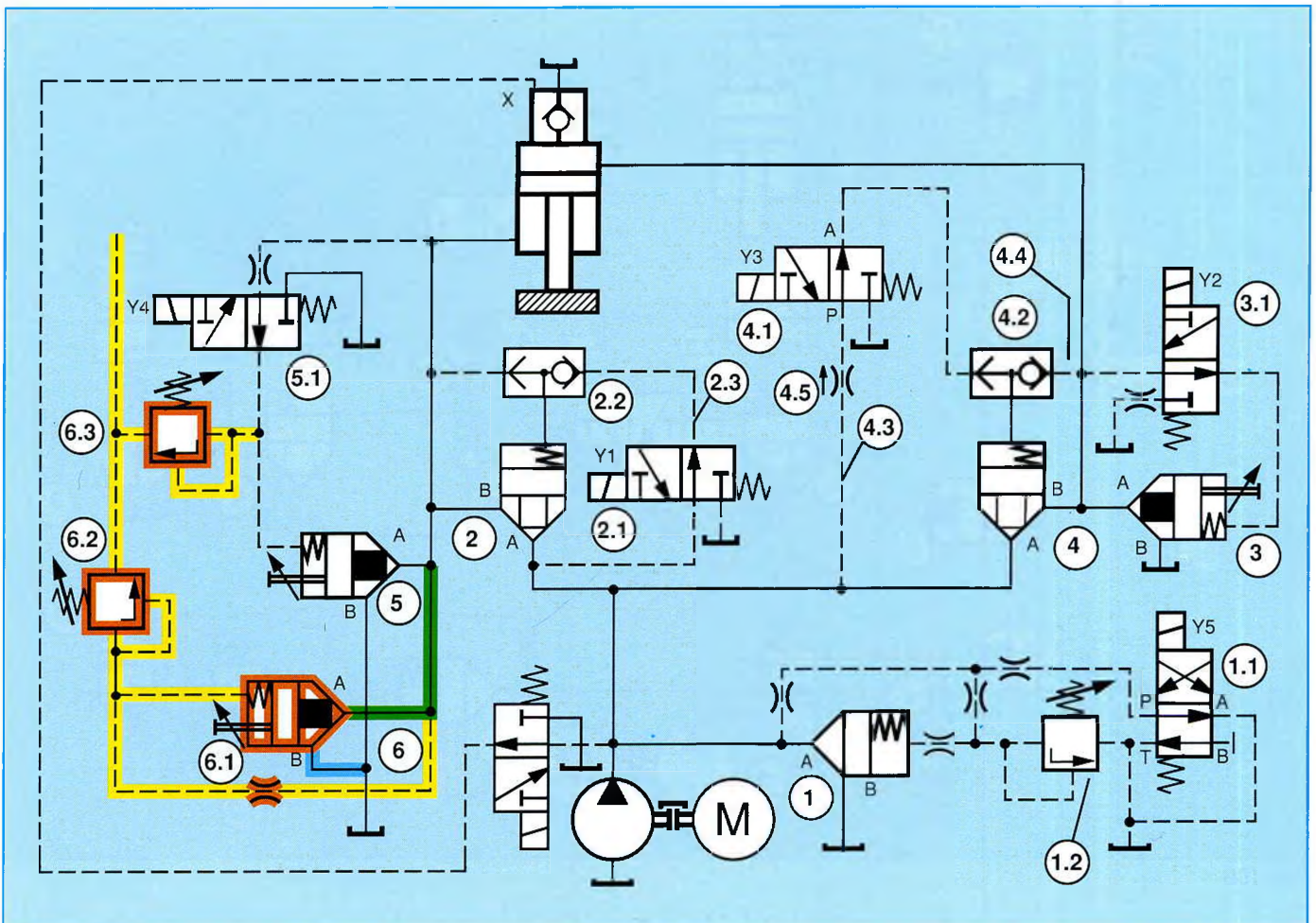


Рис. 168

8 этап

Защита от превышения давления;
надежное запираение клапанов (5) и (6) при останове
(рис. 169)

Для защиты системы от превышения давления на стороне кольцевого пространства затвора дополнительно устанавливается ограничительный клапан (7). Уставка по защите примерно на 10% выше $p_{\text{макс}}$ в системе.

Чтобы клапаны (5) и (6) оставались надежно закрытыми, не подвергались непроизвольному отпиранию или сразу же закрывались при останове, узлы подключения Т ограничительных клапанов (6.2) и (6.3) выводятся не в емкость, а соединяются через линию (6.4) с линией управления на клапане (4.1). Если клапан (4.1) находится в нормальном положении – что бывает при обратном ходе поршня или при декомпрессии, – то напорные клапаны блокируются через линию управления (6.4). 2-линейные встроенные клапаны (5) и (6) остаются закрытыми.

При срабатывании Y3 – что происходит при опускании пуансона – линия управления (6.4) соединяется через распределительный клапан (4.1) с емкостью. Действуют уставки по давлению.

Здесь нужно затронуть вопрос об обратном клапане (8). Конечно, в случае аварийного выключения клапаны (5) и (6) должны сразу же закрыться.

Обратный клапан (8) препятствует в этом случае возможности разгрузки контура через 2-линейный встроенный клапан (1).

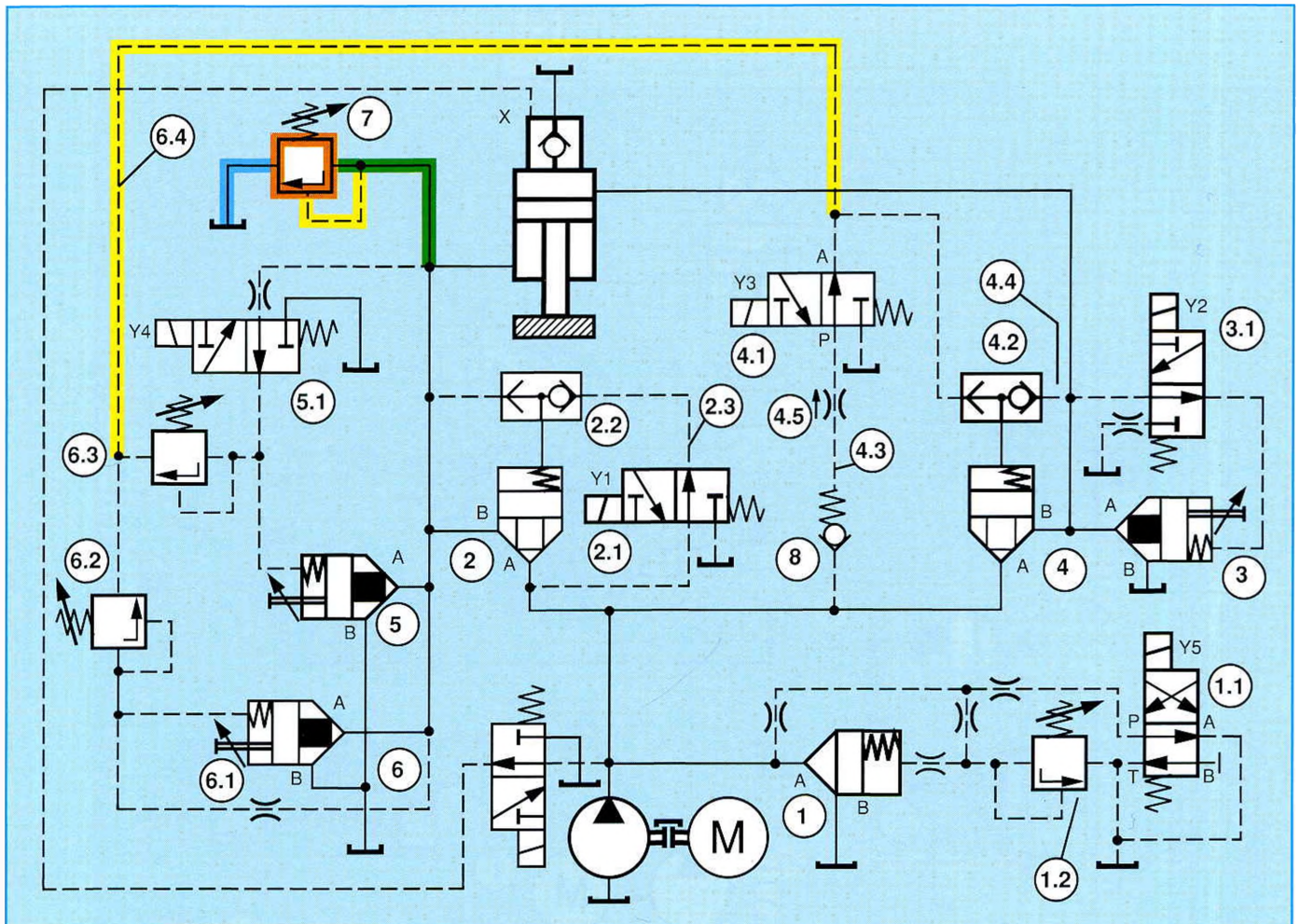


Рис. 169

Попытаемся еще раз проследить весь цикл. Последовательность коммутаций представлена в приведенной ниже таблице.

операция	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	X
ускоренный ход			●	●	●	
прессование			●		●	●
разгрузка контура		●				
обратный ход поршня	●				●	

Таблица 6

(Переключение с ускоренного хода на плавный или переключение скоростей прессования производится при помощи выключателей-конечников.)

Для заметок

1. Система гидравлического управления прессом

Встроенные клапаны, скомпонованные в модули управления, находят все большее применение в системах управления прессами.

В гидравлике под модулем понимается блочный гидравлический контур управления или регулирования. Он может быть расширен за счет включения других модулей или модифицирован за счет включения дополнительных гидравлических узлов.

