



KIBBUTZ DOROT  
MOBIL POST HOF ASHQELON  
79175  
Tel. +972-7-6808899  
Fax. +972-7-6808751  
E-Mail: [dorotexp@netvision.net.il](mailto:dorotexp@netvision.net.il)  
Web site: <http://www.dorot.com>

From the desk of...  
**Giora Heimann**  
**Technical Consultant**  
E-Mail: [giorah@dorot.org.il](mailto:giorah@dorot.org.il)

## Насосы – управление расходом

### 1. Общие положения

У насосов может изменяться сила всасывания. Типичные случаи:

- насос подключен к резервуару, уровень воды в котором изменяется.
- вода на насос подается из сети, и давление на входе в него меняется в различные часы и/или сезоны.

Если необходимо ограничить расход до заданной величины, независимо от давления перед насосом, то мы должны контролировать расход после насоса с помощью автоматического клапана.

Рабочая точка насоса определяется не только его заводской характеристикой, она является комбинацией характеристик насоса и сети. Поэтому невозможно контролировать расход, используя давление как индикатор: увеличение давления до насоса при фиксированных характеристиках сети (например, постоянное количество открытых кранов) приведет к увеличению расхода.

С другой стороны, постоянное давление перед насосом приведет к изменению расхода при изменении потребления (например, открыто больше кранов).

### 2. Клапан управления расходом (FR)

Этот клапан точно и эффективно контролирует расход. Он использует разность давления, которая создается при проходе воды через шайбу с калиброванным отверстием, и измеряется управляющим пилотным регулятором.

Пилотный регулятор поддерживает фиксированное положение клапана в то время, как разность давлений находится на заданном уровне (таким образом поддерживая заданный расход).

Он приоткрывает клапан, когда разность уменьшается (= низкий расход) или прикрывает, когда разность увеличивается (= высокий расход).

У клапана FR есть 2 основных ограничения:

- разность давления, создаваемая шайбой, не может быть слишком большой, т.к. мы не хотим изначально ограничивать расход, создавая высокое сопротивление. Низкая разность (1-3м) требует высокой чувствительности пилота. Вследствие этого пилот относительно дорог и требует регулярного обслуживания и очистки для поддержания точной регулировки.
- разность давления по отношению к расходу изменяется экспоненциально: например, увеличение расхода на 20% приводит к росту разности на 44%. Как следствие, пределы регулировки расхода ограничены применением специфических пилота / шайбы.

### 3. Клапан поддержания разности давления (DI)

Этот клапан использует данные насоса как референс для расхода. Когда нам известна кривая насоса, мы можем легко определить **TDH** (Total Dynamic Head), который соответствует требуемому расходу.

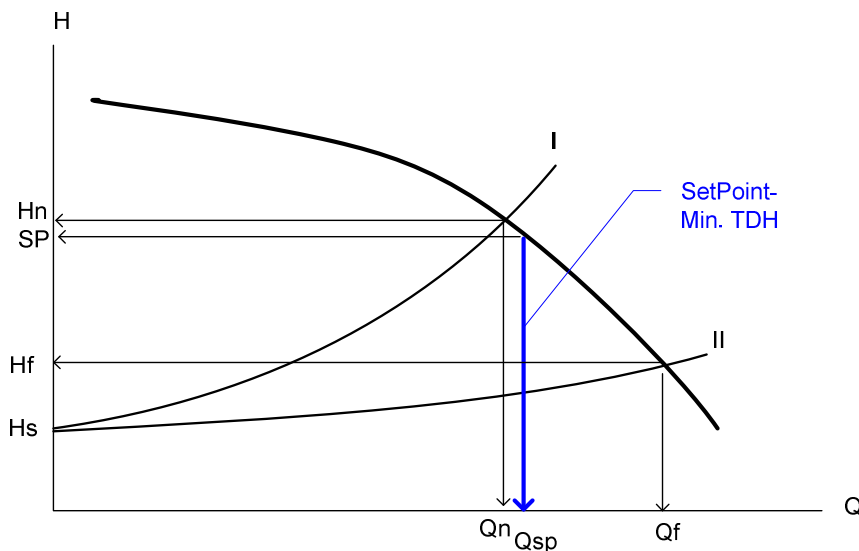
Мы можем подобрать клапан, поддерживающий минимальное значение добавленной TDH насоса, обеспечить таким образом максимальную величину расхода.

