

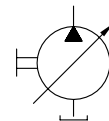
# Краткое руководство по эксплуатации регулируемых аксиально-поршневых насосов (тип V30D) согласно документам D 7960 и D 7960 Z

In/line

## 1. Монтаж насоса

При монтаже гидравлического насоса в гидравлическую систему необходимо установить соединения в перечисленных ниже местах сопряжения.

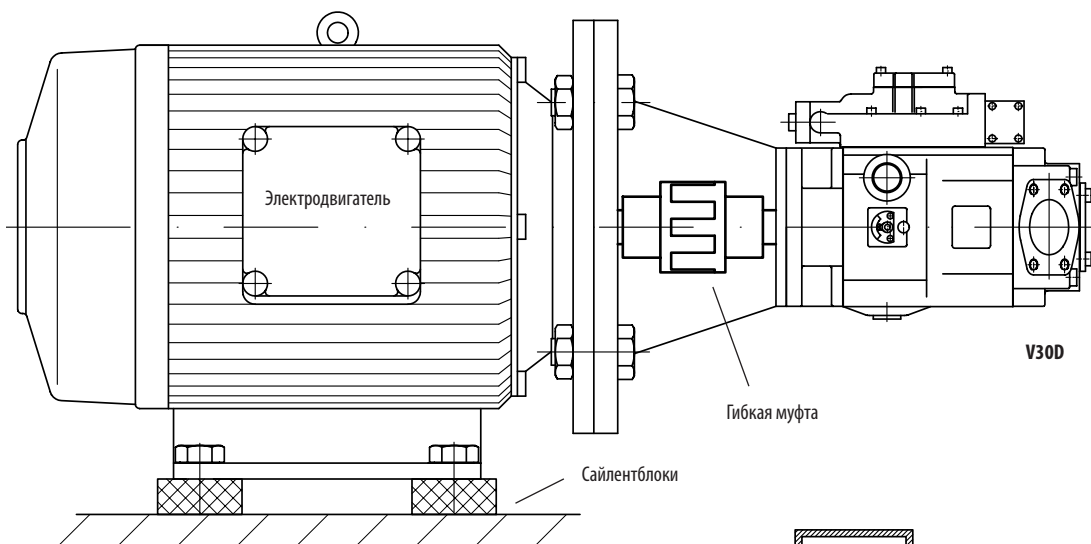
- Механическое основное соединение корпуса насоса с монтажным фланцем.
- Механическое гибкое соединение приводного вала с приводным двигателем.
- Гидравлическое частично гибкое соединение всасывающего фланца с масляным баком.
- Гидравлическое частично гибкое соединение патрубка линии отвода утечек масла с масляным баком.
- Гидравлическое частично гибкое соединение патрубка с напорной стороны с клапанами или непосредственно с потребителями.
- Гидравлическое гибкое соединение посредством шланговой сигнальной линии (при использовании регулятора с предварительным управлением).
- Гидравлическое соединение со вспомогательным насосом (при управлении объемным расходом).
- Электрическое соединение с электромагнитами (при электрическом пропорциональном управлении).
- Гидравлическое соединение с баком для удаления воздуха из корпуса насоса (при монтажном положении с вертикальным валом насоса).



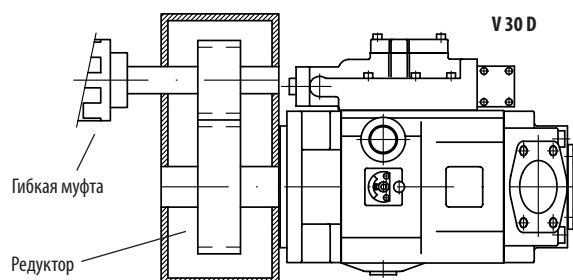
1.2

## 2. Исполнение интерфейсов между насосом и системой

- Механическое основное соединение между корпусом насоса и монтажным фланцем приводного двигателя или редуктора должно быть непосредственным и достаточно жестким; как правило, оно осуществляется без гибких промежуточных элементов. За счет этого корпуса приводного двигателя и приводимого в действие насоса образуют единый узел, который можно уложить на упругие сайлентблоки.



- Между приводным валом и валом насоса следует установить гибкую муфту. За счет этого предотвращаются торсионные вибрации коленчатого вала (который является частью вала насоса). Если между двигателем и насосом расположен карданный вал или раздаточный редуктор, достаточно одной упругой муфты.



**HAWE**  
HYDRAULIK

HAWE HYDRAULIK SE  
STREITFELDSTR. 25 • 81673 MÜNCHEN (ГЕРМАНИЯ)

**B 7960**

Руководство по эксплуатации V30D

## 2.1 Линия всасывания, самовсасывающий насос

Всасывающий фланец насоса должен быть самым узким местом линии всасывания (иметь самое маленькое сечение во всей линии).

В расчете на каждый метр дополнительной длины шланга линии всасывания диаметр должен увеличиваться на 1 см. Всасывающий патрубок в баке должен быть самым широким местом линии всасывания (иметь самое большое сечение). Конец всасывающего патрубка в баке должен быть срезан под углом  $45^\circ$  или оснащен входной воронкой. При наличии нескольких всасывающих патрубков в баке они должны быть расположены на расстоянии как минимум  $5d$  ( $d$  – соответствующий диаметр) друг от друга.

Расстояние от входного отверстия до уровня масла должно составлять не менее  $8d$ , расстояние до дна бака – не менее  $2d$ .

Переходы в местах изменения диаметра должны быть выполнены в виде обтекаемых конусов; изгибы труб должны иметь максимально возможный радиус. Не допускается уменьшение внутреннего диаметра встроенными запорными кранами.

Если к одному главному трубопроводу подключены несколько линий всасывания, то поперечное сечение главного трубопровода должно равняться сумме сечений отдельных линий или превышать ее. Переход между главным и вспомогательным трубопроводом должен осуществляться посредством конического переходника, который не должен вдаваться внутрь сечений соответствующих линий.

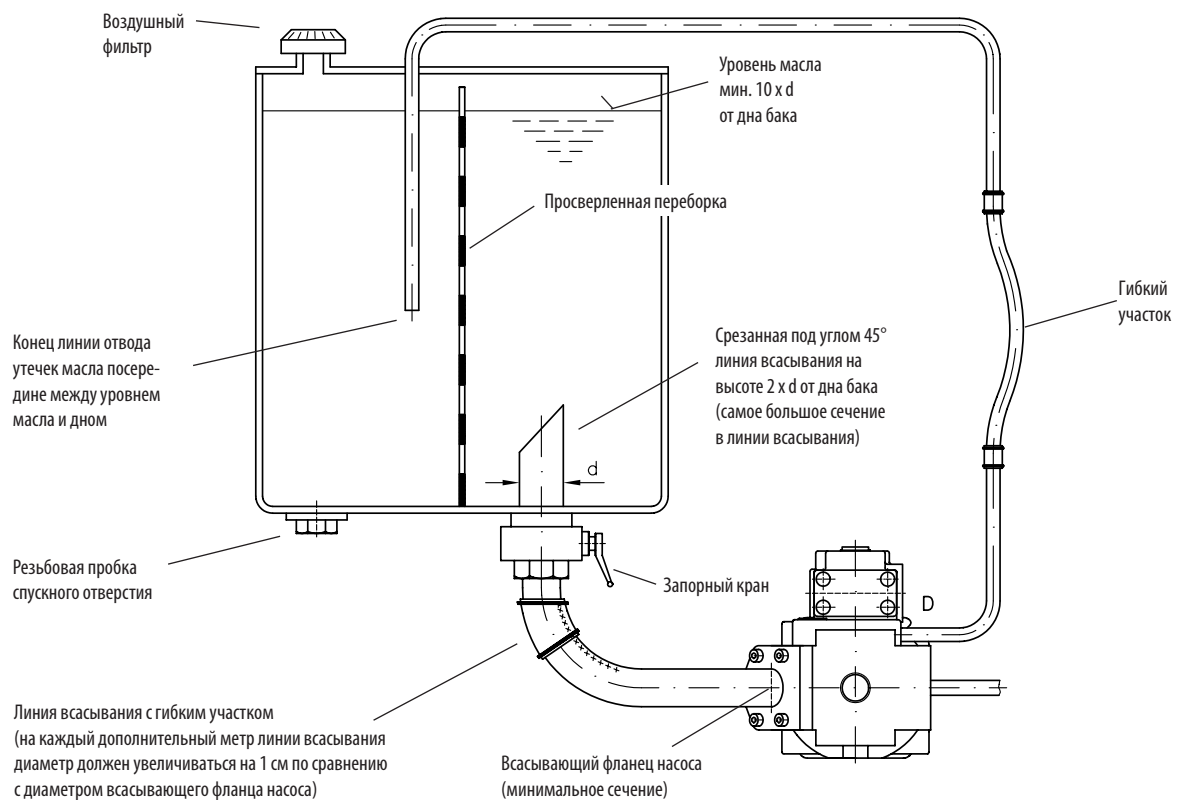
Участок линии всасывания в непосредственной близости от насоса должен быть исполнен в форме гибкого шланга или оснащен гибким компенсатором. При монтаже компенсатора следует учитывать, что его продольная ось должна находиться в одной плоскости с продольной осью насоса. За счет этого обеспечивается преимущественно поперечная нагрузка на компенсатор при крутильных колебаниях насоса. Если это условие не соблюдено, возникающие продольные нагрузки могут приводить к разрыву струи, результатом чего будут кавитация и повышенный шум.

### ● Бак

Бак должен состоять из нескольких (как минимум двух) камер, разделенных перегородками. Это позволяет пространственно изолировать обратную линию и линию отвода утечек масла от всасывающих патрубков, благодаря чему загрязнения успевают осесть, а воздушные пузыри – лопнуть.

Фильтр и радиатор устанавливаются в обратной линии или вспомогательном контуре. Вентиляция бака осуществляется с помощью воздушного фильтра достаточного размера; это значит, что расход воздуха при давлении  $0,1 \text{ бар } \Delta p$  должен как минимум равняться максимальному расходу масла.

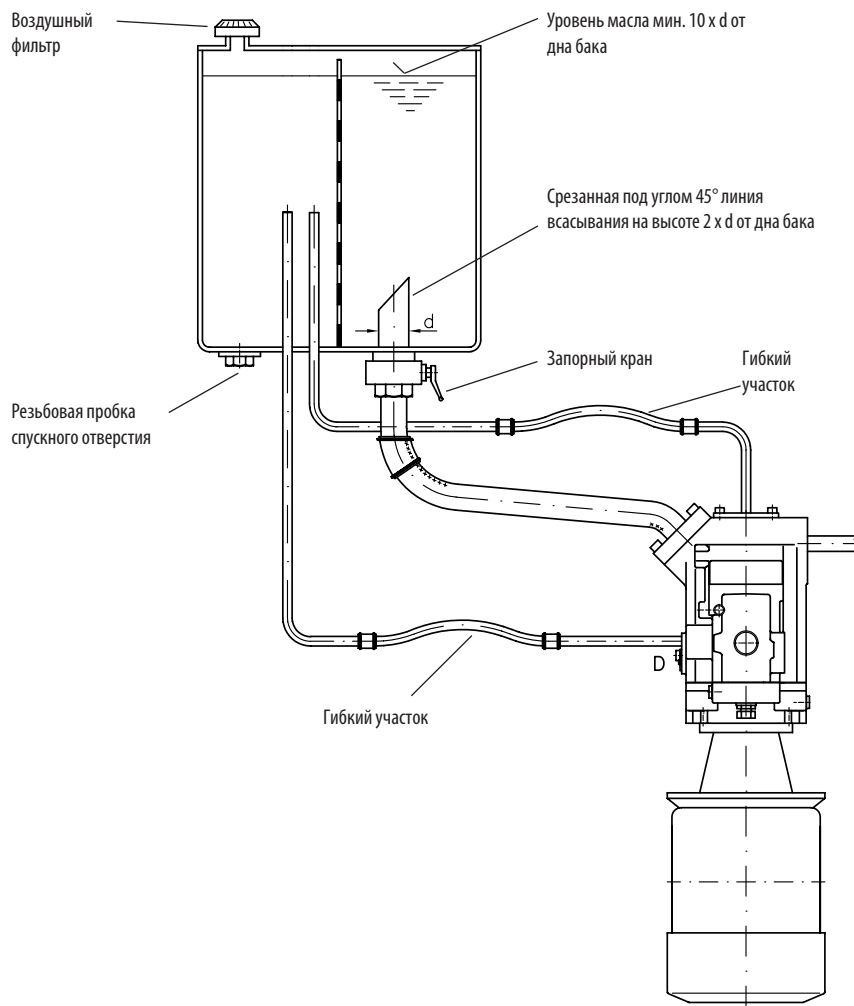
Уровень масла должен быть выше всасывающего патрубка насоса. Линия всасывания может соединять бак и насос по прямой. Однако более эффективным является исполнение в виде дуги с провисанием, чтобы при наличии воздуха в масле он мог быстро подниматься в бак и насос и улетучиваться. Нельзя использовать исполнение с одной или несколькими выгнутыми вверх дугами, поскольку в верхней точке такой линии будет собираться воздух, из-за чего некоторое время (пока воздух не будет унесен потоком или растворен в масле) будут возникать кавитация и ненормальные шумы.