Будучи скомпонованными, отдельные модули дают комплектную систему гидравлического управления. Но и один модульный контур может быть расширен за счет добавления другого модуля.

2-линейные встроенные клапаны, выполняющие функции переключения и по давлению, имеют определенные преимущества по сравнению с традиционными схемами в отношении компактности, расхода, возможности индивидуального согласования клапанов со спецификой среды, затрат на обвязку, а также возможности реализации нескольких схем при одном и том же расположении клапанов.

Приведенные далее гидравлические схемы (*рисунки 170 до 174*) модуля для управления вертикальных прессов, оснащенных наполнительным клапаном и неподведомственных Технической инспекции, иллюстрируют выполнение функций встроенными клапанами.

Модульное управление пресса обеспечивает выполнение следующих операций:

— останов пресса.

Поршень рабочего цилиндра с пуансоном фиксируется в положении на момент выключения. Поток масла поступает от насоса непосредственно в емкость.

— ускоренный ход пуансона.

Кольцевое пространство рабочего цилиндра соединено с емкостью. Поршень рабочего цилиндра опускается вместе с пуансоном вниз.

За счет разряжения в запоршневой полости наполнительный клапан открывается и жидкость засасывается из емкости в эту полость.

— прессование.

С повышением давления в запоршневой полости рабочего цилиндра наполнительный клапан закрывается, и поверхность поршня будет находиться в рабочем цилиндре под давлением.

— декомпрессия.

При помощи регулируемого разгрузочного клапана компримируемый объем жидкости отводится под контролем в емкость.

— обратный ход поршня.

Под действием давления управления наполнительный клапан открывается, и поток от насоса подается на кольцевую поверхность.

Нерабочее положение (останов) пресса

При нерабочем положении пресса все управляющие клапаны находятся в основном (нормальном) положении. Давление циркуляции, развиваемое насосом, действует на основную поверхность A_D клапанов (поз. 070, 080). Давление циркуляции передается через находящийся в нерабочем положении клапан управления (поз. 020) на поверхность управления клапана (поз. 080). Переключающий клапан (поз. 081) отсекает контур гидравлического масла от стороны узла подключения В. Производство давления циркуляции p_U на величину поверхности управления ($A_X = 107\%$; дополнительно – усилие пружины) держит клапан (поз. 080) закрытым против величины давления циркуляции, умноженной на величину основной поверхности ($A_D = 100\%$). В результате этого запорная полость рабочего цилиндра оказывается отсеченной от насоса.

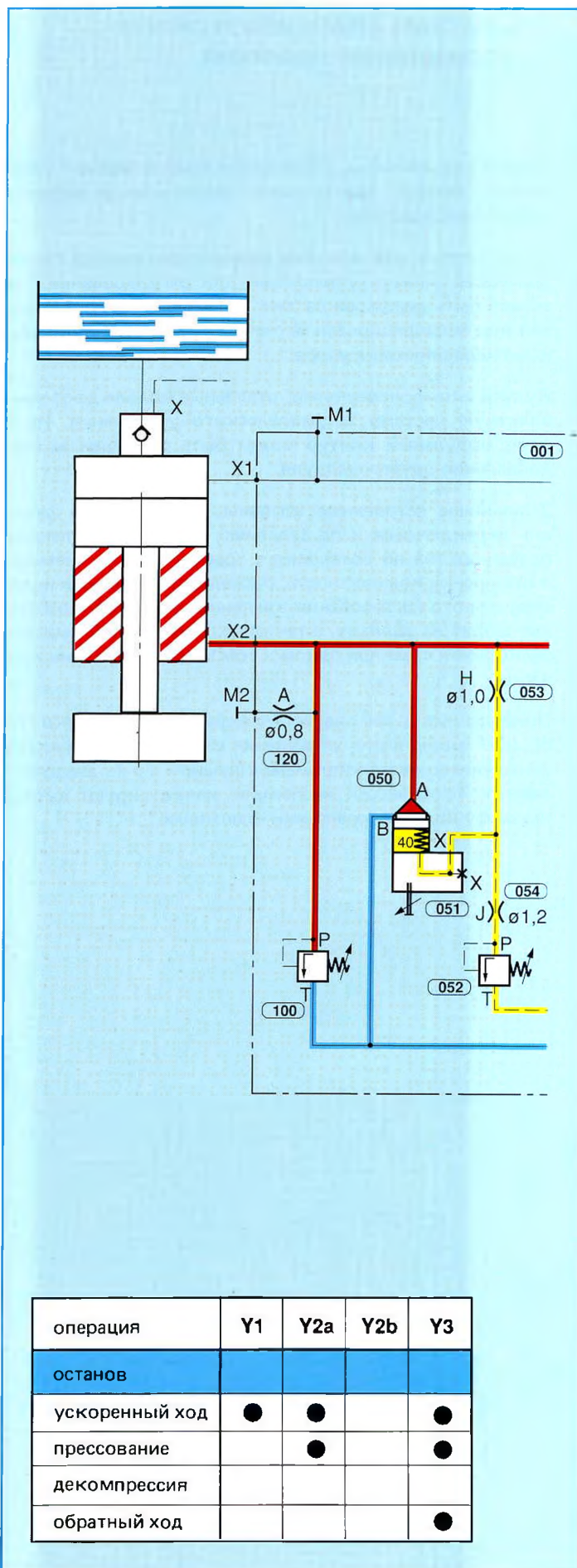
Собственный вес и нагрузка на шток поршня рабочего цилиндра создают давление (= давлению прижима) на кольцевую поверхность рабочего цилиндра. Клапан (поз. 100, предназначенный для защиты кольцевой полости) установлен на давление, которое выше давления прижима. Поэтому этот клапан защиты остается закрытым.

Клапан управления (поз. 052) установлен на давление, немного большее, чем давление прижима (в большинстве случаев на 10%). Давление прижима (p_H) действует на поверхность управления и основную поверхность клапана (поз. 050), обеспечивающего давление прижима, и держит затвор клапана за счет соотношения действующих усилий на поверхность управления (107% $\times p_H$) к основной поверхности (100% $\times p_H$) закрытым. При действии давления прижима на поверхность управления и основной клапан (поз. 060), обеспечивающий выдвигание рабочего поршня, также закрывается (клапан управления, поз. 010, – в нормальном положении), так как управляющий ограничительный клапан имеет уставку значительно выше давления прижима и соотношение поверхностей такое же, как и клапан, обеспечивающий давление прижима (107% – поверхность управления; 100% – основная поверхность). Давление прижима действует через переключающий клапан (поз. 071) на поверхность управления клапана (поз. 070) и закрывает соответствующий клапан против действия давления прижима, т.е. тем самым и против давления циркуляции.

При нормальном положении клапана (поз. 034) поверхность управления A_X клапана (поз. 030) разгружена. Клапаны (поз. 070 и 080), как уже было описано, закрыты. Давление циркуляции p_U открывает клапан (поз. 030) против усилия пружины. Поток от насоса поступает с давлением циркуляции, определяемым усилием запирающей пружины циркуляционного клапана (поз. 030) и условиями на установке (например, гидравлическим сопротивлением трубопроводов), в емкость.

При нерабочем положении пресса необходимо помнить, что клапаны (поз. 050 и 060), а также управляющий клапан (поз. 010) не являются абсолютно герметичными и поршень вместе с пуансоном могут поэтому с течением времени постепенно опускаться.

