

## **Методика расчета режима работы гидропневматической напорно-регулирующей установки для систем водоснабжения**

М. С. Али. ФГОУ ВПО МГУП.

К. С. Сабра. ФГОУ ВПО МГУП.

Использование водонапорных башен в системах водоснабжения, как напорно-регулирующих сооружений, не всегда целесообразно, как по экономическим показателем, так и по гидравлическим условиям, особенно при строительстве башни в слабых грунтах или в сейсмических районах и в других особых условиях. Поэтому целесообразно применять гидропневматические напорно-регулирующие установки в небольших системах водоснабжения.

The usage of water towers in water supply systems as a pressure-regulating construction is not always expedient, as on an economic basics and also based on hydraulic conditions, especially during the construction of towers on soils with weak foundation or in seismic areas and in other special conditions. Therefore expediently we will apply hydro-pneumatic tank installations in small systems of water supply.

Использование водонапорных башен в системах водоснабжения, как напорно-регулирующих сооружений не всегда целесообразно, как по экономическим показателем, так и по гидравлическим условиям, особенно при строительстве башни в слабых грунтах или в сейсмических районах и в других особых условиях. Поэтому целесообразно применять гидропневматические напорно-регулирующие установки в небольших системах водоснабжения.

Гидропневматические напорно-регулирующие установки имеют то же назначение, что и водонапорные башни. Вместо открытых баков для воды в них имеются герметически закрытые резервуары (котлы). [1].

В сельском и коммунальном хозяйстве, как для бытовых целей, так и для водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных объектов, применяют

автоматические насосные установки с напорными котлами. В этих установках используют как поверхностные, так и погружные центробежные насосы. Эти установки широко применяются, как зарубежом так в нашей стране, Кроме того, существенными достоинствами и особенностями таких установок являются:

- 1) Возможность унификации установок и простота их выбора для потребителя;
- 2) Простота и надежность автоматики;
- 3) Небольшая стоимость установок, простота и короткие сроки их монтажа;
- 4) Небольшие капитальные затраты при устройстве систем с применением таких установок;
- 5) Низкая эксплуатационная стоимость;
- 6) Небольшой расход труб при сооружении систем.[2].

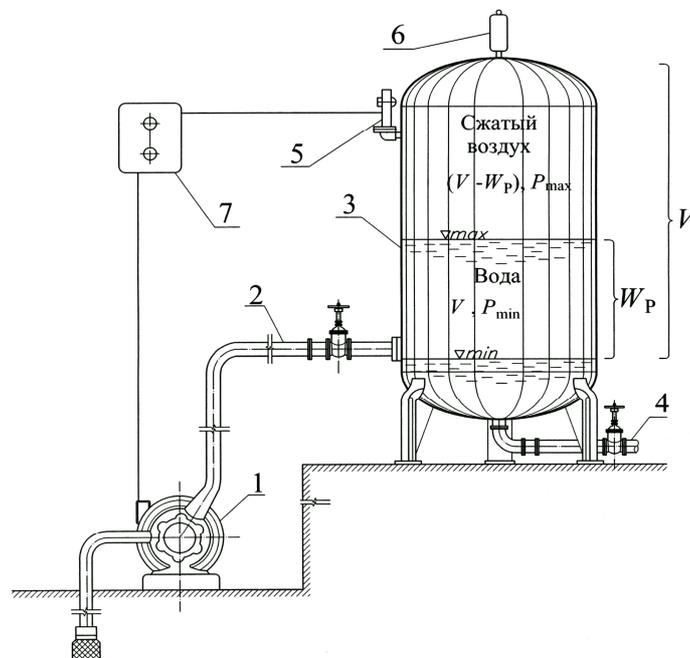
В связи с массовым применением установок с напорными котлами и широким диапазоном их производительностей естественно стремление обоснованно определять емкость напорного котла, и определить оптимальный режим совместной работы насос- напорный котел, и водопроводная сеть.

В общем случае пневматическая водонапорно-регулирующая установка, включает в себя: (рис. 1.), металлический резервуар (3), заполненный водой и воздухом; насос (1); напорный трубопровод насоса (2); водоразборный трубопровод (4); реле давления (5); предохранительный клапан (6); шкаф управления (7).

Так же, пневматическая водонапорно-регулирующая установка оборудована задвижкой для выключения котла; клапаном для предупреждения попадания воздуха в распределительную сеть из котла; предохранительным клапаном для предупреждения образования вакуума в установке.

Подготовка установки к действию заключается в следующем:

- закрыть задвижку на водоразборном трубопроводе, (отсоединить котел от сети);
- при помощи насоса заполнить водой котел до определенного уровня;

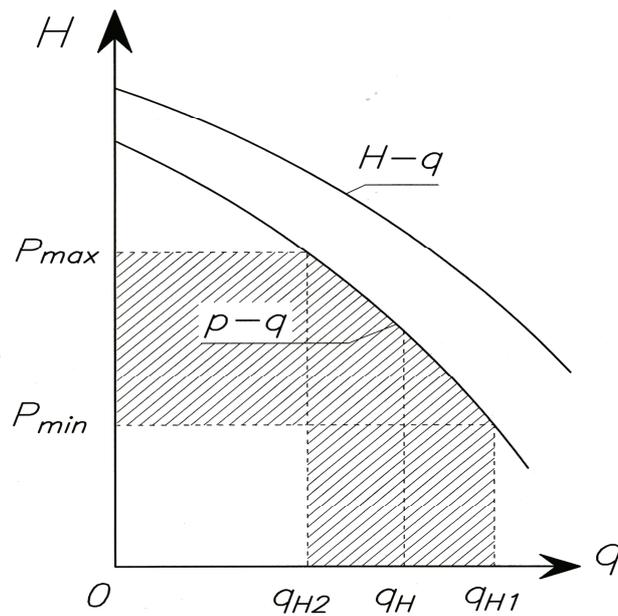


**Рис. 1. Схема пневматической установки**

- после заполнения котла водой закрыть задвижку на напорном трубопроводе насоса перед котлом и при помощи компрессора накачивать воздух до расчетного максимального давления;
- после этого открыть все задвижки, и система готова к работе.