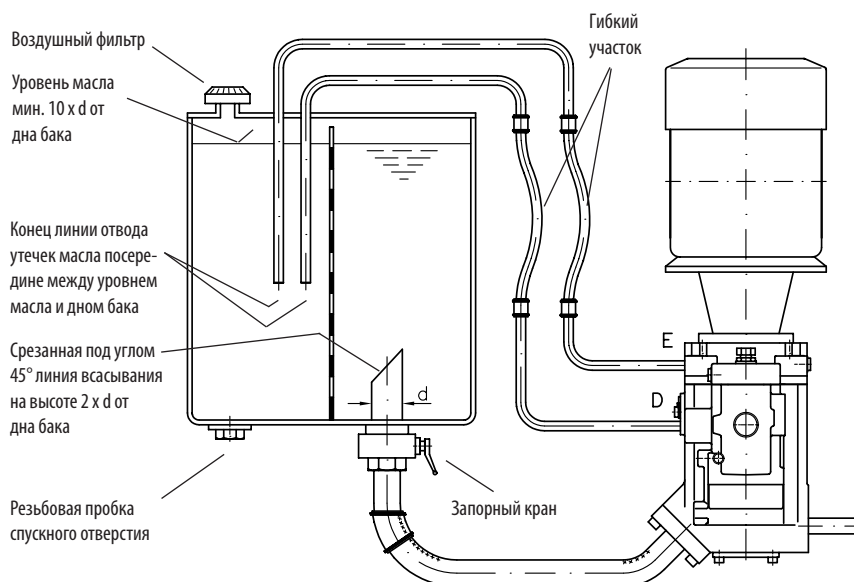
V 30 D -..

## 2.2 Линия отвода утечек масла

- Если сторона привода расположена снизу, то в стандартной конфигурации насоса непосредственное соединение для удаления воздуха не предусмотрено. В этом случае можно заказать нестандартную крышку. Запрещено уменьшать диаметр каких-либо линий отвода утечек масла и удаления воздуха. При объединении линий необходимо соответствующим образом увеличить сечение. Концы линий отвода утечек масла и удаления воздуха должны располагаться примерно посередине между уровнем масла и дном бака.



- Корпус насоса оснащен 2–3 соединительными резьбовыми соединениями для отвода утечек масла. При стандартном монтажном положении (горизонтальный вал) для отвода утечек масла используется верхнее соединение.
- При монтажном положении с вертикальным валом требуется дополнительное соединение для выпуска воздуха с верхнего конца насоса. Если сторона привода насоса расположен сверху, то используется соединение для выпуска воздуха E (G 1/4) на опоре люльки. Не рекомендуется монтировать изделие в таком положении!



### 3. Процессы регулировки с использованием насоса как исполнительного органа

Регуляторы насоса измеряют давление в напорной системе и корректируют отклонения, соответствующим образом изменяя рабочий объем насоса.

Регулируются следующие параметры системы:

- давление в системе (регулирование давления);
- перепады давления в системе (регулирование расхода с помощью диафрагмы);
- производство рабочего объема и давления в системе (регулирование крутящего момента или мощности).

Поскольку характеристика этих регулируемых величин зависит не только от насоса, но и от конфигурации всей напорной системы (в том числе от типа нагрузки), очевидно, что регуляторы насоса необходимо согласовать с соответствующей системой и характеристикой нагрузки.

Различаются напорные системы трех типов:

- короткая линия, преимущественно трубопровод, с небольшим объемом масла под давлением;
- длинные линии, преимущественно шланги, с большим объемом масла под давлением;
- длинные линии с большим газовым гидроаккумулятором и большим объемом масла под давлением.

#### 3.1 Предварительные настройки

Перед вводом гидравлической установки в эксплуатацию необходимо наполнить линию всасывания и, при необходимости, удалить из нее воздух, а также наполнить корпус насоса и двигателя.

Из соображений безопасности регулятор давления насоса, а также главный предохранительный клапан должны быть почти полностью открыты.

После включения насоса настраивается низкое давление, при котором из бака могут улетучиться остатки воздуха, а также могут быть полностью смазаны все подвижные детали.

Примерно через 5...10 минут практически весь воздух будет удален, и можно будет постепенно повышать давление с помощью регулятора давления и предохранительного клапана. Для окончательной настройки давление на предохранительном клапане устанавливается на уровень 30...40 бар выше номинального давления. Предохранительный клапан фиксируется в этом положении. После этого можно понизить установочное значение регулятора давления до номинального уровня.

#### 3.2 Регулирование давления (система с постоянным давлением)

##### а) Простое регулирование давления: регулятор давления типа N

В небольших напорных системах с короткими линиями (преимущественно трубопроводами) можно эффективно применять простой регулятор N.

Благодаря использованию мощной измерительной пружины, которая должна принимать на себя полное усилие измерительного давления поршня клапана, это изделие отличается относительно низким усилением. Под усилением понимается степень открытия клапана при отклонении давления.

Поскольку предварительное натяжение мощной измерительной пружины, рассчитанной на 400 бар, при давлении менее 150 бар не обеспечивает полного открытия клапана, что ограничивает скорость позиционирования исполнительного механизма, для диапазонов малого и среднего давления (≈ 250 бар) следует использовать более слабую пружину (тип N400 или N250).

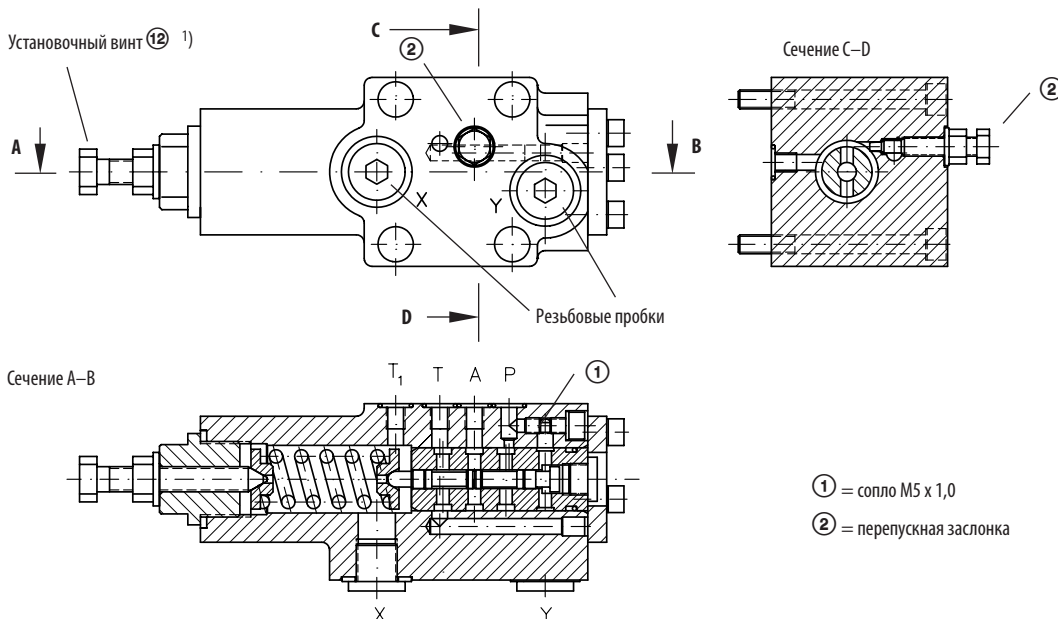
Для согласования с напорной системой или стабилизации давления регулятор N оснащен перепускной заслонкой ②.

При предварительной настройке перепускная заслонка открывается на 1/4...1/2 оборота. Эта настройка подходит для наиболее распространенного объема масла под давлением – примерно 2,5 л. Для более точного регулирования при меньшем объеме среды под давлением можно открыть перепускную заслонку шире, а при большем объеме – плотнее закрыть ее.

Если даже после юстировки перепускной линии возникают колебания, можно смонтировать выпускное сопло ①. В стандартном исполнении оно монтируется сбоку корпуса поршня исполнительного механизма в месте с маркировкой «U», что позволяет гасить колебания даже в комбинациях регуляторов (чертеж см. в пункте 3.5).

Если корпус поршня исполнительного механизма подготовлен для установки регулятора мощности, выпускное сопло монтируется непосредственно в регулятор мощности или в сменную крышку регулятора мощности в месте с маркировкой «U» (рекомендованный диаметр сопла: M6 x 0,8 при малом размере насоса или M6 x 1,6 для типа V30D-250). Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и тем самым обеспечивает гашение колебаний.

#### Регулятор давления типа N или ND



1) **Внимание!** Перед настройкой в достаточной мере отпустить контргайку, чтобы освободить завулканизированное уплотнительное кольцо и исключить возможность его повреждения.

### ● Настройка регулятора давления типа N (прямого действия)

При вводе в эксплуатацию установить установочные винты в указанные ниже начальные положения.

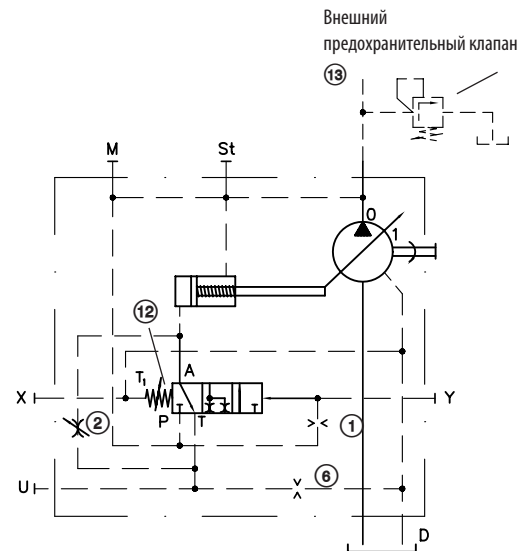
1. Настраиваемую перепускную заслонку открыть на ② 1/4...1/2 оборота.  
Инструменты: комбинированный гаечный ключ размером 10 мм
2. Выпускное сопло ⑥ (см. пункт 3.5)  
Демонтировать резьбовую пробку «U» (M6) и проверить выпускное сопло M6 (если установлено) на предмет загрязнений.  
Инструменты: шестигранные торцевые ключи 5 и 3 мм
3. Установочный винт для настройки давления ⑫  
Отпустить гайку Seal-Lock и отворачивать установочный винт, пока не ослабится пружина сжатия.  
Инструменты: два комбинированных гаечных ключа размером 13 мм

**Внимание!** Перед настройкой в достаточной мере отпустить контргайку, чтобы освободить завулканизированное уплотнительное кольцо и исключить возможность его повреждения.

4. Проверить, настроено ли низкое давление на внешнем предохранительном клапане в канале подключения гидронасоса ⑬. При необходимости отвернуть установочный винт.

Ориентировочное значение для регулирования

	$\Delta p$ (бар/об)
N 250	54
N 400	82



① = сопло M5 x 1,0

② = перепускная заслонка

⑥ = открыто, по выбору – сопло M6 x 1,2 (0,8...1,6)

### b) Регулирование давления с гашением колебаний: регулятор давления типа ND

В больших напорных системах с длинными трубо- и шлангопроводами усиление или разрешающая способность сигнала должны быть больше, чем в системе, рассмотренной в пункте а).

Регулятор давления прямого действия типа ND оснащен измерительной пружиной с такой же силой сжатия, как и в регуляторе давления типа N. Но регулятор ND отличается специальным поршнем, который обеспечивает значительно более высокую разрешающую способность сигнала.

Давление насоса направляется в регулирующий поршень через продольное отверстие и поперечные отверстия в кольцевой канавке направляющей поршня со стороны пружины.

Поле давлений в кольцевом зазоре между поршнем и втулкой сводит к минимуму трение, возникающее из-за поперечных составляющих усилия пружины. Благодаря этому поршень может реагировать даже на самые незначительные изменения давления, обеспечивая более высокую разрешающую способность сигнала давления.

За счет этого данное изделие подходит и для более крупных напорных систем (см. пункт с), а также для напорных систем с газовым гидроаккумулятором (см. пункт d).

Поскольку предварительное натяжение мощной измерительной пружины, рассчитанной на 400 бар, при давлении менее 150 бар не обеспечивает полного открытия клапана, что ограничивает скорость позиционирования исполнительного механизма, для диапазонов малого и среднего давления следует использовать более слабую пружину, рассчитанную на 200 бар (тип ND 400 или ND 250).

Для согласования с напорной системой или стабилизации давления регулятор типа ND оснащен перепускной заслонкой ②.

При предварительной настройке перепускная заслонка открывается на 1/4...1/2 оборота. Эта настройка подходит для среднего объема масла под давлением – примерно 5 л. Для более точного регулирования при меньшем объеме среды под давлением можно открыть перепускную заслонку шире, а при большем объеме – плотнее закрыть ее.

Если даже после юстировки перепускной линии возникают колебания, можно смонтировать выпускное сопло ⑥ (рекомендованный диаметр сопла M6 x 0,8 при малом размере насоса или M6 x 1,6 для типа V30D-250). В стандартном исполнении оно монтируется сбоку корпуса поршня исполнительного механизма в месте с маркировкой «U», что позволяет гасить колебания даже в комбинациях регуляторов (чертеж см. в пункте 3.5).

Если корпус поршня исполнительного механизма подготовлен для установки регулятора мощности, выпускное сопло должно монтироваться непосредственно в регулятор мощности или в сменную крышку регулятора мощности в месте, обозначенном маркировкой «U». Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и тем самым обеспечивает гашение колебаний.

Условное обозначение, чертеж, а также настройка аналогичны регулятору давления типа N (см. пункт 3.2.а).

### с) Регулирование давления с предварительным управлением: регулятор давления (тип Р)

В больших напорных системах с длинными трубо- и шлангопроводами усиление или чувствительность измерения либо разрешающая способность сигнала должны быть больше, чем в системе, рассмотренной в пункте а).

Регулятор давления с пилотным управлением Р оснащен значительно более слабой измерительной пружиной, а следовательно, имеет более высокую разрешающую способность, за счет чего его можно эффективно применять в больших системах.

Измерительная пружина не ограничивает диапазон давления, поскольку давление задается управляющим напорным клапаном, расположенным до регулятора (пилотным клапаном).

Для согласования с напорной системой или стабилизации давления регулятор Р оснащен перепускной заслонкой ② и демпфирующей предварительной заслонкой ③ пилотного клапана. Кроме того, между регулятором Р и пилотным клапаном должна иметься сигнальная линия с достаточной емкостью. Расчетный объем масла составляет от 50 до 100 мл.