Рис. 170: Модуль управления прессом.
Операция: нерабочее положение



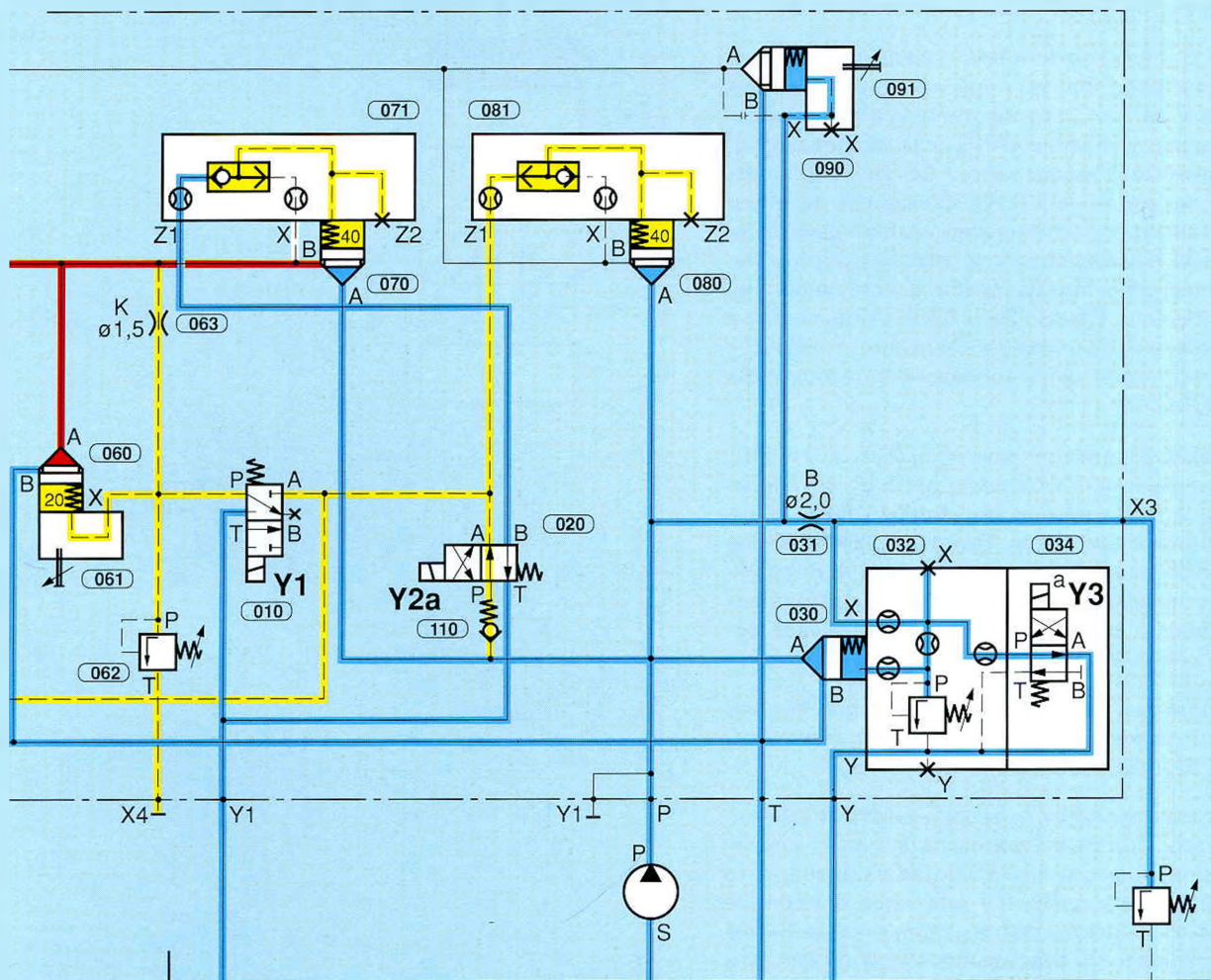


Схема ускоренного хода

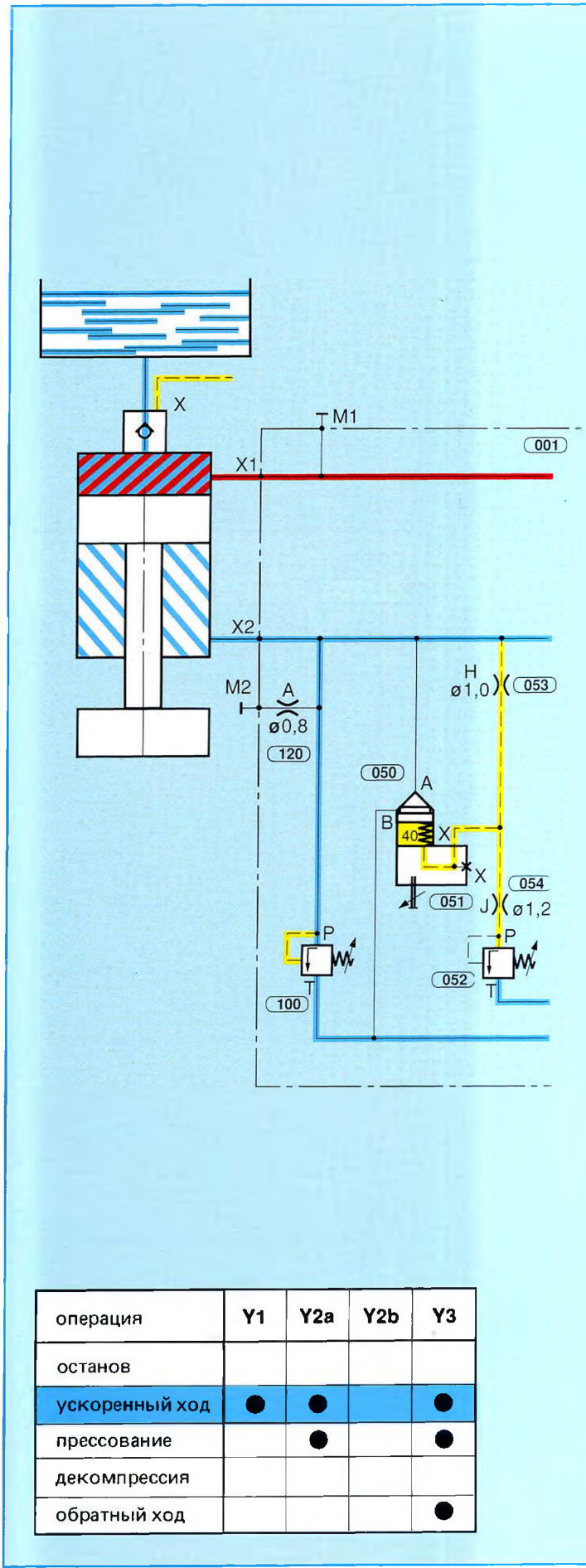
Схема ускоренного хода обеспечивает возможность быстрого выдвижения поршня с пуансоном за счет действия силы тяжести. В начале схемы ускоренного хода поток от насоса подается к запоршневому пространству рабочего цилиндра. Этим исключается задержка переключения при переходе от режима ускоренного хода к прессованию. При срабатывании управляющего клапана (поз. 034) подача гидравлического масла переключается на поверхность управления клапана (поз. 030), в результате чего его давления будет действовать на узел подключения Р управляющего ограничительного клапана (поз. 032). И если давление в узле подключения Р превысит уставку управляющего ограничительного клапана (поз. 032), то поток из линии управления будет сбрасываться в емкость. Поток в линии управления обеспечивает перепад давления за счет прохода через сопло (поз. 031).

Давление перед соплом соответствует давлению насоса, а значит и давлению на основную поверхность A_D клапана (поз. 030). Давление же проточного масла в линии управления на поверхность управления A_X клапана (поз. 030) соответствует давлению насоса минус Δp сопла. Если перепад давления на сопле (поз. 031) повысится, то изменится, следовательно, и соотношение усилий, действующих на основную поверхность клапана (поз. 030) и поверхность управления в пользу усилия, действующего на основную поверхность. Клапан (поз. 030) открывается и работает как клапан ограничения давления. Требуемое давление системы может быть установлено на пилотном клапане (поз. 032).

При включенных управляющих клапанах (поз. 010 и 020) управляющая поверхность клапана (поз. 060) разгружается в емкость и кольцевое пространство рабочего цилиндра соединяется с емкостью. Поток от насоса поступает через клапан (поз. 080) к поршню рабочего цилиндра. Поршень с пуансоном выдвигается под действием силы тяжести вниз и вытесняет масло из кольцевой полости рабочего цилиндра в емкость.

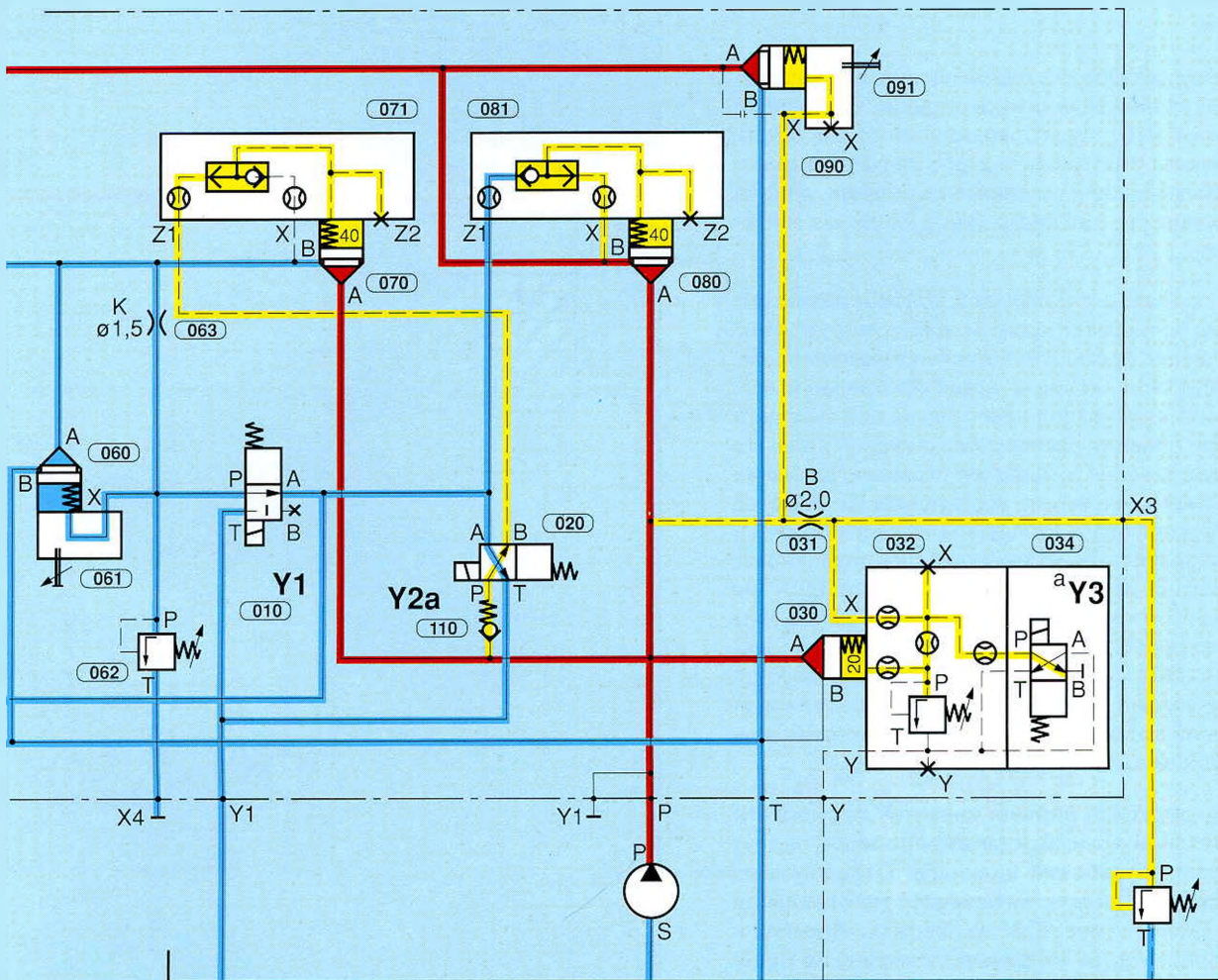
Скорость выдвижения поршня устанавливается при помощи системы ограничения хода затвора на клапане (поз. 060), который работает как регулятор расхода.