Этот клапан также управляется дифференциальным пилотом, который чувствует разность давления (= TDH) между всасывающей и напорной сторонами насоса.

При увеличении расхода из-за увеличения давления перед насосом или уменьшения давления в сети, рабочая точка насоса сдвигается по графику вправо и напор уменьшается. Пилот чувствует уменьшение разницы и прикрывает клапан до тех пор, пока увеличение сопротивления не приведет к изменению расхода – и к увеличению давления до заданной величины.

Преимущество этого решения в том, что пилот приводится в действие большей разницей давления (TDH насоса) по сравнению с малой разностью, создаваемой шайбой. Это обеспечивает более надежную работу и более простую конструкцию пилота.

Очевидно, что точность тут обеспечивается характеристиками насоса. Управление расходом для насосов с плоским графиком будет менее точным, чем для насосов с крутым графиком.



Кривая I – расход насоса в рабочей точке (нормальная работа)

Кривая II – при увеличенном расходе

SP= рабочая точка

Hs= статический подъем

Hn, Qn = запроектированная рабочая точка при нормальной работе

Hf, Qf = ожидаемая динамическая точка работы при увеличении расхода

**Работа насоса при рабочей точке  $H_f \times Q_f$  приводит к кавитации насоса, перегрузке мотора и возможности гидроудара при заполнении сети – тогда происходит резкое изменение расхода (и скорости движения воды).**

**Поддержание минимального значения TDH насоса с помощью дросселирования регулирующего клапана, предотвращает неблагоприятные условия при повышении расхода.**

**Точка установки TDH при этом не зависит от статического подъема. С другой стороны, величина всасывания не влияет на расход.**

#### 4. Монтаж

Не рекомендуется устанавливать любой регулирующий клапан перед насосом. Это приводит к риску возникновения кавитации из-за сопротивления клапана (ниже чем NPSHa) или уменьшению эффективности из-за попадания воздуха (в случае отрицательной величины всасывания).

Клапан должен монтироваться после насоса.

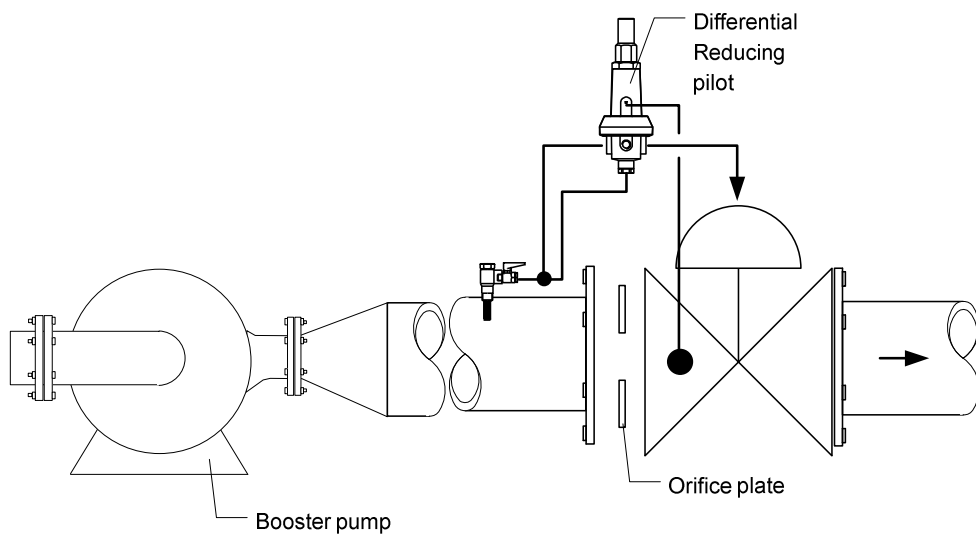
Размер клапана DI должен выбираться так, чтобы скорость движения воды через него не превышала 5 м/сек. В случае, если требуется минимальная потеря давления на клапане, размер подбирается в соответствии с допустимыми потерями.

Точка проверки давления перед насосом должна находиться на трубе с нормальным диаметром, а не на участке с уменьшенным диаметром, который обычно монтируется перед входным фланцем насоса.

Порт на входе самого клапана можно использовать для отбора давления, приводящего в действие пилот и для как точка проверки давления после насоса.

## Схемы управления для 2-х вариантов

### Управление давлением с помощью дифференциального пилота



### Управление давлением на базе графика насоса