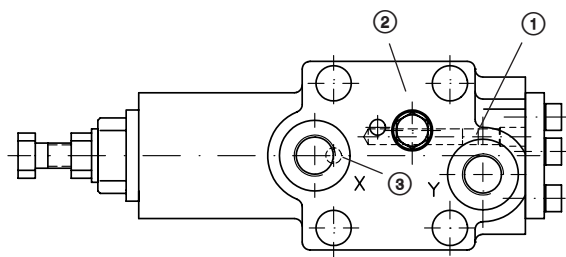
При предварительной настройке перепускная заслонка открывается на 1/4...1/2 оборота. Если объем напорной системы меньше 5 л, то можно открыть перепускную заслонку шире, а при большем объеме перепускную заслонку следует плотнее закрыть. С помощью демпфирующей предварительной заслонки ③ пилотного клапана управляющий поток масла, подаваемый на регулятор Р, накапливается при открытом пилотном клапане так, чтобы давление насоса достигало 50 бар. В этом положении предварительная заслонка фиксируется.

Если настраиваемый диапазон давления должен начинаться со значения менее 50 бар, то объем масла в сигнальной линии должен достигать максимального предела (100 мл) расчетного значения. Благодаря этому можно без колебаний настраивать давление в диапазоне 25–30 бар. Если даже после юстировки перепускной заслонки и предварительной заслонки, а также при правильном объеме в сигнальной линии возникают колебания, можно смонтировать выпускное сопло ⑥ (рекомендованное сопло: М6 х 0,8 при малом размере насоса или М6 х 1,6 для типа V30D-250).

В стандартном исполнении оно монтируется сбоку корпуса поршня исполнительного механизма в месте с маркировкой «U», что позволяет гасить колебания даже в комбинациях регуляторов (чертеж см. в пункте 3.5).

Если корпус поршня исполнительного механизма подготовлен для установки регулятора мощности, выпускное сопло должно монтироваться непосредственно в регулятор мощности или в сменную крышку регулятора мощности в месте, обозначенном маркировкой «U». Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и обеспечивает гашение колебаний.

#### Регулятор давления типа Р



- ① = сопло М5х1,0
- ② = перепускная заслонка
- ③ = резьбовая шпилька М6  
в Т<sub>1</sub> см. чертеж в разрезе в пункте 3.2. а)

### ● Настройка регулятора давления типа P (с пилотным управлением)

При вводе в эксплуатацию установить установочные винты в указанные ниже начальные положения.

1. Настраиваемую перепускную заслонку открыть на ② 1/4... 1/2 оборота.  
Инструменты: комбинированный гаечный ключ размером 10 мм
2. Выпускное сопло ⑥ (см. пункт 3.5)  
Демонтировать резьбовую пробку «U» (M6) и проверить выпускное сопло M6 (если установлено) на предмет загрязнений.  
Инструменты: шестигранные торцевые ключи 5 и 3 мм
3. Демпфирующая предварительная заслонка ⑨  
Отпустить гайку Seal-Lock и установить иглу дросселя в начальное положение: открыто на 1...2 оборота  
Инструменты: шестигранный торцевой ключ размером 4 мм  
накидной ключ размером 13 мм
4. Установочный винт для настройки давления на пилотном предохранительном клапане ⑩  
в начальном положении полностью открыт
5. Внешний предохранительный клапан в канале подключения гидронасоса ⑬  
Проверить, настроено ли низкое давление. При необходимости отвернуть установочный винт.

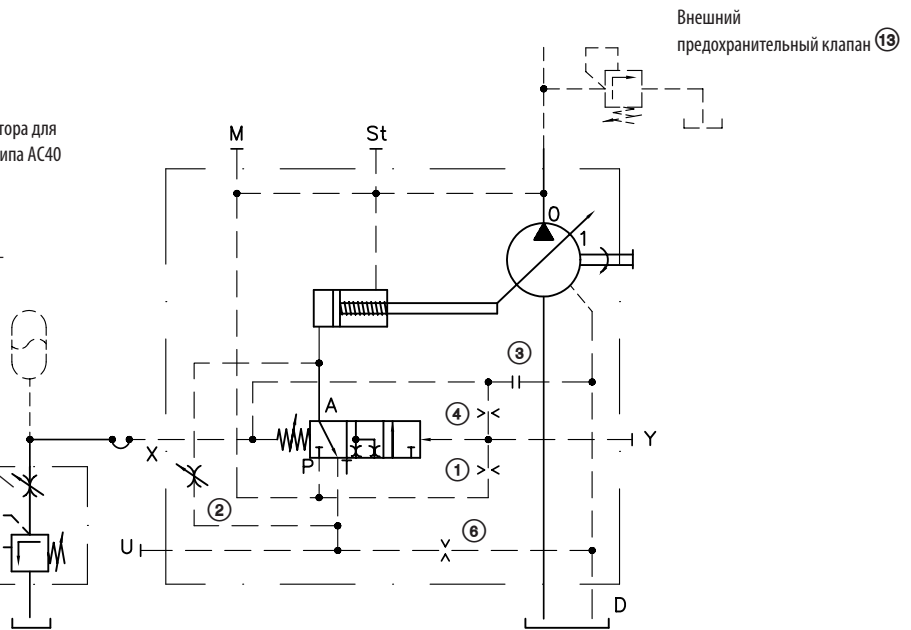
Возможно использование гидроаккумулятора для увеличения объема системы, например, типа AC40 согласно D 7571

Применение рекомендуется в:

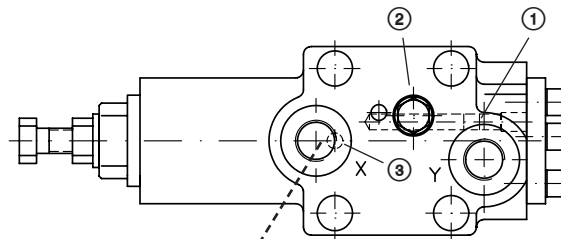
- системах с несколькими насосами (параллельное подключение аксиально-поршневого регулируемого насоса);
- напорных системах большого объема.

Демпфирующая предварительная заслонка ⑨

Пилотный предохранительный клапан ⑩

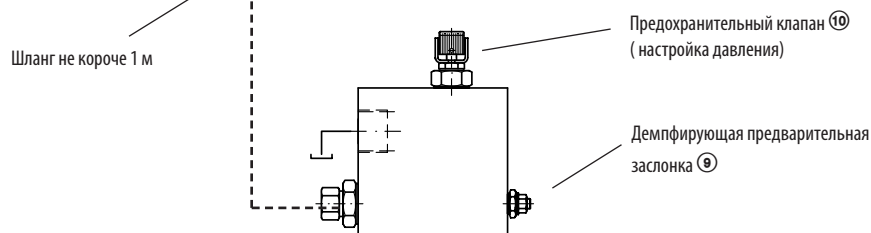


### Регулятор давления типа P



- ① = сопло M5 X 1,0
- ② = перепускная заслонка
- ③ = резьбовая шпилька M6 в T<sub>1</sub>  
(см. чертеж в разрезе в пункте 3.2. а)
- ④ = сопло 0,8 мм
- ⑥ = сопло M6 x 1,2 (0,8...1,6)

### Пилотный предохранительный клапан



**d) Регулирование давления с предварительным управлением в больших напорных системах: регулятор давления типа Pb**

(в таких системах можно применять и регулятор давления типа ND с прямым регулированием, см. пункт 3.2.b)

В больших напорных системах с объемными газовыми гидроаккумуляторами чувствительность измерения или разрешающая способность сигнала должны быть еще выше, чем в случае с), поскольку давление в такой системе зависит от текущей степени заполнения гидроаккумулятора, а следовательно, соответствует давлению газа.

Давление газа, в зависимости от соотношения количеств масла и газа, меньше давления масла в 10–100 раз.

Выполнение задач измерения с помощью регулятора давления осложняется еще тем, что между насосом и гидроаккумулятором, как правило, расположен обратный клапан. В неблагоприятном случае он может закрыться, изолировав насос от системы, что может приводить к длительным колебаниям. В связи с этим к регулятору насоса типа P добавлено сигнальное соединение, которое позволяет более точно измерять давление в системе (тип Pb). Специальное сигнальное соединение для измерения давления Y расположено с измерительной стороны регулятора давления (между ① ④). Первая линия ведет от напорного патрубка насоса, то есть регулятор давления получает непосредственные сведения о результатах регулирования. Вторая линия соединяет регулятор давления с напорной системой после обратного клапана главной напорной линии. Благодаря этому регулятор давления всегда получает актуальные сведения о давлении в системе и может реагировать даже на самые незначительные отклонения. Обе сигнальные линии объединяются перед регулятором давления и подводят смешанное давление к измерительной стороне регулятора давления. Имеется дополнительная возможность по отдельности изменять влияние каждой линии посредством дросселирования для оптимального согласования работы регулятора с системой.

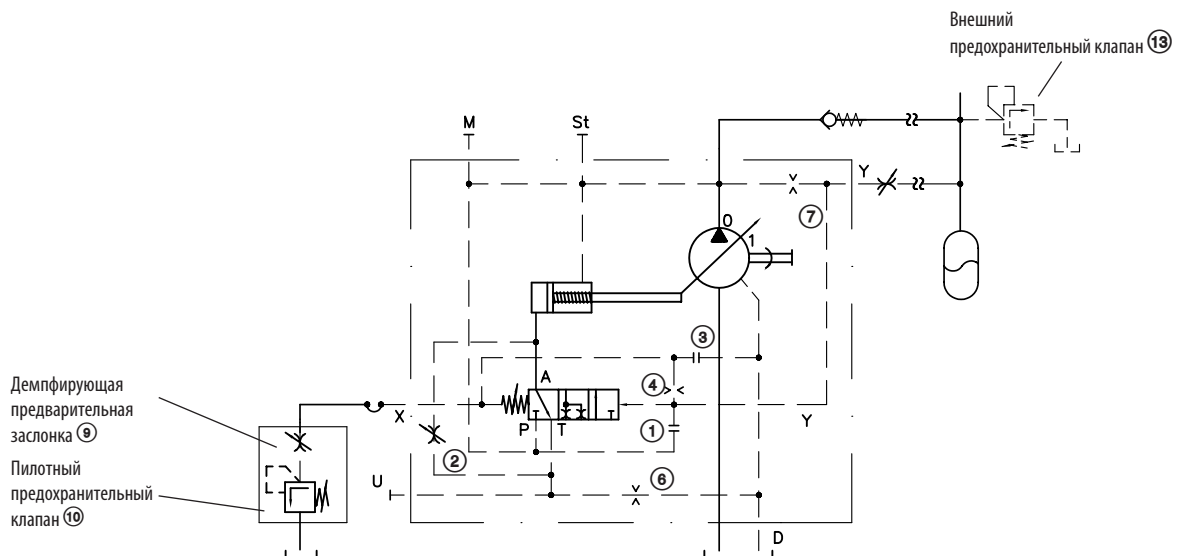
Чем сильнее перекрыта сигнальная линия перед напорным патрубком (сопло ⑦), тем быстрее насос реагирует на команды увеличения и тем медленнее – на команды уменьшения. И наоборот, чем сильнее перекрыта сигнальная линия от системы, тем медленнее повышается давление, и тем быстрее понижается.

Для стабилизации и согласования с напорной системой регулятор давления типа Pb, помимо перепускной заслонки ②, может оснащаться и демпфирующей предварительной заслонкой пилотного клапана. При предварительной настройке перепускная заслонка открывается на 1/4...1/2 оборота, а предварительная заслонка в пилотной сигнальной линии должна быть закрыта настолько, чтобы давление насоса при открытом пилотном клапане составляло 50 бар.

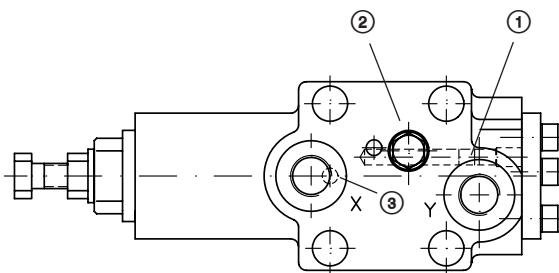
Емкость сигнальной линии должна соответствовать емкости главной линии, чтобы собственные частоты обеих линий находились в одинаковом диапазоне. Основное правило: объем масла в сигнальной линии должен составлять около 1 % от объема масла в главной линии. Это касается и гидроаккумуляторов. Благодаря этому можно без колебаний настраивать давление в диапазоне 25–30 бар. Если даже после юстировки перепускной заслонки и предварительной заслонки, а также при правильном объеме в сигнальной линии возникают колебания, можно смонтировать выпускное сопло ⑧ (рекомендованное сопло: M6 x 0,8 при малом размере насоса или M6 x 1,6 для типа V30D-250).

В стандартном исполнении оно монтируется сбоку корпуса поршня исполнительного механизма в месте с маркировкой «U», что позволяет гасить колебания даже в комбинациях регуляторов (чертеж см. в пункте 3.5).

Если корпус поршня исполнительного механизма подготовлен для установки регулятора мощности, выпускное сопло должно монтироваться непосредственно в регулятор мощности или в сменную крышку регулятора мощности в месте, обозначенном маркировкой «U». Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и обеспечивает гашение колебаний.



**Регулятор давления типа Pb**



- ① = резьбовая шпилька M5
- ② = перепускная заслонка
- ③ = резьбовая шпилька M6 в T<sub>1</sub>, см. чертеж в разрезе в пункте 3.2. а)
- ④ = сопло 0,8 мм
- ⑥ = сопло M6 x 1,2 (0,8...1,6)
- ⑦ = сопло M6 x 1,8



### 3.3 Регулирование объемного расхода

#### а) Простое регулирование объемного расхода: регулятор расхода типа Q

Регулирование перепадов давления с помощью диафрагмы постоянного давления позволяет поддерживать объемный расход на неизменном уровне независимо от частоты вращения насоса и уровня давления в системе. В качестве потребителя используется гидродвигатель с постоянным рабочим объемом, который приводится в движение с неизменной частотой вращения независимо от внешней нагрузки.