Так как при высокой скорости выдвижения поршня поток масла от насоса оказывается недостаточным для заполнения освободившегося пространства в цилиндре, то в запоршневой полости рабочего цилиндра образуется разряжение. И тогда открывается наполнительный клапан, дающий возможность всасывания масла из емкости в цилиндр.



операция	Y1	Y2a	Y2b	Y3
останов				
ускоренный ход	●	●	●	●
прессование		●		●
декомпрессия				
обратный ход				●

Рис. 171:
Модуль управления прессом.
Операция: ускоренный ход.



Прессование

При прессовании в возбужденном состоянии остаются только магниты Y2a и Y3. Для обеспечения максимально равномерной задержки при переходе от ускоренного хода к прессованию необходимо минимизировать пики давления, возникающие при переключении с режима ускоренного хода на режим прессования.

Чтобы держать в закрытом положении разгрузочный клапан (поз. 090) и циркуляционный клапан (поз. 030), управляющий клапан (поз. 034) остается во включенном положении. Давление насоса ограничивается на клапане (поз. 032).

Управляющий клапан (поз. 020) также остается во включенном положении, поток масла от насоса поступает далее через клапан (поз. 080) к запорной полости рабочего цилиндра.

Если будет дан сигнал датчика перемещений для какого-то определенного положения штока поршня, то управляющий клапан (поз. 010) будет переключен вновь в нормальное положение. В результате этого сначала закроется клапан, обеспечивающий выдвижение поршня, а кольцевая полость рабочего цилиндра более не будет соединена с емкостью.

Следовательно, давление в кольцевой полости возрастет. Клапан давления прижима откроется, как только в кольцевой полости будет превышено давление прижима. Величина хода отпирания клапана давления прижима согласована с количеством отводимого масла при скорости прессования при помощи системы ограничения хода. Но через небольшое сечение отпирания клапана давления прижима не может отводиться достаточное количество масла. Поэтому давление в кольцевой полости рабочего цилиндра будет возрастать до тех пор, пока поверхность управления клапана выдвижения поршня (поз. 060) не будет соединена при помощи управляющего клапана (поз. 062) с емкостью (выполнение функции по давлению, как на клапане (поз. 030)). Задержка при переходе с ускоренного хода на режим прессования закончена, если давление в кольцевой полости рабочего цилиндра приблизилось к давлению прижима.

Когда скорость движения поршня снизится до скорости прессования, наполнительный клапан закроется за счет снижения давления в рабочем цилиндре. Отводимая из кольцевой полости жидкость вытесняется при давлении прижима через клапан (поз. 050) в емкость. Переход с режима ускоренного хода на режим прессования производится бесступенчато.

Таким образом максимально возможное статическое усилие на штоке поршня без учета сил трения составляет:

$$F_{\text{прес. макс.}} = A_K \cdot p_0 + F_G - A_R \cdot p_H$$

A_K = поверхность поршня рабочего цилиндра

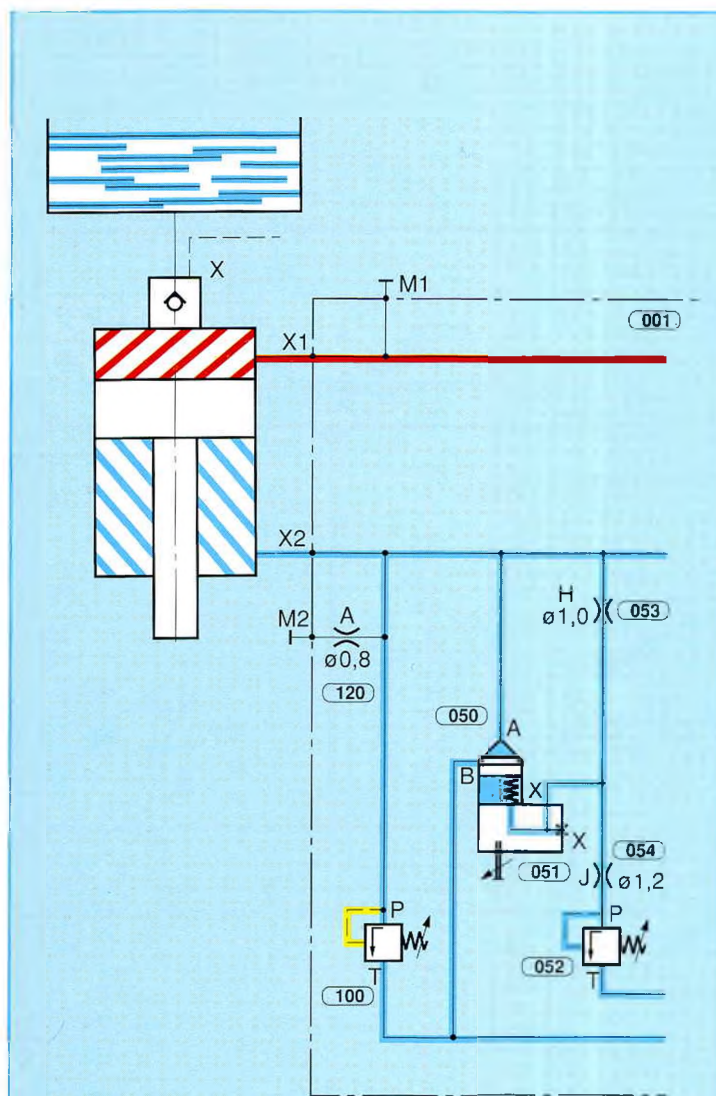
A_R = кольцевая поверхность рабочего цилиндра

p_0 = уставка по давлению на клапане поз. 032

p_H = уставка по давлению прижима на клапане поз. 052

F_G = усилие от нагрузки и собственного веса

Рис. 172:
Модуль управления прессом.
Операция: прессование.



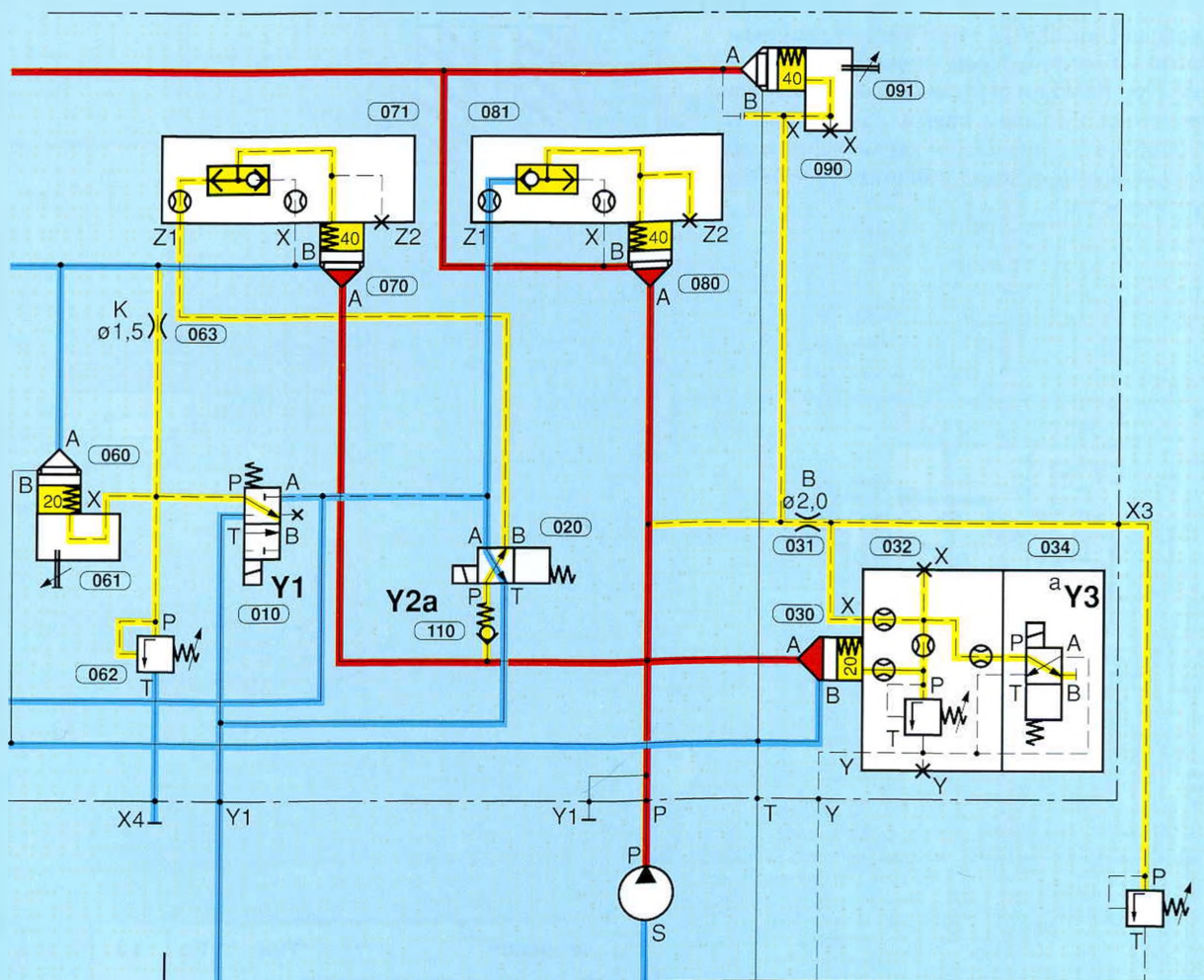
операция	Y1	Y2a	Y2b	Y3
останов				
ускоренный ход	●	●		●
прессование		●		●
декомпрессия				
обратный ход				●

Управляющий клапан (поз. 034) также остается во время прессования во включенном положении, чтобы держать закрытыми разгрузочный клапан (поз. 090) и циркуляционный клапан (поз. 030).