В системах с небольшим объемом масла под давлением (около 2 л), если точность статических измерений не должна превышать ± 2 %, с необходимыми задачами справится регулятор расхода типа Q с сигнальной линией.

В главной напорной линии между насосом и гидродвигателем используется измерительная диафрагма (15), которая обеспечивает необходимый объем подачи среды при перепаде давления от 10 до 15 бар. Диаметр диафрагмы определяется по следующему уравнению:

$$Q = \text{объемный расход (л/мин)}$$

При этом предварительно задается возможный объемный расход, который можно точно отрегулировать с помощью установочного винта на регуляторе расхода.

В направлении потока после диафрагмы расположено соединение X<sub>2</sub> для сигнальной линии, ведущей к соединению X регулятора типа Q. Сигнальная линия должна быть выполнена как шлангопровод Ø 6–9 мм или 1/4 дюйма; возле диафрагмы в ней должна быть установлена настраиваемая демпфирующая заслонка.

Для стабилизации работы регулятора типа Q, помимо перепускного дросселя (2) и выпускного сопла, в сигнальной линии может быть дополнительно установлена демпфирующая заслонка (14) (например, тип ED11 согласно D 7540 или тип Q согласно D 7730). Демпфирующую заслонку сначала нужно настроить; чем меньше настроенное значение, тем интенсивнее гасятся колебания. Стандартное значение: открыт на 1/2...1 оборот.

Если открыть перепускную заслонку (2) на 1/4...1/2 оборота сверх стандартного значения, то, помимо повышения интенсивности гашения колебаний, изменится (увеличится) и перепад давления на регуляторе. Кроме того, объемный расход перепускной линии увеличивается при повышении давления (нагрузки), поэтому при более высоком давлении степень открытия перепускной заслонки оказывает большее влияние, что ведет к дополнительному увеличению перепада давления. Это влияние можно использовать, чтобы компенсировать увеличение объема утечек масла при повышении нагрузки на потребитель (гидродвигатель) в случае незначительного роста объемного расхода насоса.

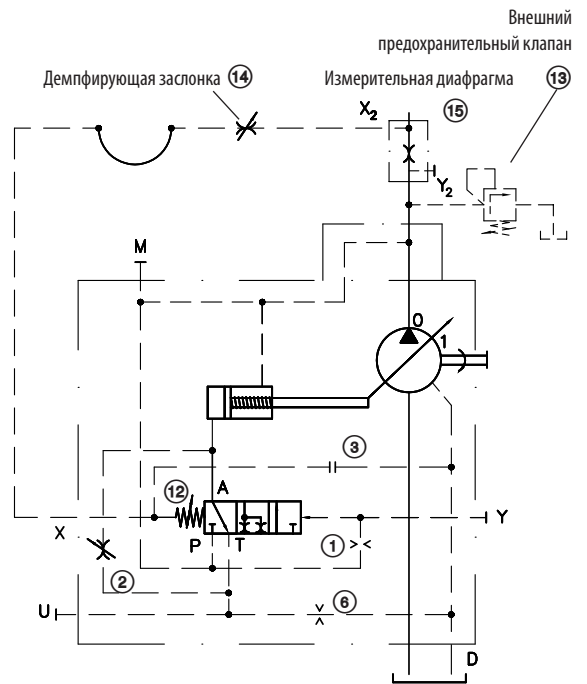
Если даже после юстировки демпфирующей заслонки и перепускной заслонки (2) по-прежнему возникают колебания, можно смонтировать выпускное сопло (6). В стандартном исполнении оно монтируется сбоку корпуса поршня исполнительного механизма в месте с маркировкой «U», что позволяет гасить колебания даже в комбинациях регуляторов (чертеж см. в пункте 3.5).

Если корпус поршня исполнительного механизма подготовлен для установки регулятора мощности, выпускное сопло монтируется непосредственно в регулятор мощности или в сменную крышку регулятора мощности в месте с маркировкой «U» (рекомендованный диаметр сопла: М6 x 0,8 при малом размере насоса или М6 x 1,6 для типа V30D-250). Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и обеспечивает гашение колебаний.

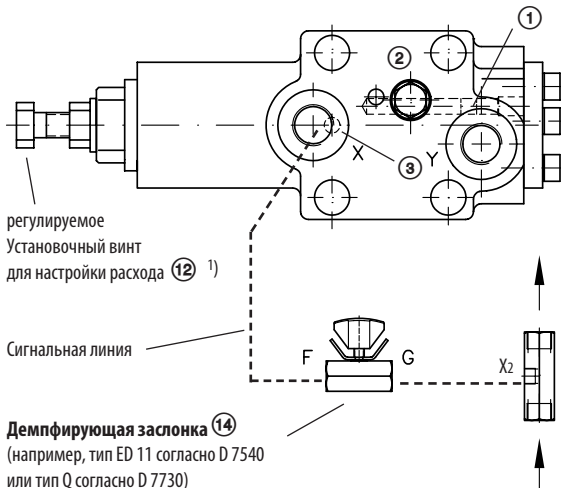
#### ● Настройка регулятора расхода типа Q

При вводе в эксплуатацию установить установочные винты в указанные ниже начальные положения.

1. Настраиваемую перепускную заслонку открыть на (2) 1/4... 1/2 оборота.  
Инструменты: комбинированный гаечный ключ размером 10 мм
2. Выпускное сопло (6) (см. пункт 3.5)  
Демонтировать резьбовую пробку «U» (М6) и проверить выпускное сопло М6 (если установлено) на предмет загрязнений.  
Инструменты: шестигранные торцевые ключи 5 и 3 мм
3. Установочный винт для настройки объемного расхода (12) 1)  
Завертывание увеличивает объемный расход  
Отвертывание уменьшает объемный расход  
Инструменты: два комбинированных гаечных ключа размером 13 мм
4. Демпфирующая заслонка (14)  
Сначала открыть на 1...2 оборота
5. Сигнальная линия  
Внутр. Ø γ...9 мм (1/4 дюйма), шлангопровод
6. Внешний предохранительный клапан в канале подключения гидронасоса (13)  
Проверить, настроено ли низкое давление.  
При необходимости отвернуть установочный винт.



#### Регулятор объемного расхода типа Q



- ① = сопло М5 x 1,0
- ② = перепускная заслонка
- ③ = резьбовая шпилька М6 в Т<sub>1</sub>, см. чертеж в разрезе в пункте 3.2. а)
- ⑥ = сопло М6 x 1,2 (0,8... 1,6)

Ориентировочное значение для регулирования:

$$\Delta Q \text{ (л/мин)} \approx 1,23 d^2 / \text{об}$$

$$(\Delta p = 4,5 \text{ бар/об})$$

$$d - \text{диаметр диафрагмы (мм)}$$

1) **Внимание!** Перед настройкой в достаточной мере отпустить контргайку, чтобы освободить завулканизированное уплотнительное кольцо и исключить возможность его повреждения.

## б) Высокоточное регулирование объемного расхода: регулятор расхода типа Qb

В больших напорных системах с объемом масла под давлением более 3 л для обеспечения точности измерения  $\pm 1\%$  используется регулятор расхода типа Qb.

Регулирование перепадов давления с помощью диафрагмы постоянного давления поддерживает объемный расход на неизменном уровне независимо от частоты вращения насоса и уровня давления в системе. В качестве потребителя используется гидродвигатель с постоянным рабочим объемом, который приводится в движение с неизменной частотой вращения независимо от внешней нагрузки.

В главной напорной линии между насосом и гидродвигателем используется измерительная диафрагма, которая обеспечивает необходимый объем подачи среды при перепаде давления от 10 до 15 бар. Диаметр диафрагмы определяется по следующему уравнению:

$$Q = \text{объемный расход (л/мин)}$$

При этом предварительно задается возможный объемный расход, который можно точно отрегулировать с помощью установочного винта на регуляторе Qb.

В направлении потока после диафрагмы расположено соединение Y<sub>2</sub> для сигнальной линии, ведущей к соединению Y регулятора типа Qb. Сразу после диафрагмы расположено соединение X<sub>2</sub> для сигнальной линии, ведущей к соединению X регулятора типа Qb.

Как правило, в качестве сигнальных линий следует использовать шлангопроводы одинаковой длины,  $\varnothing$  6–9 мм или 1/4 дюйма. В линии X возле диафрагмы должна быть установлена демпфирующая заслонка ⑭ (например, типа ED11 согласно D 7540 или типа Q согласно D 7730), а линия Y может подключаться напрямую. Дополнительная сигнальная линия Y обеспечивает более высокую точность по сравнению с простым регулятором Q, поскольку результаты измерения  $\Delta p$  не искажаются из-за помех, зависящих от исполнения главной напорной линии и регулирования насоса, а вместо этого измеряется точное давление до и после диафрагмы.

Для стабилизации работы регулятора расхода типа Qb, помимо перепускной заслонки ② и выпускного сопла, в сигнальной линии может быть установлена демпфирующая заслонка. Демпфирующую заслонку сначала нужно настроить (чем меньше значение настройки, т. е. чем плотнее закрыта заслонка, тем интенсивнее гасятся колебания). Стандартное значение: открыт на 1/2...1 оборот.

Если открыть перепускную заслонку ② на 1/4...1/2 оборота сверх стандартного значения, то, помимо повышения интенсивности гашения колебаний, изменится (увеличится) и перепад давления на регуляторе. Кроме того, объемный расход перепускной линии увеличивается при повышении давления (нагрузки), поэтому при более высоком давлении степень открытия перепускного дросселя оказывает большее влияние, что ведет к дополнительному увеличению перепада давления. Это влияние можно использовать, чтобы компенсировать увеличение объема утечек масла при повышении нагрузки на потребитель (гидродвигатель) в случае незначительного роста объемного расхода насоса.

Если даже после юстировки демпфирующей заслонки и перепускной заслонки ② по-прежнему возникают колебания, можно смонтировать выпускное сопло ⑥. В стандартном исполнении оно монтируется сбоку корпуса поршня исполнительного механизма в месте с маркировкой «U», что позволяет гасить колебания даже в комбинациях регуляторов (чертеж см. в пункте 3.5).

Если корпус поршня исполнительного механизма подготовлен для установки регулятора мощности, выпускное сопло монтируется непосредственно в регулятор мощности или в сменную крышку регулятора мощности в месте с маркировкой «U» (рекомендованный диаметр сопла: M6 x 0,8 при малом размере насоса или M6 x 1,6 для типа V30D–250). Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и обеспечивает гашение колебаний.

### ● Настройка регулятора расхода типа Qb

При вводе в эксплуатацию установить установочные винты в указанные ниже начальные положения.

1. Настраиваемую перепускную заслонку открыть на ② 1/4... 1/2 оборота.

Инструменты: комбинированный гаечный ключ размером 10 мм

Старое исполнение:

фиксированное перепускное сопло M6 x 1,0

Инструменты: шестигранные торцевые ключи 5 и 3 мм

2. Выпускное сопло ⑥ (см. пункт 3.5)

Демонтировать резьбовую пробку «U» (M6) и проверить выпускное сопло M6 (если установлено) на предмет загрязнений.

Инструменты: шестигранные торцевые ключи 5 и 3 мм

3. Установочный винт для настройки объемного расхода ⑫ 1)

Завертывание увеличивает объемный расход

Отвертывание уменьшает объемный расход

Инструменты: два комбинированных гаечных ключа размером 13 мм

4. Демпфирующая заслонка ⑭

Сначала открыть на 2...3 оборота

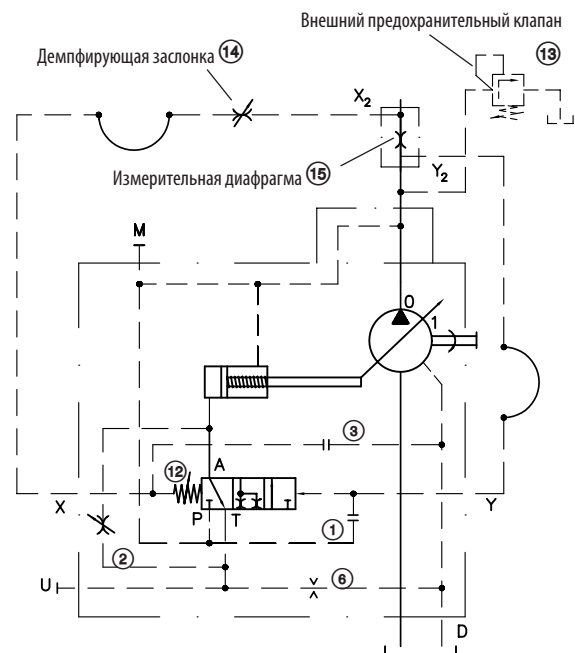
5. Сигнальная линия

Внутр.  $\varnothing$  γ... 9 (1/4"), шлангопровод

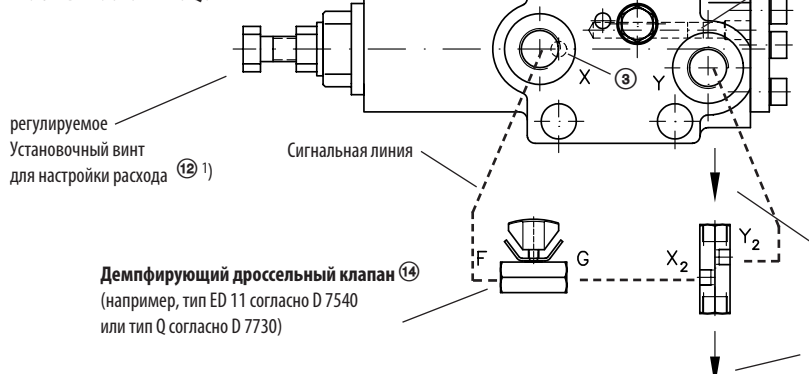
6. Внешний предохранительный клапан в канале подключения гидронасоса ⑬

Проверить, настроено ли низкое давление.