Давление насоса ограничено уставкой по давлению на клапане (поз. 032). Клапаны, выполняющие функции переключения рабочего цилиндра, представляют собой отдельные коммутационные элементы с индивидуальным управлением. Если, например, кольцевая полость

будет отсечена неправильным соединением от емкости, а поршень в это время будет находиться под давлением, то получится превышение давления в кольцевой камере, вызванное давлением на поршень (соотношение поверхностей = соотношение давлений).

Чтобы избежать ущерба, обусловленного неправильным срабатыванием, кольцевая полость защищена непосредственно управляемым клапаном (поз. 100).



Декомпрессия

После прессования перед переключением схемы на режим обратного хода находящееся под давлением масло в поршневой полости и в трубопроводе должно быть сдросселировано под контролем для предотвращения ненужных нагрузок на уплотнения, клапаны и линии в результате гидравлических ударов в системе в целом и особенно в обвязке емкости. Кроме того необходимо составить схему отвода масла от насоса непосредственно в емкость.

Все клапаны управления переключены — как и для нерабочего положения пресса — в нормальное положение.

Затвор циркуляционного клапана (поз. 030) открывается, так как полость управления его соединена при помощи клапана (поз. 034) с емкостью. При работе в схеме циркуляции поверхность управления разгрузочного клапана (поз. 090) тоже соединена с емкостью. На основую поверхность A_D разгрузочного клапана (поз. 090) действует давление прессования.

Разгрузочный клапан (поз. 090) открывается усилием прессования. Масло из запоршневой полости дросселируется в емкость. При помощи системы ограничения хода затвора разгрузочного клапана время декомпрессии может быть согласовано с технической характеристикой машинного оборудования (размеры цилиндра, величина давления прессования и т.д.).

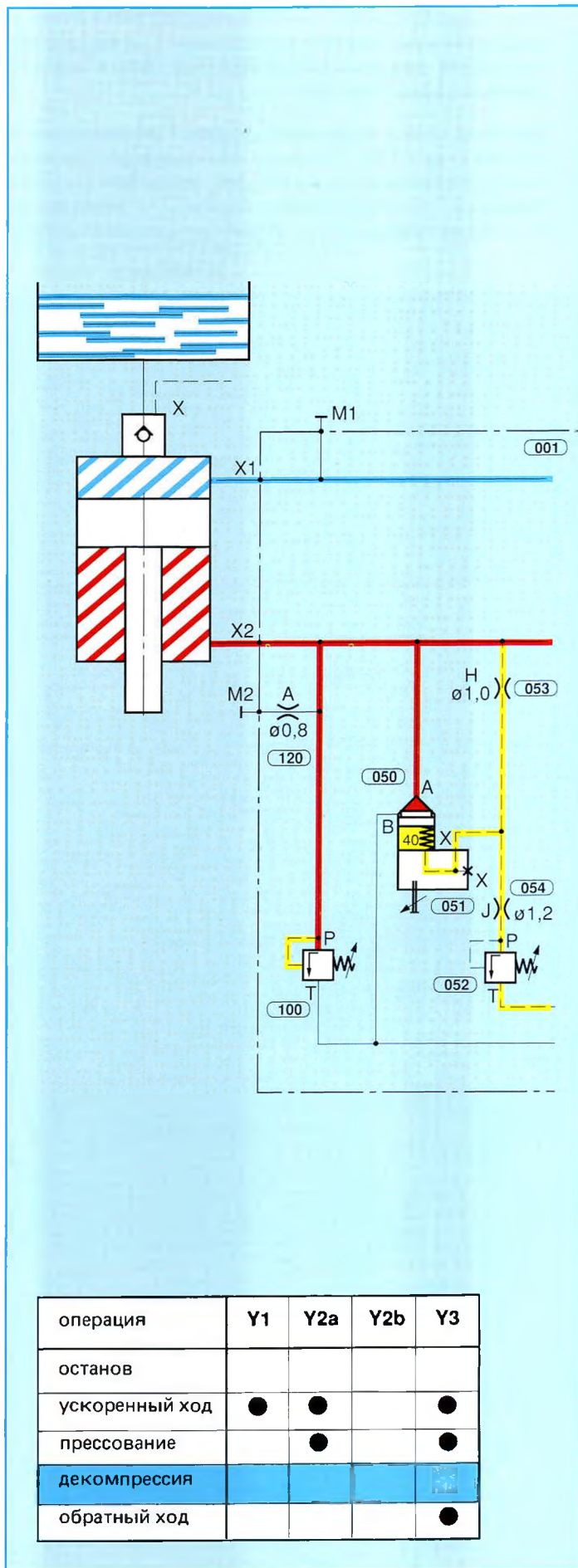
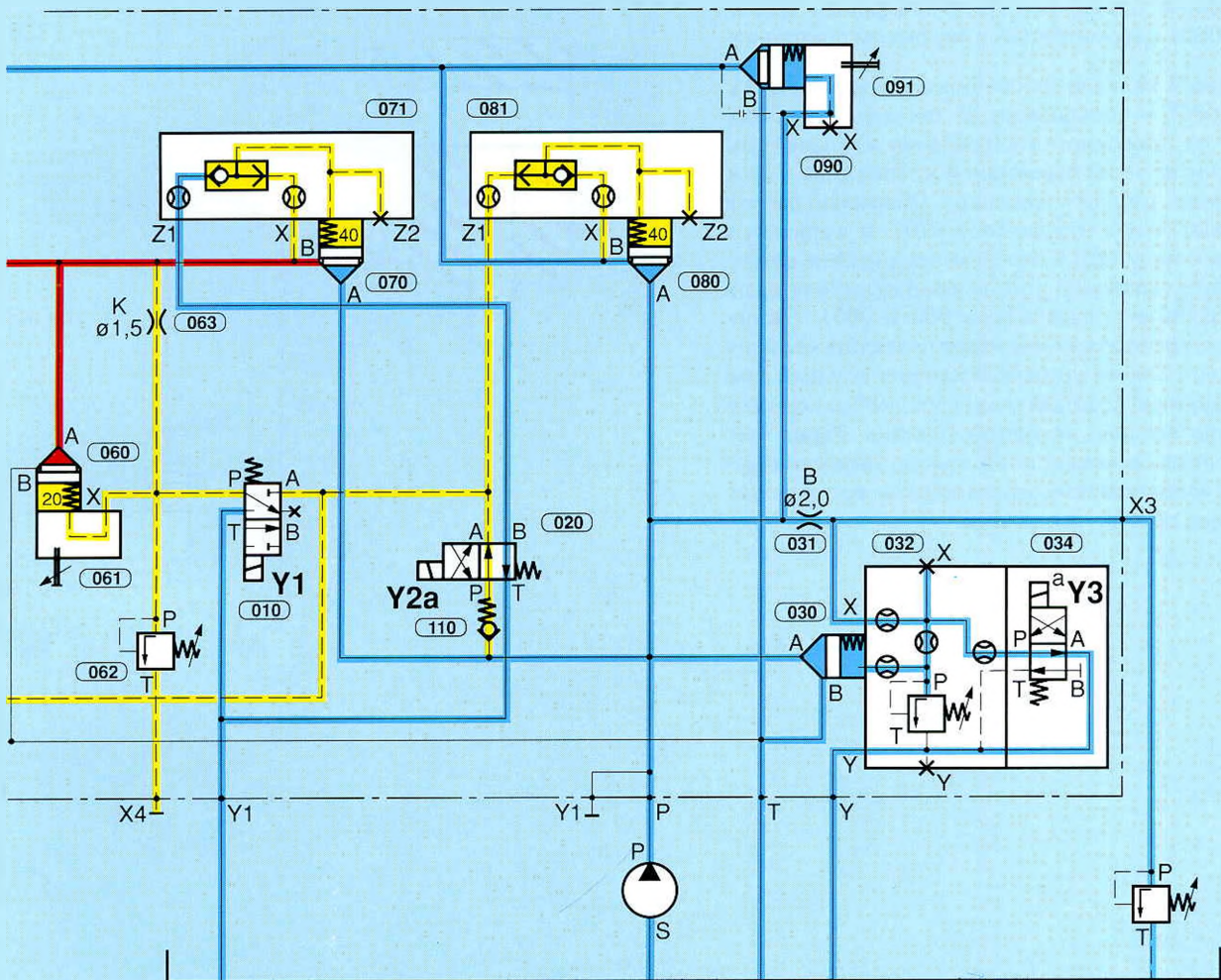


Рис. 173:
Модуль управления прессом.
Операция: декомпрессия.



Обратный ход

Наполнительный клапан открывается путем переключения внешнего управляющего клапана.

В результате обратного хода поршень рабочего цилиндра вместе со штоком и грузом перемещается обратно на исходную позицию.

Объемный расход насоса направляется непосредственно к кольцевой камере рабочего цилиндра.