При необходимости отвернуть установочный винт.



### Пилотный клапан типа Qb



① = резьбовая шпилька M5

② = перепускная заслонка

③ = резьбовая шпилька M6

⑥ = сопло M6 x 1,2 (0,8...1,6)

- 1) **Внимание!** Перед настройкой в достаточной мере отпустить контргайку, чтобы освободить завулканизированное уплотнительное кольцо и исключить возможность его повреждения.

### 3.4 Регулирование, чувствительное к нагрузке (Load-Sensing)

#### а) Простое регулирование, чувствительное к нагрузке: чувствительный к нагрузке регулятор типа LS

Принцип регулирования, чувствительного к нагрузке (Load-Sensing, LS) похож на принцип регулирования объемного расхода Q. Отличием является варьируемая диафрагма (в большинстве случаев – несколько параллельно подключенных диафрагм), через которую осуществляется питание различных потребителей. Поскольку диафрагмы можно даже полностью закрыть, в таком случае давление насоса может падать ниже давления (или давлений) нагрузки. Из соображений экономии энергии при закрытой диафрагме сигнальная линия автоматически снимает нагрузку с насоса.

В результате этого при давлении режима ожидания, которое определяется силой предварительного натяжения пружины регулятора (настройка в стандартной конфигурации – 25 бар) насос переходит в положение нулевого хода поршня.

Чувствительное к нагрузке регулирование может применяться как в небольших (см. пункт 3.3 а), так и в больших (см. пункт 3.3 б) напорных системах. При использовании в системах разного размера была выявлена необходимость адаптации размера сигнальной линии в каждом конкретном случае. Скорость передачи и гашение колебаний оптимальны в том случае, если объем сигнальной линии составляет 10 % от объема главной напорной линии между насосом и ходовым клапаном.

При одинаковой длине линий это значит, что внутренний диаметр сигнальной линии должен составлять 1/3 от внутреннего диаметра главной напорной линии. Сигнальная линия должна в основном состоять из шланга. Для точного согласования в сигнальную линию возле ходового клапана устанавливается демпфирующая заслонка (14). Если возникают колебания, ее можно закрыть вплоть до положения 1/2 оборота.

В сложных случаях дополнительная стабилизация обеспечивается с помощью перепускной заслонки (2). При предварительной настройке заслонка открывается на 1/4...1/2 оборота.

Если даже после юстировки демпфирующей заслонки и перепускной заслонки (2) по-прежнему возникают колебания, можно смонтировать выпускное сопло (6). В стандартном исполнении оно монтируется сбоку корпуса поршня исполнительного механизма в месте с маркировкой «U», что позволяет гасить колебания даже в комбинациях регуляторов (чертеж см. в пункте 3.5).

Если корпус поршня исполнительного механизма подготовлен для установки регулятора мощности, выпускное сопло монтируется непосредственно в регулятор мощности или в сменную крышку регулятора мощности в месте с маркировкой «U» (рекомендованный диаметр сопла: М6 x 0,8 при малом размере насоса или М6 x 1,6 для типа V30D-250). Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и обеспечивает гашение колебаний.

Для регулирования ограничения давления можно параллельно подключить к сигнальной линии между чувствительным к нагрузке регулятором и демпфирующей заслонкой пилотный предохранительный клапан (10) (функционирует аналогично регулятору давления типа P, см. пункт 3.2.с). Таким образом регулятор типа LS получает дополнительную функцию регулирования давления путем предварительного управления, то есть пилотный клапан ограничивает давление в сигнальной линии, а следовательно, и давление насоса.

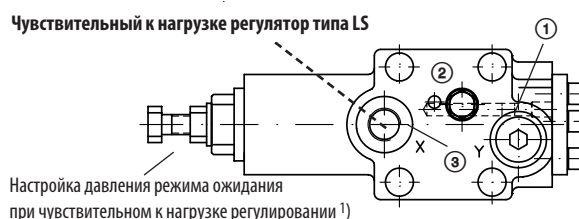
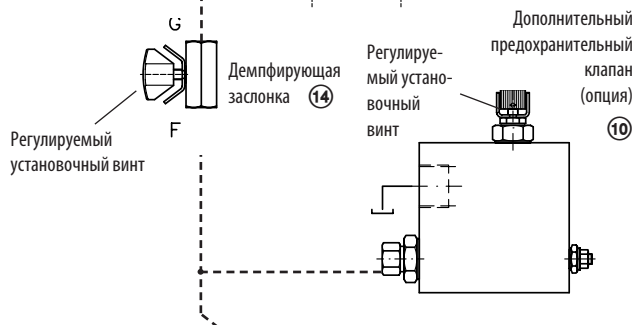
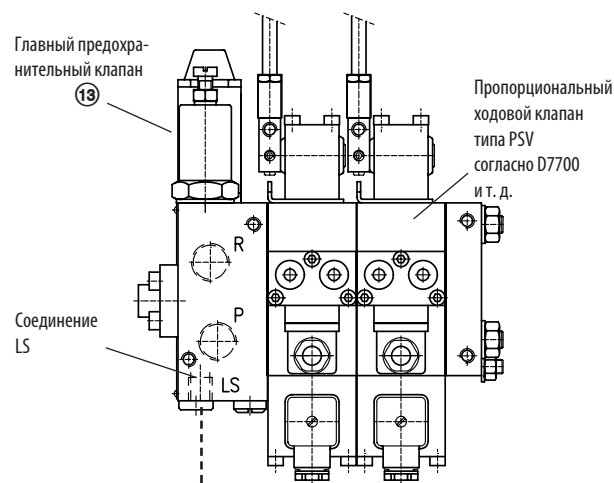
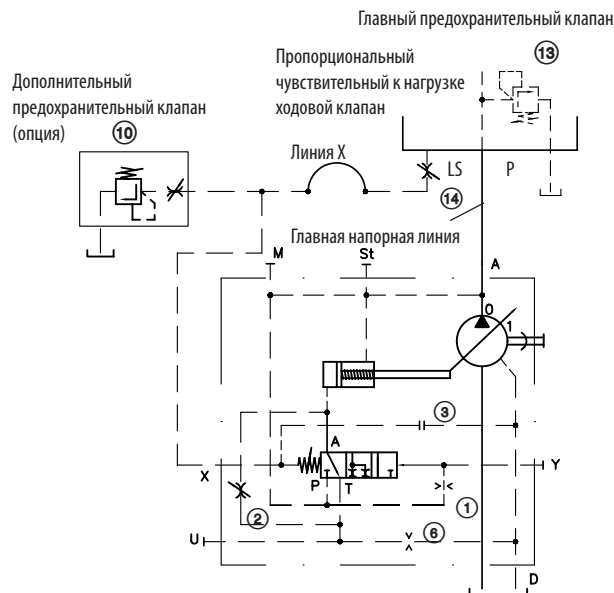
Ориентировочное значение для регулирования:  $\Delta p = 14 \text{ бар/об}$

#### ● Настройка чувствительного к нагрузке регулятора

При вводе в эксплуатацию установить установочные винты в указанные ниже начальные положения.

1. Настраиваемую перепускную заслонку открыть на (2) 1/4... 1/2 оборота.  
Инструменты: комбинированный гаечный ключ размером 10 мм
2. выпускное сопло (6) (см. пункт 3.5)  
Демонтировать резьбовую пробку «U» (М6) и проверить выпускное сопло М6 (если установлено) на предмет загрязнений.  
Инструменты: шестигранные торцевые ключи 5 и 3 мм
3. Сигнальная линия  
объем масла в линии X должен составлять 10 % от объема главной напорной линии между насосом и ходовым клапаном. Если обе линии имеют одинаковую длину, то внутренний диаметр линии X должен составлять 1/3 диаметра главной напорной линии
4. Демпфирующая заслонка (14):  
сначала открыть на 2...3 оборота
5. Предохранительный клапан в канале LS (10)  
Сначала до упора отвернуть установочный винт
6. Внешний предохранительный клапан в канале подключения гидронасоса (13):  
проверить, настроено ли низкое давление. При необходимости отвернуть установочный винт.
7. Настройка давления режима ожидания на чувствительном к нагрузке регуляторе

1) **Внимание!** Перед настройкой в достаточной мере отпустить контргайку, чтобы освободить завулканизированное уплотнительное кольцо и исключить возможность его повреждения.



- 1) = сопло M5 x 1,0
- 2) = перепускная заслонка
- 3) = резьбовая шпилька M6
- 6) = сопло M6 x 1,2 (0,8...1,6)

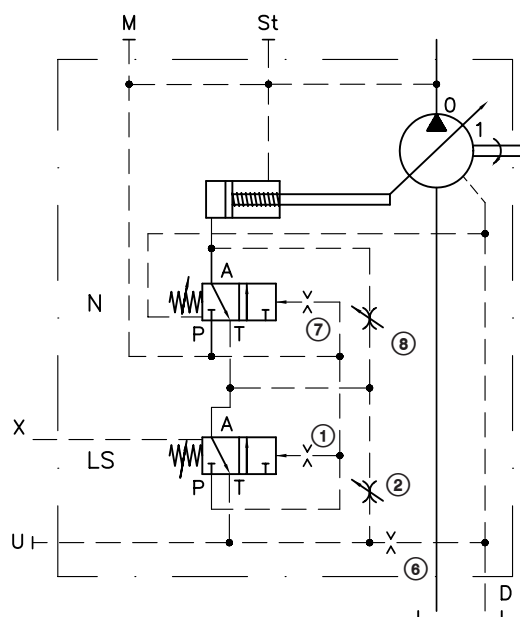
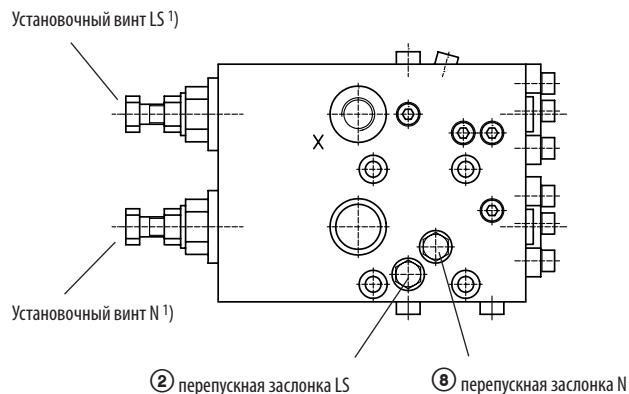
**б) Чувствительное к нагрузке регулирование с дополнительным ограничением давления: регулятор LS типа LSN**

Функционирование регулятора N, а также стабилизация его работы, рассмотрены в пункте 3.2. а).

Настройка регулятора LS тоже осуществляется, как описано в пункте 3.4. а.

При согласовании обоих регуляторов нужно следить за тем, чтобы перепускная заслонка регулятора N была закрыта на 1/2 оборота плотнее, чем перепускная заслонка регулятора LS.

Выпускное сопло ⑥ (маркировка «U») подходит для обоих регуляторов; его использование рассмотрено в предыдущих разделах.



Ориентировочное значение для регулирования

	Δр (бар/об)
LS	14
N250	54
N400	82

- ① сопло Ø1,0 мм (LS)
- ② перепускная заслонка (LS)
- ⑥ сопло M6 x 1,2 (0,8...1,6)
- ⑦ сопло Ø1,0 мм (N)
- ⑧ перепускная заслонка (N)

<sup>1)</sup> **Внимание!** Перед настройкой в достаточной мере отпустить контргайку, чтобы освободить завулканизированное уплотнительное кольцо и исключить возможность его повреждения.

### 3.5 Регулирование мощности

#### а) Регулирование мощности: регулятор мощности типа L

Регулятор мощности можно использовать в напорных системах любого типа, хотя он не оснащен стабилизирующим перепускным соплом.

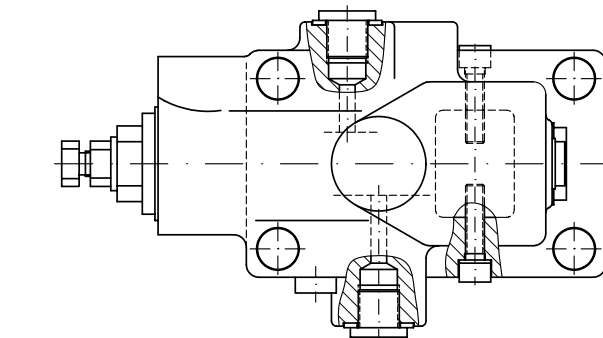
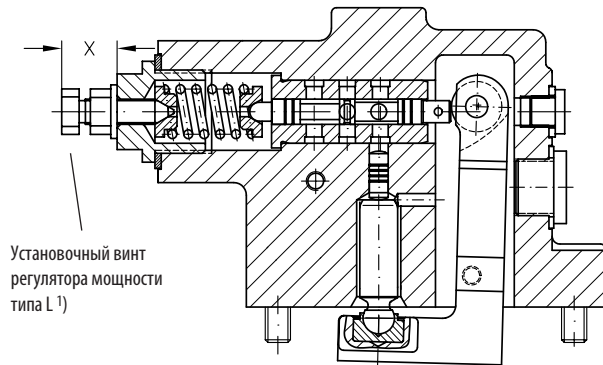
Его собственная стабильность обеспечивается тем, что регулятор мощности получает сигналы о двух величинах, характеризующих состояние. Помимо текущего давления, на основе зависящей от рабочего объема длины рычага определяется и текущий угол поворота регулирующего поршня, предназначенного для компенсации усилий.

Этот двойной сигнал обратной связи является настолько быстрым и эффективным, что дополнительные меры для стабилизации являются избыточными. Целесообразным может быть только монтаж рассмотренной ранее выпускной заслонки ⑥ (рекомендуемый диаметр сопла: М6 х 0,8 при малом размере насоса или М6 х 1,6 для типа V30 D-250). При исполнении насоса с регулятором мощности этот элемент монтируется непосредственно в регулятор мощности в месте с маркировкой «U».

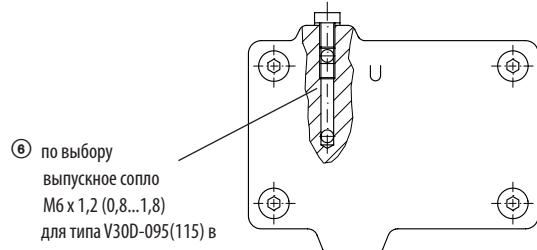
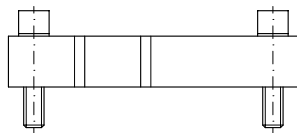
Поскольку регулятор мощности представляет собой последнее звено в цепочке комбинаций регуляторов, выпускная заслонка ⑥ должна быть установлена и на регулятор, предшествующий регулятору мощности. Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и обеспечивает гашение колебаний.

Примерные ориентировочные значения для регулирования регулятора мощности см. на стр. 14.

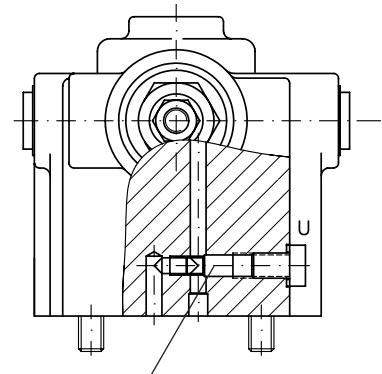
Регулятор мощности типа L



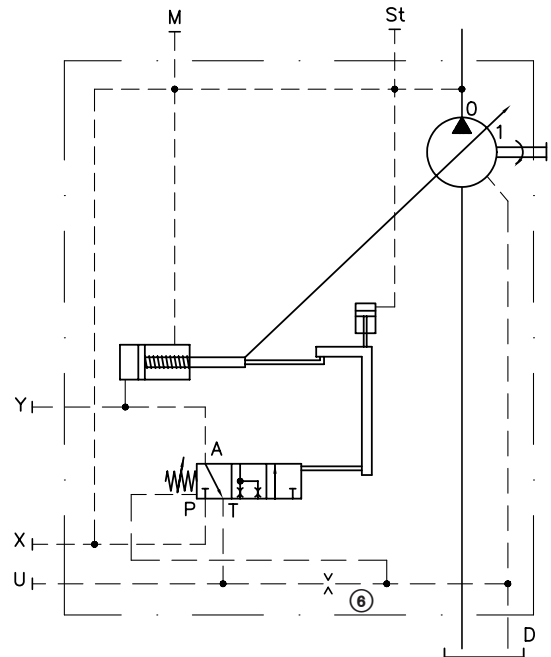
Крышка головки регулятора (без регулятора мощности типа L)



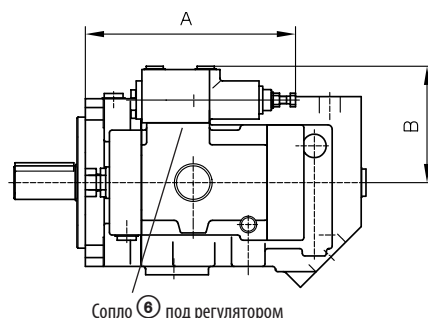
1) **Внимание!** Перед настройкой в достаточной мере отпустить контргайку, чтобы освободить завулканизированное уплотнительное кольцо и исключить возможность его повреждения.



⑥ выпускное сопло М6 х 1,2 (0,8... 1,6) в исполнении с регулятором мощности (не требуется при использовании регулятора давления типа N/ND)



Положение выпускного сопла ⑥ М6х1,2 (0,8...1,6) в типе V30D-045 (075, 140, 160) без регулятора мощности



**б) Изменяемое регулирование мощности: регулятор мощности типа Lf1**

Регулятор мощности Lf1 с гидравлическим регулированием функционирует без управляющего давления на соединении P<sub>St</sub> так же, как и стандартный регулятор мощности типа L.

Давление на управляющем соединении P<sub>St</sub> пропорционально компенсирует усилие регулирующий пружин, тем самым уменьшая силу пружины, настроенную с помощью установочного винта, а следовательно, и настроенную мощность.

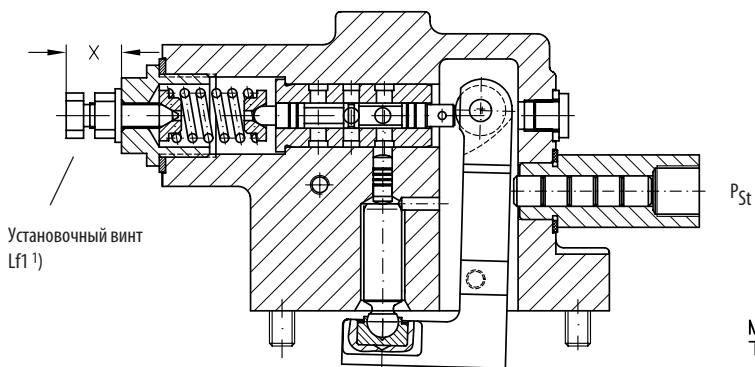
Направление воздействия управляющего давления (от номинальной мощности к минимальной) обеспечивает дополнительное преимущество: источником управляющего давления может быть собственное давление насоса.

Для того, чтобы переключать насос между состояниями «номинальная мощность» (отсутствие управляющего давления) и «нулевая мощность» (клапан открыт, достаточно установить регулирующий клапан, переключающийся между давлением насоса и управляющим давлением. При мощности ниже 50 % от пиковой мощности этот управляемый регулятор мощности может использоваться и для грубого регулирования производительности. Дополнительное преимущество заключается в том, что система управления не может превысить настроенную номинальную мощность.

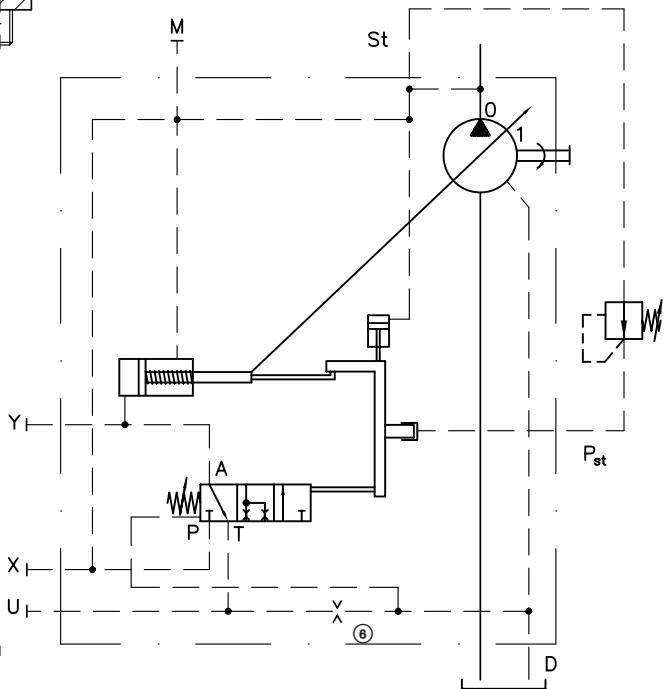
Для стабилизации следует, как и в случае со стандартным регулятором мощности, использовать выпускное сопло. При исполнении насоса с регулированием мощности этот элемент монтируется непосредственно в регулятор мощности в месте с маркировкой «U». (Чертеж см. ниже).

Поскольку регулятор мощности является последним звеном в цепочке комбинаций регуляторов, выпускное сопло ⑥ должно быть установлено и в регулятор, предшествующий регулятору мощности (рекомендованный диаметр сопла: М6 х 0,8 при малом размере насоса или М6 х 1,6 для типа V30 D-250). Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и обеспечивает гашение колебаний.

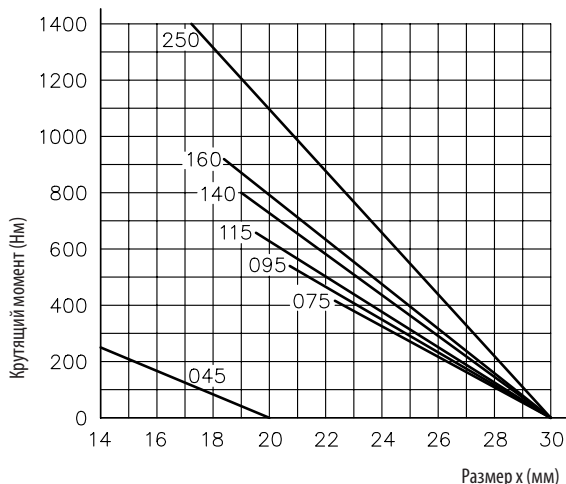
Примерные ориентировочные значения для регулирования см. на диаграмме ниже.



**1) Внимание!** Перед настройкой в достаточной мере отпустить контргайку, чтобы освободить завулканизированное уплотнительное кольцо и исключить возможность его повреждения.



Примерные ориентировочные значения для регулирования регулятора мощности



Расчет мощности:  
 $P \text{ (кВт)} = M \text{ (Нм)} \times n \text{ (мин}^{-1}\text{)} / 9550$   
 Пример: V30D.250.../L,  
 x = 21 мм, т. е. крутящий момент  $M \approx 1000 \text{ Нм}$   
 Частота вращения приводного двигателя  $n \approx 1450 \text{ мин}^{-1}$   
 $P = 1000 \cdot 1450 / 9550 \approx 152 \text{ кВт}$

### 3.6 Пропорциональное регулирование объемного расхода

#### а) Гидравлическое пропорциональное регулирование, тип VH

Объем подачи регулируемого насоса с гидравлическим пропорциональным регулированием можно настраивать так же, как управляющее давление 7...32 бар.

##### ● Конструкция

Регулируемый аксиально-поршневой насос оснащен качающейся люлькой, которая соединена с поршнем исполнительного механизма. От хода поршня исполнительного механизма зависит рабочий объем насоса. Для гидравлического пропорционального регулирования с большей стороны поршня исполнительного механизма расположена измерительная пружина, другой конец которой воздействует на поршень пропорционального клапана.

Кроме того, на поршень клапана воздействует исполнительное давление, которое для компенсации направляется на конец управляющего поршня, имеющего такой же диаметр.

Пространство между поршнем клапана и управляющим поршнем имеет безнапорное соединение с баком. Кольцевая поверхность управляющего поршня позволяет перемещать поршень клапана под управляющим давлением, компенсировать усилие измерительной пружины и целенаправленно позиционировать поршень исполнительного механизма.

##### ● Подача вспомогательного и управляющего давления

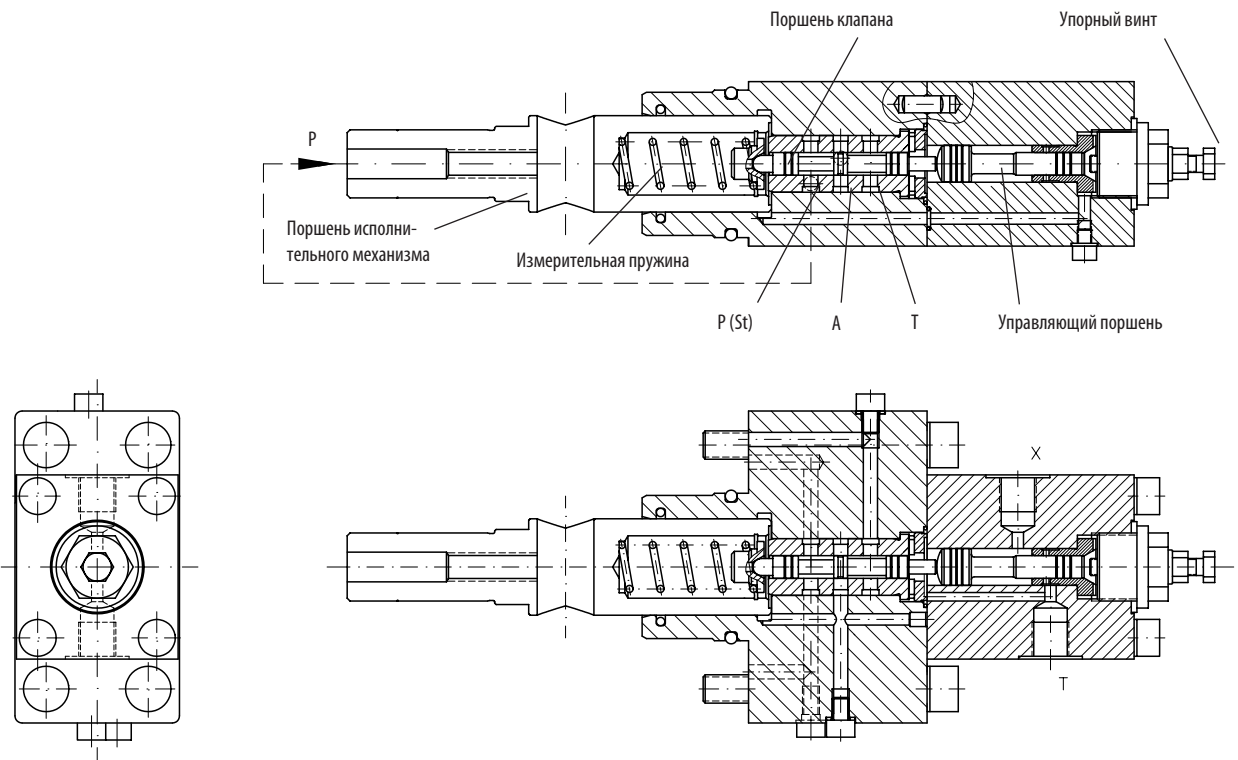
Минимальный рабочий объем главного насоса соответствует нулевому ходу поршня, при котором на поршень исполнительного механизма не подается достаточно давления. В связи с этим требуется вспомогательный насос, который подключается к соединению «St» главного насоса посредством обратного клапана.