Управляющий клапан (поз. 034) включается, перепускной клапан (поз. 030) закрывается. Объемный расход насоса не может теперь поступать больше к баку и нарастает давление для приподнимания поршня с грузом.

Управляющие клапана (поз. 020 и 010) находятся на основном положении, вследствие этого встроенные клапана (поз. 060 и 080) удерживаются в закрытом состоянии.

Давление насоса в наличии на основной поверхности A_D клапана (поз. 070) и повышается до тех пор, пока рабочая жидкость на поверхности управления клапана (поз. 070) не вытеснится через перекидной клапан (поз. 71) к кольцевой камере рабочего цилиндра. Объемный расход насоса поступает через клапан (поз. 070) в кольцевую камеру рабочего цилиндра и передвигает поршень вверх. Под воздействием давления в кольцевой камере поддерживаются закрытыми клапана (поз. 050 и 060). Напорная жидкость в расположенной напротив поршневой полости направляется через открытый наполнительный клапан к баку. Обратный ход будет закончен, когда поршень достигнет снова верхней исходной позиции. Перед тем, как будет начинаться новый цикл прессы, переключаются на верхнем исходном положении поршня все управляющие клапана на основную позицию.

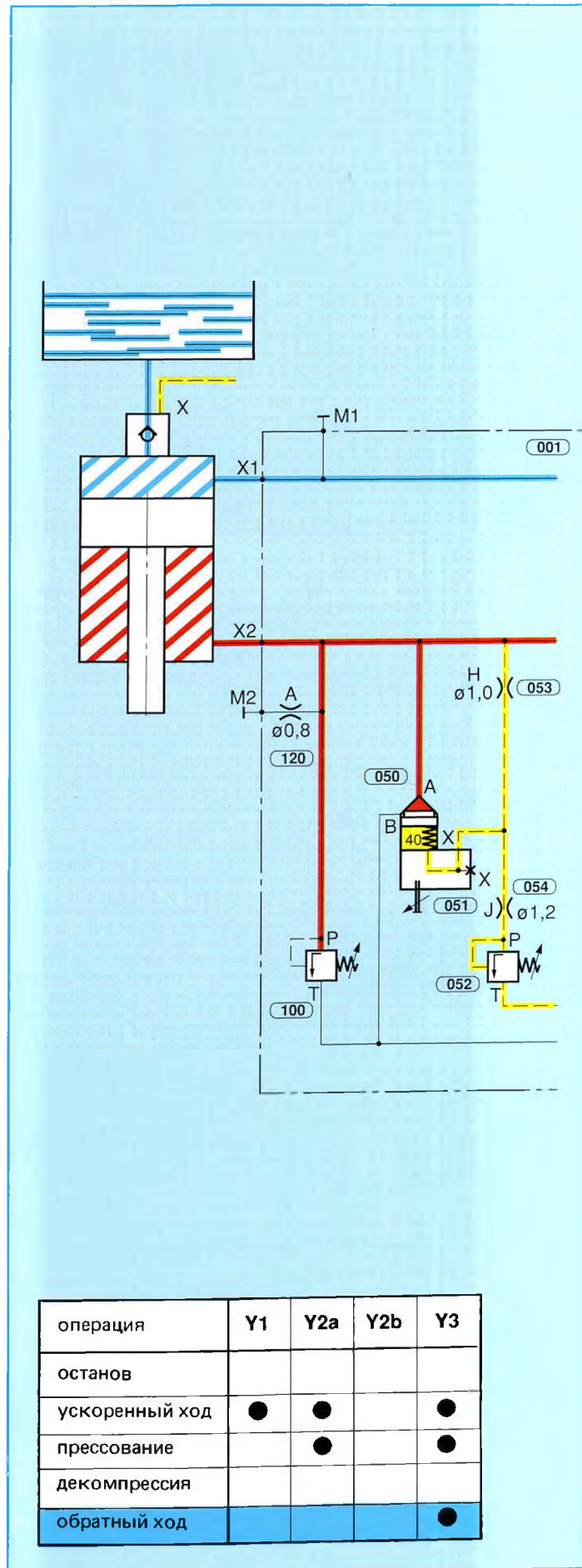
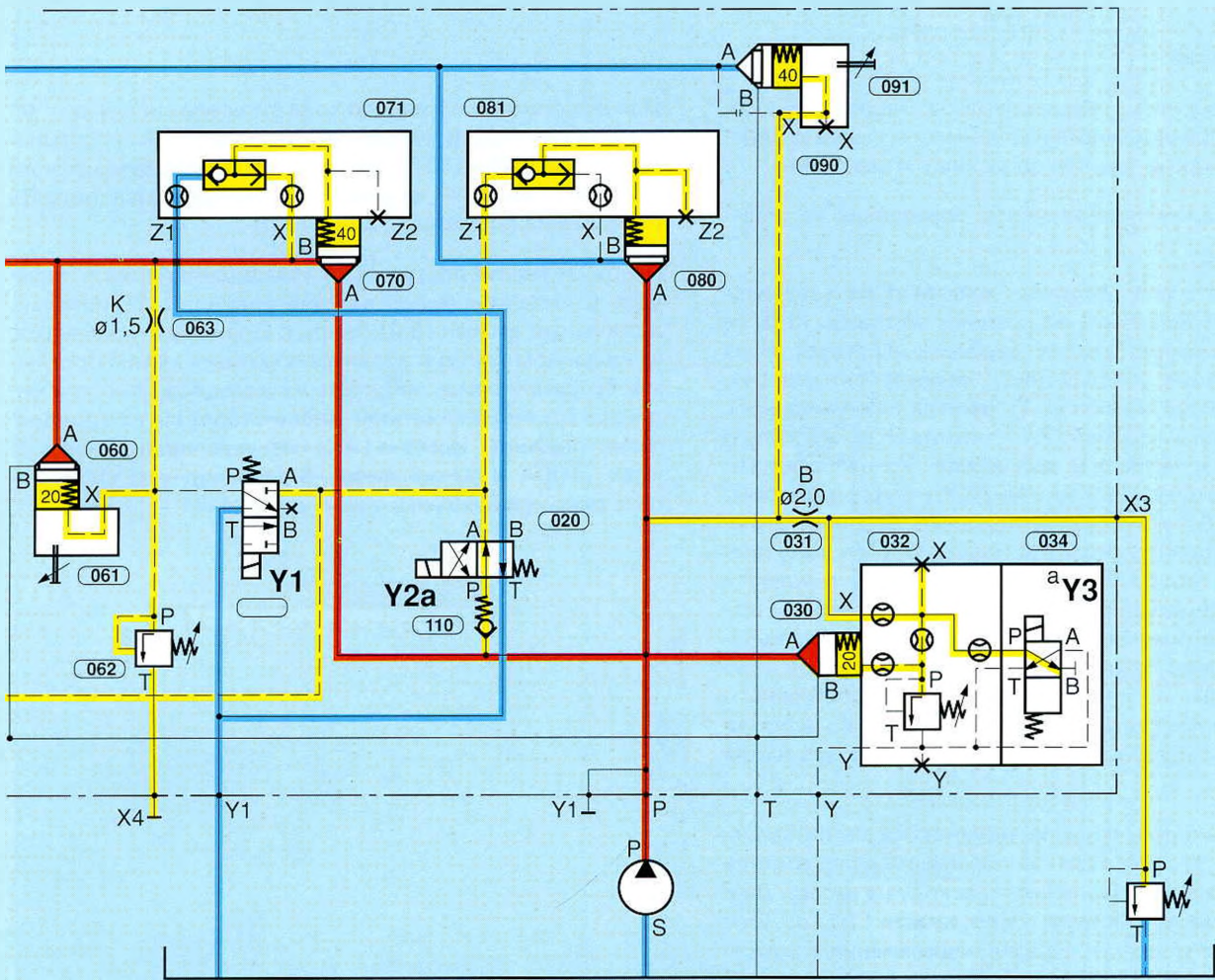


Рис. 174:
Модуль прессы, функция:
обратный ход



2. Система управления вертикального станка для наружного протягивания

В данном случае схема выполнена в виде блока управления со встроенными и пристроенными клапанами.

Основанием для использования в данном случае 2-линейных встроенных клапанов является необходимость применения различных типоразмеров клапанов и обусловленный этим большой спектр скоростей, различных для каждого типа машинного оборудования.

Так, например, необходимые расходы лежат в диапазоне от 50 до 1900 литров в минуту.

Принцип действия

Обеспечение системы гидравлической жидкостью осуществляется при помощи регулируемого насоса с электронной установкой задания по расходу и давлению.

Нормальное положение (элементы управления не действуют).

Развиваемое насосом давление действует на узел подключения А 2-линейных встроенных клапанов (1.0) и (3.0). Одновременно это же давление действует через линию управления (желтый цвет), обратный клапан (4), а также пилотный клапан (1.1) на узел подключения Т ограничительного клапана (2.1), который за счет этого удерживается в закрытом положении. Точно также это давление действует через клапан (1.1, от узла подключения Р к узлу В) в полости размещения пружины клапана (1.0) и дополнительно через клапан (1.1, от узла подключения Р к узлу А), а также клапан (3.1) в полости размещения пружины клапана (3.0). Таким образом оба 2-линейных встроенных клапана оказываются запертыми в направлении потока от узла подключения А к узлу В. Действующее на цилиндр давление от собственного веса поршня и протяжки тоже держит 2-линейный встроенный клапан через линию управления (6) в закрытом положении.