В сочетании с обратным клапаном на главном насосе это обеспечивает подачу на поршень исполнительного механизма более высокого давления в каждом конкретном случае. Вспомогательный насос при давлении 50...60 бар должен обеспечивать подачу примерно 14 л/мин (для V30D-250) или примерно 7...10 л/мин для меньших насосов.

Вторая напорная линия вспомогательного насоса в этом случае может использоваться для питания управляющего соединения X или пилотного предохранительного клапана. Расход в этой линии необходимо ограничить с помощью заслонки на уровне 1...2 л/мин.

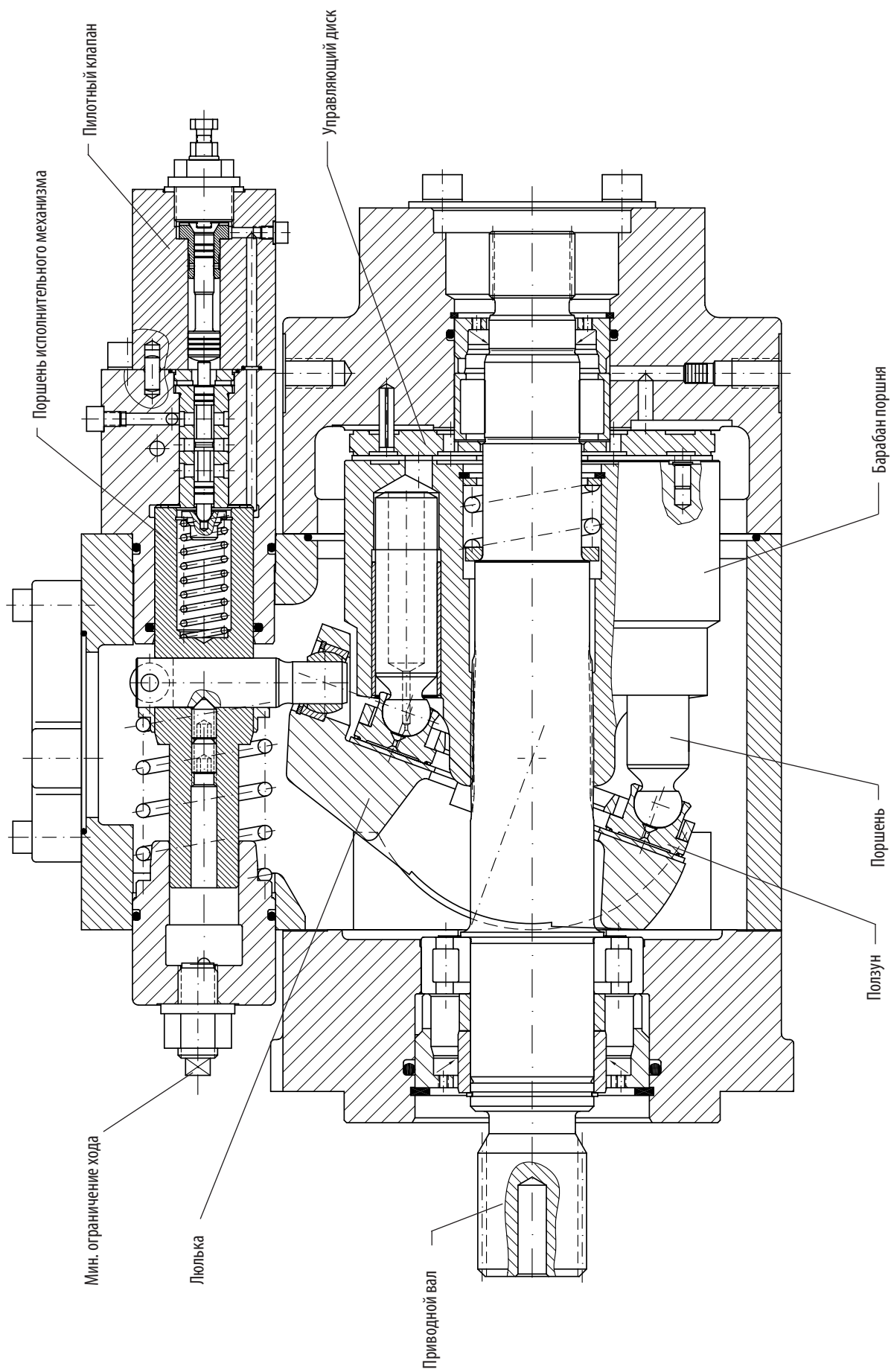
Управляющее давление должно настраиваться в диапазоне от примерно 7 бар (для нулевого хода) до примерно 32 бар (для полной производительности главного насоса).

#### Гидравлическое пропорциональное регулирование, тип VH





### Гидравлическое пропорциональное регулирование, тип VH





- **Принцип действия**

На чертеже системы регулирования в разрезе компоненты показаны в состоянии покоя. При включении вспомогательного насоса на соединение «St» главного насоса подается вспомогательное давление. При вводе в эксплуатацию пилотный предохранительный клапан, как правило, открыт, поэтому на соединении X имеется только минимальное давление. В этом случае поршень клапана прижимается измерительной пружиной к наружному упору. При этом давление переключается на большую сторону поршня исполнительного механизма, который, в свою очередь, перемещает люльку в нулевое положение. На маленькую поверхность поршня исполнительного механизма постоянно воздействует давление.

Если пилотный предохранительный клапан устанавливается на значение выше 7 бар, то управляющий поршень и поршень клапана двигаются против измерительной пружины, соединяя большую сторону поршня исполнительного механизма с баком. Поршень исполнительного механизма перемещает люльку в сторону увеличения рабочего объема, тем самым натягивая измерительную пружину. Движение заканчивается, когда усилие измерительной пружины точно компенсирует давление, настроенное на пилотном предохранительном клапане, и закрывается пропорциональный клапан.

При давлении 32 бар предварительное управляющее давление достигает максимального отклонения, и насос работает с полным рабочим объемом.

В качестве вспомогательного насоса рекомендуется использовать шестеренный насос, поскольку его пульсация сводит к минимуму влияние сцепления системы регулирования.

- **Настройка**

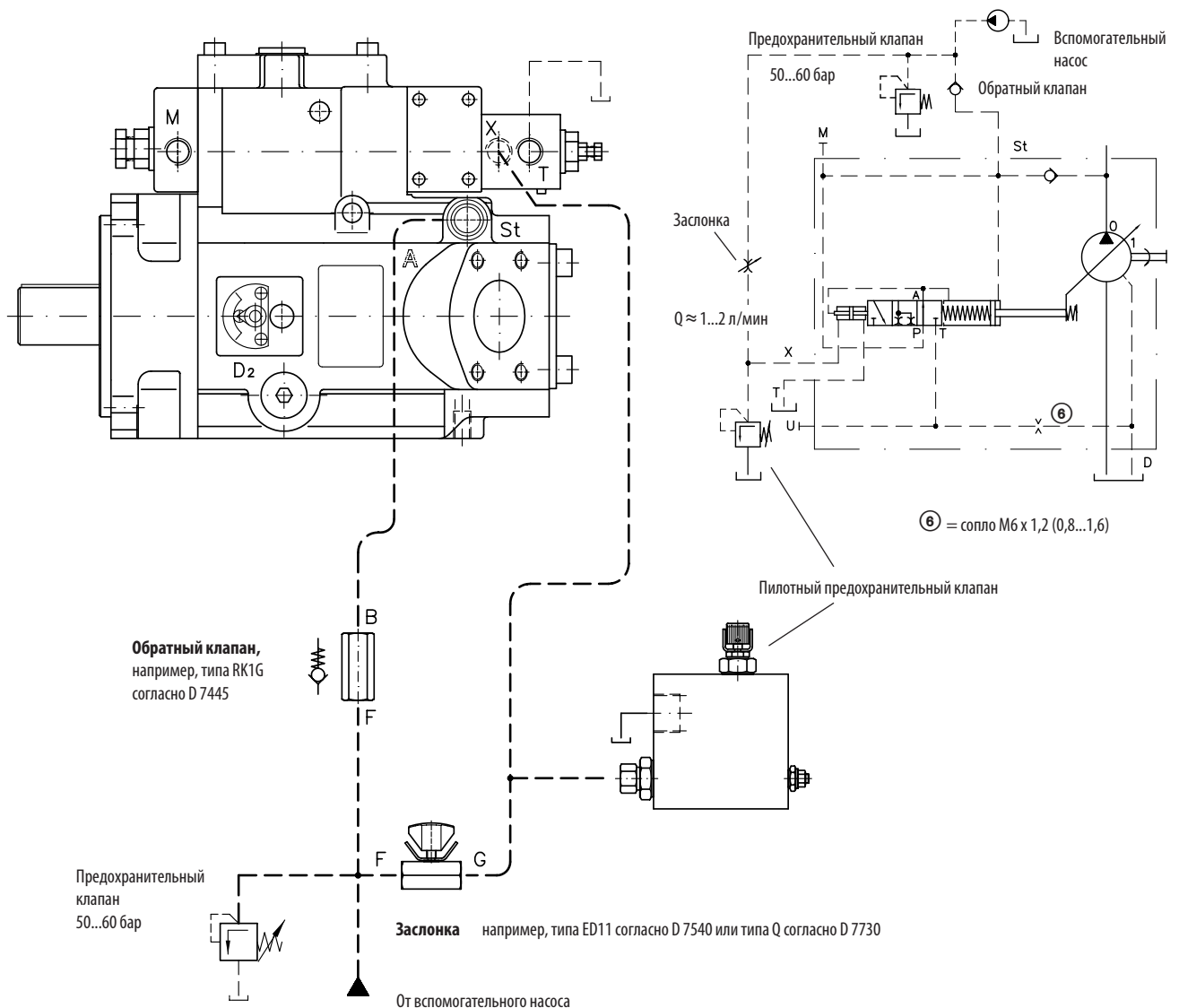
Посредством настройки хода поршня клапана можно оптимизировать усилие и разрешающую способность клапана. Для этого с торцевой стороны клапана расположен упорный винт M6 с соответствующей гайкой Seal-Lock. При настройке вспомогательный насос должен работать, а пилотный предохранительный клапан должен быть открыт. Главный насос при этом можно не включать.

При открытии пилотном предохранительном клапане люлька перемещается в нулевое положение. После этого можно отпустить гайку Seal-Lock и вернуть упорный винт. Через несколько оборотов люлька начнет отклоняться от нулевого положения; следить за этим процессом можно посредством указателя угла поворота. Это значит, что достигнуто нулевое положение поршня клапана. Отвернув упорный винт на 1...1,5 оборота, можно настроить оптимальный ход. Чем меньше ход, тем меньше скорость позиционирования исполнительного механизма насоса.

При возникновении колебаний можно использовать выпускное сопло  $\text{⊕}$ . В стандартном исполнении оно монтируется сбоку корпуса поршня исполнительного механизма в месте с маркировкой «U», что позволяет гасить колебания даже в комбинациях регуляторов (чертеж см. в пункте 3.5).

Если корпус поршня исполнительного механизма подготовлен для установки регулятора мощности, выпускное сопло монтируется непосредственно в регулятор мощности или в сменную крышку регулятора мощности в месте с маркировкой «U» (рекомендованный диаметр сопла: M6 x 0,8 при малом размере насоса или M6 x 1,6 для типа V30 D-250). Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и тем самым обеспечивает гашение колебаний.

### Гидравлическое пропорциональное регулирование, тип VH



## б) Электрогидравлическое пропорциональное регулирование, тип V

Рабочий объем регулируемого насоса с электрогидравлическим пропорциональным регулированием может настраиваться в пределах от 300 до 800 мА (аналогично настройке управляющего тока).

### ● Конструкция

Регулируемый аксиально-поршневой насос оснащен качающейся люлькой, которая соединена с поршнем исполнительного механизма. От хода поршня исполнительного механизма зависит рабочий объем насоса. Для электрогидравлического пропорционального регулирования с большей стороны поршня исполнительного механизма расположена измерительная пружина, другой конец которой воздействует на поршень пропорционального клапана.

На поршень клапана, кроме того, воздействует исполнительное давление; для его компенсации это давление направляется на противоположную сторону поршня клапана. Это касается и подключенного пропорционального электромагнита. Для компенсации на наружные концы оси электромагнита также воздействует исполнительное давление.

Благодаря этому независимо от исполнительного давления усилие электромагнита, воздействующее на поршень клапана, соответствует усилию измерительной пружины. Таким образом обеспечивается возможность компенсировать усилие или длину растяжения измерительной пружины воздействием тока катушки и целенаправленно позиционировать поршень исполнительного механизма.

### ● Подача вспомогательного давления

Минимальный рабочий объем главного насоса соответствует нулевому ходу поршня, при котором на поршень исполнительного механизма не подается достаточно давления. В связи с этим требуется вспомогательный насос, который подключается к соединению «St» главного насоса посредством обратного клапана.

В сочетании с обратным клапаном на главном насосе это обеспечивает подачу на поршень исполнительного механизма более высокого давления в каждом конкретном случае. Вспомогательный насос при давлении 50... 60 бар должен обеспечивать подачу примерно 14 л/мин (для V30D-250) или примерно 7... 10 л/мин для меньших насосов.

### ● Электропитание

Для работы с небольшим гистерезисом пропорциональный электромагнит нуждается в особом электропитании. В связи с этим плата питания подает на электромагниты не простой постоянный ток, а прямоугольные импульсы тока с определенной частотой. Наиболее благоприятная частота составляет 80 Гц; усилие электромагнита изменяется за счет изменения длительности импульса. Чтобы задать желаемый диапазон настройки, можно настроить минимальный и максимальный ток катушки. Минимальный ток катушки должен находиться на таком уровне, чтобы регулирование насоса осуществлялось незадолго до начала подачи, во избежание скачка при начале работы.