Для выполнения протягивания включаются магниты клапанов (1.1 и 2.1). При этом одновременно производится установка задания по давлению и расходу на насосе. Давление управления действует через клапан (1.1, от узла подключения Р к узлу В) на узел подключения Х клапана (1.0), который за счет этого остается в закрытом положении. И наоборот: на 2-линейном встроенном клапане (3.0) полость размещения пружины (а также узел подключения Т клапана 2.1) оказываются разгруженными. Гидравлическая жидкость поступает от насоса после узла подключения А (красный цвет) и В (зеленый цвет) в цилиндр на сторону штока, который, двигаясь вниз, и обеспечивает выполнение протягивания.

Отводимая со стороны поршня гидравлическая жидкость вытесняется в емкость через 2-линейный встроенный клапан (2.0) против установленного на пилотном клапане (2.1) сопротивления (противодавление 24 бар).

Для выполнения обратного хода включаются магнит "b" (на клапане 1.1) и магнит "a" (на клапане 3.1). Ограничительный клапан (2.1) блокирован. Одновременно через распределительный клапан (1.1) разгружается полость размещения пружины клапана (1.0).

Поток от насоса поступает от узла подключения А через узел В в запоршневую полость цилиндра. 2-линейный встроенный клапан (2.0) закрыт. Поршень выдвигается, что в данном случае и является обратным ходом протяжки. Гидравлическая жидкость из кольцевой полости цилиндра (со стороны штока) вновь отводится против действия пружины клапана (3.0) от узла подключения В через узел А в линию насоса. В данном случае представлена дифференциальная схема управления.

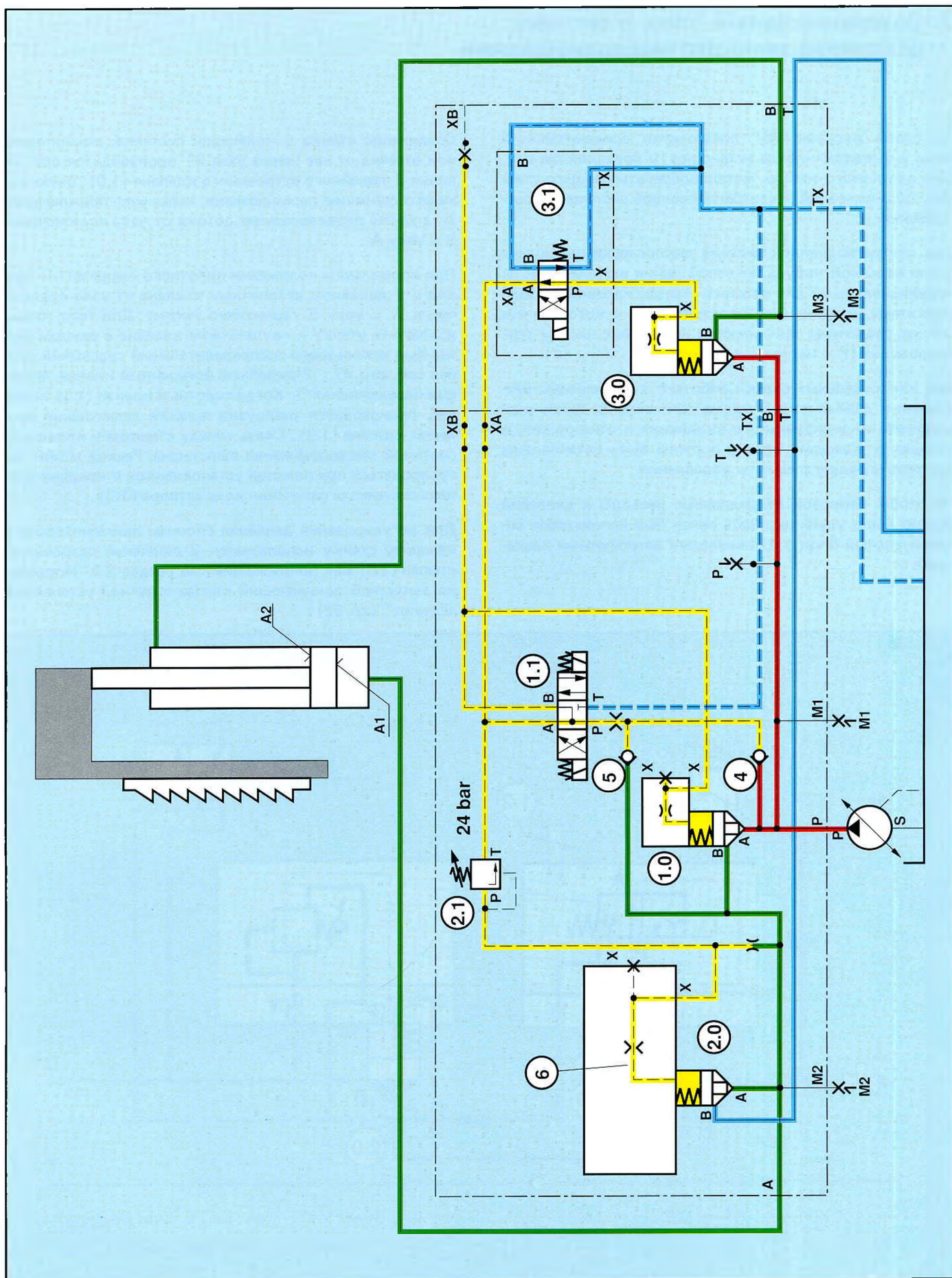


Рис. 175

3. Соединительный блок в системе централизованного маслоснабжения

На схеме (рисунк 176) представлен соединительный блок для какой-нибудь установки (в большинстве случаев для какого-нибудь металлообрабатывающего станка), подключенной к централизованной системе маслоснабжения.

При централизованной системе маслоснабжения подача масла на какой-нибудь поточной линии выполняется не индивидуальными для каждого станка гидравлическими агрегатами, а одним централизованным, с которым все станки соединены при помощи кольцевых систем трубопроводов (P – насос, T – емкость).

Так как отдельные станки работают с различными расходами и давлениями и кроме того должны иметь возможность индивидуального включения и отключения, в отводах к каждому станку должны быть установлены соответствующие элементы управления.

Но чтобы несмотря на различные расходы и давления можно было унифицировать связи был использован соединительный блок с 2-линейными встроенными клапанами.

Соединение станка с кольцевой системой маслоснабжения или отсечка от нее (через узел B) производится при помощи 2-линейного встроенного клапана (1.0), выполняющего функцию переключения, через узел подключения A, а также переключением потока от узла подключения B к узлу A.

При нормальном положении пилотного клапана (1.1) проход в 2-линейном встроенном клапане от узла подключения A к узлу B герметично закрыт. Для того, чтобы исключить утечку и на пилотном клапане в данном случае был использован распределительный седельный клапан (см. стр. 47, "2-линейный встроенный клапан. Функции переключения"). Когда пилотный клапан (1.1) включен, производится разгрузка полости размещения пружины клапана (1.0). Связь между станком и кольцевой системой маслоснабжения выполнена. Расход может регулироваться при помощи установленной в крышке клапана системы ограничения хода затвора (1.2).

Для регулирования давления системы применительно к каждому станку используется 2-линейный встроенный клапан (2.0) как понижающий (см. раздел 2.2 "Нормально закрытый понижающий клапан с ручной установкой задания", стр. 92).