Максимально допустимый ток катушки пропорционального усилителя не должен превышать предельный ток электромагнита.

Применять можно, например, пропорциональные усилители типа EV1M2 согласно D 7831/1, EV22K2 согласно D 7817/1 или EV1G1 согласно D 7837, а также программируемую систему управления клапаном типа PLVC согласно D 7845.

Заданное значение, как правило, вводится с помощью потенциометра (0...10 В), который работает от платы питания.

Скорость регулирования можно ограничить с помощью ступенчатых функций.

### ● Принцип действия

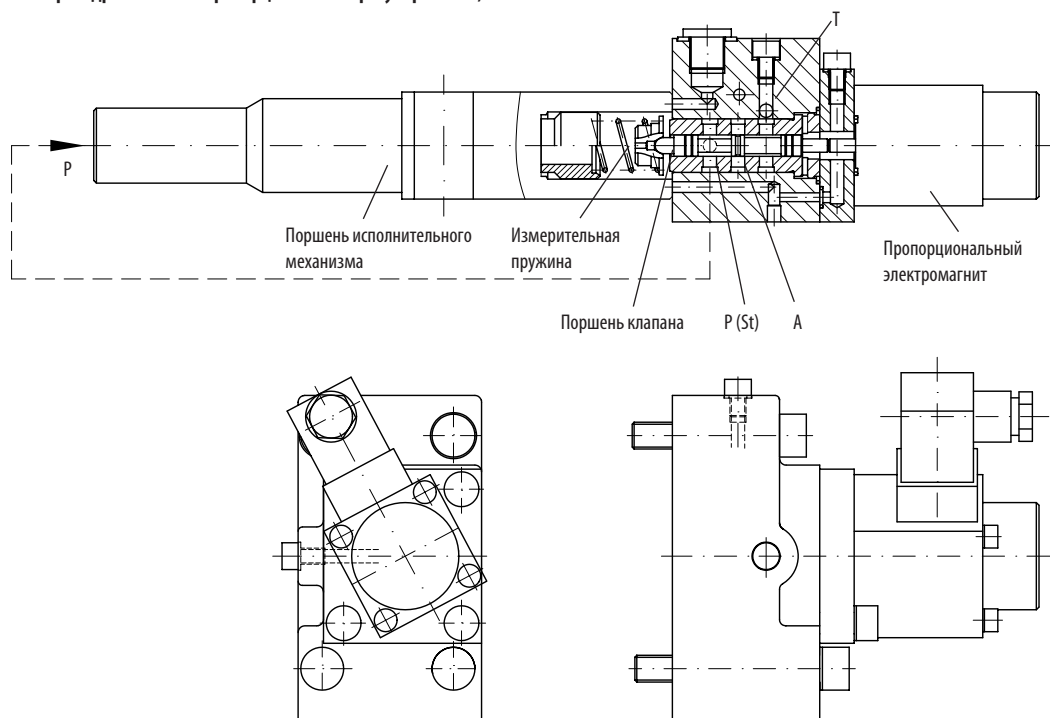
На чертеже системы регулирования в разрезе компоненты показаны в состоянии покоя. При включении вспомогательного насоса на соединение «St» главного насоса подается вспомогательное давление. При вводе в эксплуатацию электромагнит, как правило, не возбужден, поэтому поршень клапана сдвигается измерительной пружиной до наружного упора. При этом вспомогательное давление переключается на большую сторону поршня исполнительного механизма, который, в свою очередь, перемещает люльку в нулевое положение. На маленькую поверхность поршня исполнительного механизма постоянно воздействует давление.

Если ток катушки возбуждения электромагнита составляет более 300 мА, то электромагнит перемещает поршень клапана против измерительной пружины, соединяя большую сторону поршня исполнительного механизма с баком. Поршень исполнительного механизма перемещает люльку в сторону увеличения рабочего объема, тем самым натягивая измерительную пружину. Движение заканчивается, когда усилие измерительной пружины компенсирует усилие электромагнитного клапана, и закрывается пропорциональный клапан.

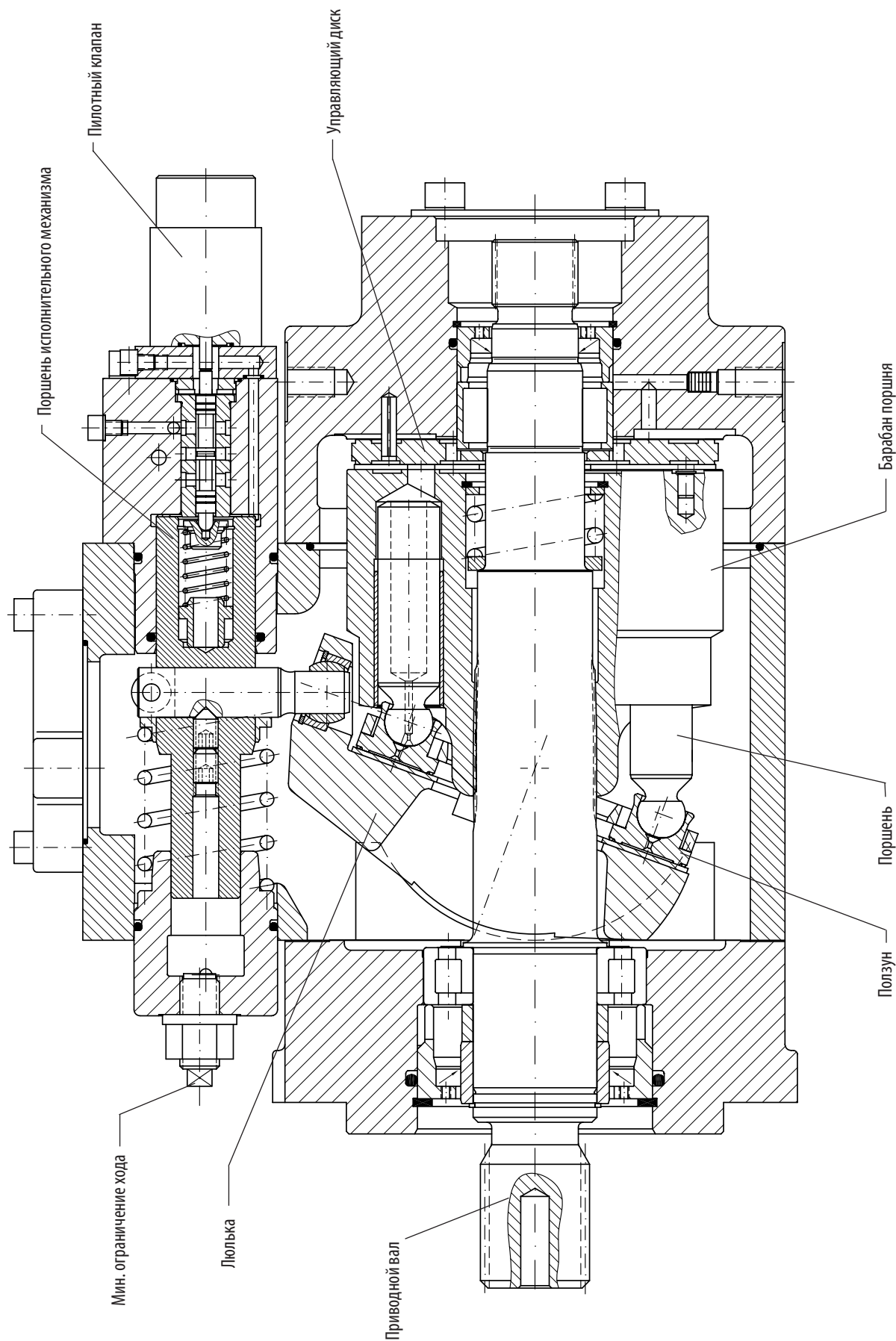
При токе примерно 800 мА (электромагнит 24 В) достигается максимальное отклонение от нулевого положения, и насос работает с полным рабочим объемом.

Для электромагнитов 12 В действительны удвоенные значения тока. То есть: около 600 мА для нулевого хода (начало подачи) и около 1600 мА для полного рабочего объема. В качестве вспомогательного насоса рекомендуется использовать шестеренный насос, поскольку его пульсация сводит к минимуму влияние сцепления системы регулирования.

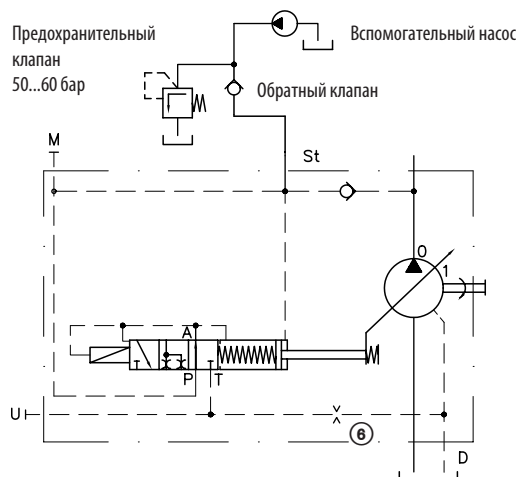
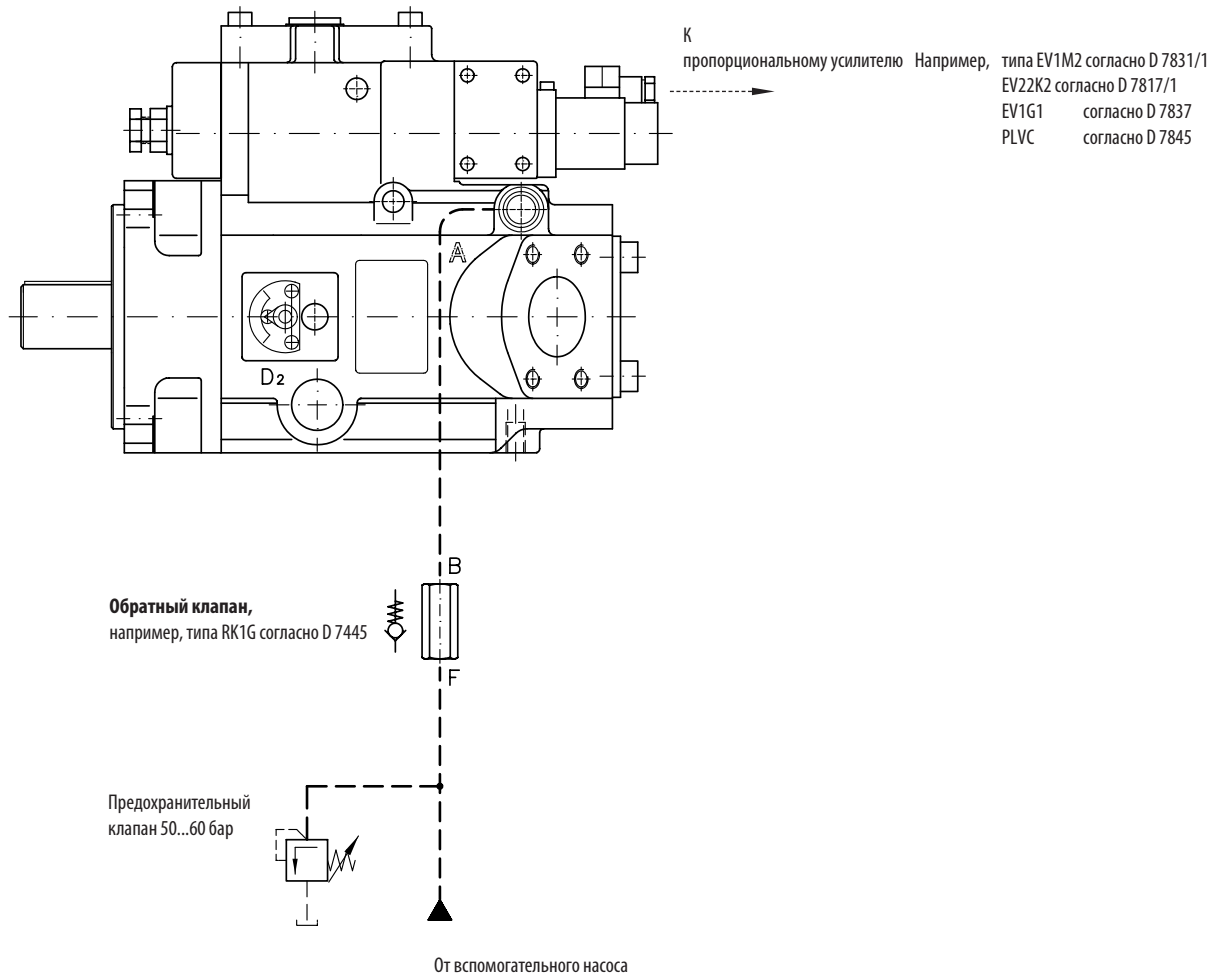
## Электрогидравлическое пропорциональное регулирование, тип V



### Электрогидравлическое пропорциональное регулирование, тип V



**Электрогидравлическое пропорциональное регулирование, тип V**



При возникновении колебаний можно использовать выпускное сопло ⑥. В стандартном исполнении оно монтируется сбоку корпуса поршня исполнительного механизма в месте с маркировкой «U», что позволяет гасить колебания даже в комбинациях регуляторов (чертеж см. в пункте 3.5).

Если корпус поршня исполнительного механизма подготовлен для установки регулятора мощности, выпускное сопло монтируется непосредственно в регулятор мощности или в сменную крышку регулятора мощности в месте с маркировкой «U» (рекомендованный диаметр сопла: М6 х 0,8 при малом размере насоса или М6 х 1,6 для типа V30 D-250). Выпускное сопло замедляет всплеск при подаче среды насосом и обеспечивает гашение колебаний.

⑥ = сопло М6 х 1,2 (0,8...1,6)