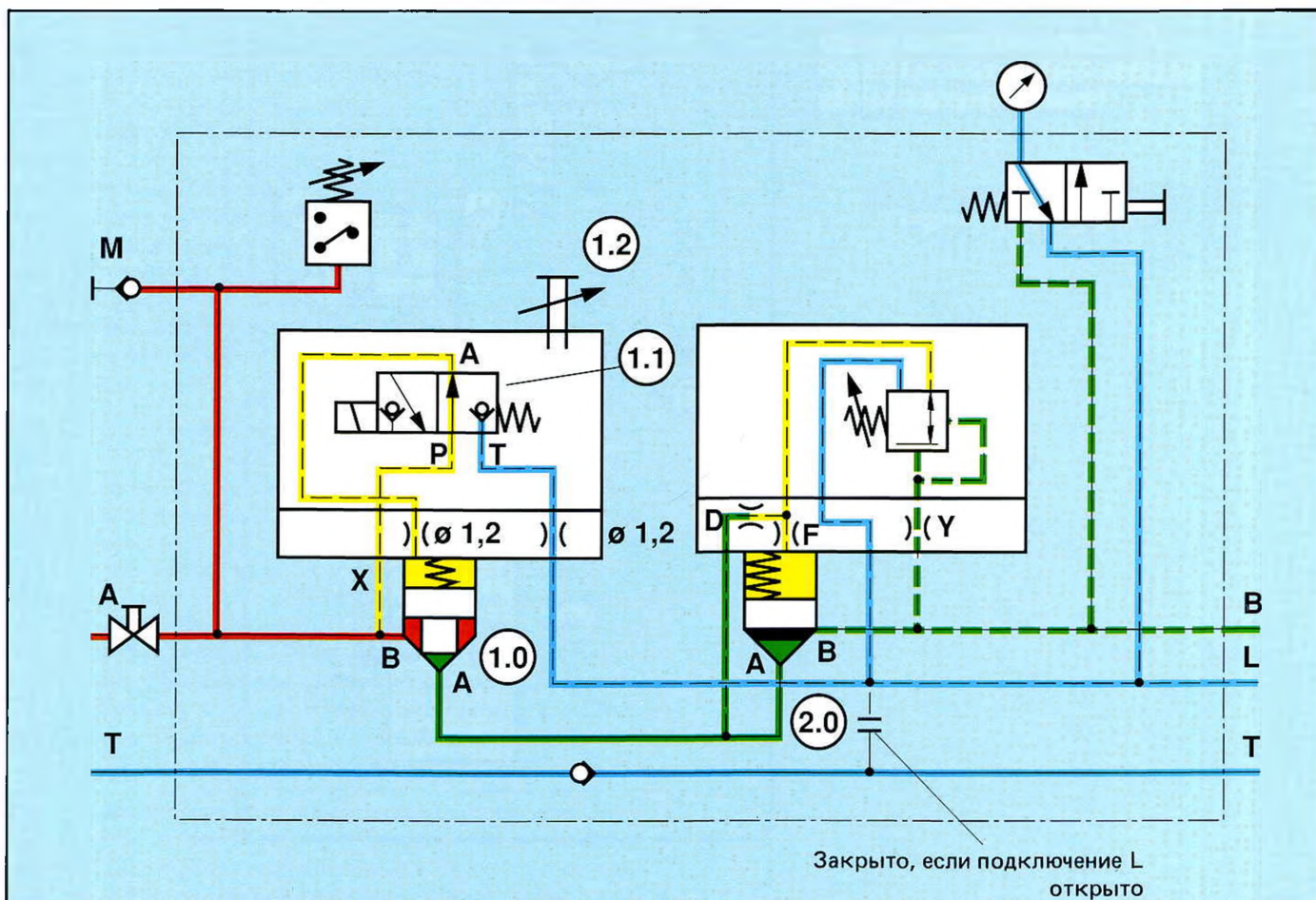


Рис. 176: Соединительный блок в централизованной системе маслоснабжения

Для заметок

Для заметок

2-линейный встроенный клапан	34, 121	Диаметр сопла	72
2-линейный встроенный клапан, задача	9	Дифференциальная схема управления	21, 32 110, 111, 138
2-линейный встроенный клапан, рабоч. подклоч.	9	Дроссельный обратный клапан	30, 62
2-линейный клапан постоянного перепада давления	107	Задержка	104
2-линейный пропорциональный регулятор расхода	104	Затвор диафрагмы	104
2-линейный регулятор расхода	106, 112, 113	Затвор клапана	11
2-ступенчатое ограничение давления	79	Затвор распределительного клапана	68
3-линейный регулятор расхода	113	Защита от превышения давления	84
4/3-распределительный золотниковый клапан	16	Золотниковый клапан	90
Активное управление	62, 77	Изменение нагрузки	106
Без давления	121	Изменение скорости	30, 59
Варианты исполнения	55	Изображение конструкции	37
Варианты управления	53	Имеющие утечки	50
Варианты условных обозначений	37	Индивидуальное управление	22, 24
В зависимости от давления	17, 27, 100	Исполнение 50%	56
Вибрация	73	Исполнения	56
Виды управления	37	Использование в качестве ограничительного клапана	93
Возможности использования	9	Клапан постоянного перепада давления	93, 94 103, 104, 106, 108, 109, 112, 113
Время декомпрессии	134	Кольцевая поверхность	11
Время запираия	56, 61, 62, 120	Кольцевая поверхность 50%	55
Время отпирания	56	Кольцевая поверхность 7%	35, 55
Время переключения	60, 61	Комбинация функций	15
Время пробег	15	Компенсация нагрузки	106, 110, 111
Время разгрузки	119	Конструкция клапана	9, 10
Вставка	9	Контур регулирования	104, 114
Встроенный комплект	9, 11	Крышка клапана	9, 11, 37
Втулка	9, 11	Логический элемент	9
Выбор пружины	56, 71	Масло утечки	50
Выбор сопла	60	Минимальный перепад давления	109
Выдвижение	121	Модуль	127
Выполнение дросселирования	93	Модуль управления прессом	127
Выталкивающая сила	27	Монтажные размеры	12, 13, 15
Гашение	72, 75	Нагрузка положительная	110
Герметичный	34, 38, 44, 128, 140	Нагрузка отрицательная	110
Гидравлические удары	136	Направление запираия	11, 17, 21, 24, 52
Гидравлический удар	75, 119	Направление отпирания	17, 21, 24, 41, 52, 62
Гидравлическое сопротивление	72	Направление потока	55, 56, 59, 63, 103
Давление в контуре циркуляции	73	Обзор	35
Давление во вторичном контуре	94	Обозначение	9
Давление под действием веса	118	Обратный клапан	44, 45
Давление отпирания	56	Ограничение давления	67
Давление подключения	97	Ограничение давления системы	117
Давление управления	130	Ограничение хода	30, 59, 93 103, 119, 122, 130, 132, 136, 140
Датчик перемещений	104, 114		
Декомпрессия	59, 119, 124, 134		
Демпфирующее сопло	106		
Демпфирующее устройство	58, 59, 103, 119, 123		

Ограничительный встроенный клапан	112	Седельно-золотниковый затвор	67, 68, 71, 72
Основная поверхность	11	Седельно-золотниковые клапаны	90
Основной затвор	47, 68	Седельный затвор	35, 67, 68, 71, 72, 94
Основные функции	35	Сечение потока	103, 104
Оптимизация	34	Система высокого давления	98
Отсечка	38, 78, 94	Система низкого давления	98
Пассивное управление	62, 73, 75	Скорости потока	63
Переключающий клапан	28, 29, 30, 49, 50, 120, 128	Скорость запираания	60
Перепад давления	50, 59, 63, 104, 108	Скорость отпирания	62, 119
Пик давления	130	Скорость прессования	132
Пилотный клапан	20	Смена давлений	50
Поверхности	11, 55	Снижение давления	35, 62, 67, 93, 94, 106, 107
Поверхность касания	50	Снижение давления	140
Поверхность управления	16, 132	нормально закрытое	92
Подача масла	37, 38	нормально открытое	90
Подключение по давлению	62, 67, 97	Соотношение давлений	130
Полость размещения пружины	121, 138, 140	Соотношение поверхностей	55, 56, 128, 130
Понижающий клапан	96, 98	Сопло	22, 60, 61, 62, 68, 72, 119, 130
Правила	37	Сравнение	34
Превышение давления	30, 124, 130	Стандартизация	12
Предел производительности	15, 34, 63, 91, 93, 108	Стандартное сопло	61
Предел производительности клапана постоянн. переп.	107	Стандартные блоки управления	34
Преимущества	15	Стоимость	33
Признаки	34	Сторона, на которой расположена пружина	11
Применение	15	Схема защиты	104
Пример схемы	16	Схема разгрузки	76
Примеры использования	32, 51	Схема распределительного клапана	16
Принятый перепад давления	108	Схематическое изображение конструкции	37
Проблема сроков пробег	34	Типоразмер	12, 32, 61, 71, 106, 108
Проектные затраты	34	Точка дросселирования	106, 108
Пропорциональный клапан	114	Указания по использованию	55
Пропорциональный ограничительный клапан	88, 94, 112	Управление	37, 38
Пропорциональный регулятор расхода	103	Управление от внешнего источника	52
Противодавление	123	Управление по линии узла подключения А	40
Процесс отпирания	56	Управление по линии узла подключения В	44, 46
Пружина	9, 64	Управление по линиям узлом подключения А и В	49
Разгруженный контур	20, 76	Управление распределительным клапаном	22
Разгрузка	119	Управляемая диафрагма	114
Расположение	62	Управляемый затвор	9
Расположение сопла	60	Управляемый магнит	104
Распределительный золотниковый клапан	22, 31, 34, 47	Управляющая кромка	22, 34
Распределительный седельный клапан	47, 50, 140	Управляющее отверстие	11
Регулирование давления	71	Управляющий клапан	11
Регулирование расхода	62, 104	Управляющий объем	59, 60
Регулятор расхода	35, 103, 104, 114, 130	Управляющий ограничительный клапан	130
Свойства	15, 34	Управляющий элемент	9
Седло	11	Усилие в направлении запираания	41
Седло клапана	11	Усилие в направлении отпирания	41
		Усилие отпирания	108

Усилие пружины	17, 27
Усилия	21, 24, 52
Усилия в направлении запираания	11
Усилия в направлении отпирания	11
Усилия запираания	11
Условное обозначение по образцу	37
Условные обозначения	37
Установка задания	104
Установочное отверстие	12
Утечка	34, 38, 47, 63, 140
Форма фланца	12, 13
Функции переключения	9, 35, 37, 68, 103, 120, 140
Функция ограничения давления	35, 67, 68, 71, 73, 76 78, 79, 88, 109, 113, 117
Функция по давлению	9, 67, 68, 117, 127
Функция расхода	9, 30, 103
Функция регулирования расхода	62, 103
Характеристика	61, 91, 104
Характеристика клапана	108
Характеристика отпирания	62, 119
Характеристика переключения	56
Характеристика пружины	108
Характеристика с точки зрения утечек	63
Характеристика $\Delta p - Q$	59, 63, 108
Характеристики	71
Циркуляция	20, 117
Электронное пропорцион. регулирования давления	88
Эффект дросселирования	103
Эффективные поверхности	50

Для заметок

Настоящий учебник и справочник фирмы Маннесманн Рексрот содержит следующие основные разделы:

Введение в технические основы 2-линейных встроенных клапанов. — 2-линейные встроенные клапаны. Функции переключения. — Функции переключения. Варианты исполнения и указания по использованию. — 2-линейные встроенные клапаны. Функции по давлению. — 2-линейные встроенные клапаны. Регулирование расхода. — Построение схем управления с применением 2-линейных встроенных клапанов. — Примеры выполненных схем управления с применением 2-линейных встроенных клапанов.

До настоящего времени в серии "Учебный курс по гидравлике" вышли в свет:

- "Основы и компоненты гидравлики"; Учебный курс по гидравлике, том 1.
- "Пропорциональные и сервоклапаны"; Учебный курс по гидравлике, том 2.
- "Проектирование и сооружение гидроустановок"; Учебный курс по гидравлике, том 3.
- "2-линейные встроенные клапаны"; Учебный курс по гидравлике, том 4.