Для совместной работы насос - котел - сеть, определяется минимальное давления  $P_{\min}$ , при котором насос включается, и максимальное давления  $P_{\max}$ , при котором насос отключается. Следовательно, напор, под которым вода поступает из пневматической установки в сеть, будет изменяться от  $P_{\min}$  до  $P_{\max}$ .

Работа пневматической установки с одним насосом, осуществляется следующим образом (рис. 2). Насос включается при опорожнении котла и снижении давления до минимального  $P_{\min}$ , и отключается, если расход воды  $q$  меньше производительности ( $q_{H2}$ ) насоса, соответствующей давлению отключения  $P_{\max}$ , при наполнении котла и увеличении давления до  $P_{\max}$ . Если  $q > q_{H2}$ , то давление в котле меньше давления отключения, и насос работает непрерывно в длительном режиме. После опорожнения котла процесс повторится, насос работает в циклическом режиме.



**Рис. 2. работа насоса с котлом**

Продолжительность включенного состояния насоса будет:  $\Delta t_{\text{вкл}} = \frac{W_p}{q_H - q}$ ,

а отключенного состояния-  $\Delta t_{\text{откл}} = \frac{W_p}{q}$ ,

Регулирующий объем определяется по закону Бойля-Мариотта:[3]

$$V * P_{\min} = P_{\max} * (V - W_p) = \text{const.} \quad (1)$$

где:  $V$  - объем воздуха в котле ;

$W_p$  – регулирующий объем воды в котле;

Обозначив отношение  $P_{\min}$  к  $P_{\max}$  через  $\alpha$ , получим следующие основные соотношения:

$$\alpha = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}; \quad \frac{V}{W_p} = \frac{1}{1 - \alpha} .$$

Соотношение между давлениями  $P_{\min}$  и  $P_{\max}$  выбирают на основании технико-экономического анализа и выражения (1). Из рисунка 3 видно, что объем воздуха  $V$  при  $\alpha > 0,67$  и заданном регулирующем объеме  $W_p$  значительно возрастает а следовательно, возрастает расход металла на их изготовление котла. Это ограничивает возможность применения больших значений  $\alpha$ . При  $\alpha < 0,50$  получается большая разница между  $P_{\max}$  и

$P_{\min}$ , что вызывает понижение к п д насоса, то есть резко увеличивается расход электроэнергии и колебание давления в напорном, трубопроводе. Поэтому величину  $\alpha$  принимают равной 0,5-0,67.[3].

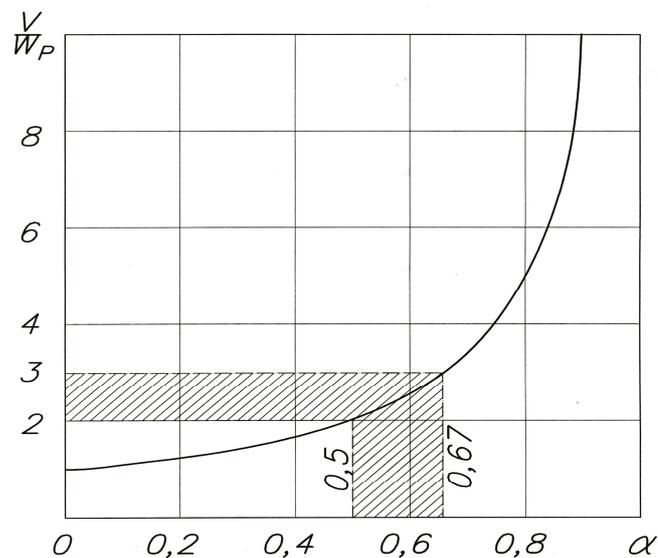


Рис. 3. График зависимости отношения  $V$  к  $W_p$  от  $\alpha$

При пневматических установках переменного давления насосы приходится подбирать исходя из условий работы в широком диапазоне колебаний напоров, вследствие чего насосы значительную часть времени работают при к п д, существенно отличающихся от оптимальных.

Известные методы расчета предполагают режим работы насоса со средней частотой включений. Среднюю частоту и среднее количество включений определяют по графику водопотребления в детерминированном виде в зависимости частоты включений одиночно работающего насоса от расхода воды и постоянной его производительности, равной средней величине.

Исследованиями ряда зарубежных и отечественных ученых, установлено, что правильный выбор методики определения оптимальных параметров насосных установок с пневматическим котлом и их режим работы позволяет, сократить приведенные затраты на электронасосную установку с пневматическим котлом. При выборе параметров учитываются: график потребления расхода воды; износ насоса, и количества включений насоса; износ аппаратуры управления и нагрев электродвигателя; расход энергии; затраты на электронасос; пневматический котел; насосное

помещение; аппаратуру управления.[4].

### **Выводы**

1. При устройстве пневматических установок во всех случаях целесообразно применять автоматизацию, которая позволяет в значительной мере уменьшить объемы пневматических котлов.
2. При одиночной работе насоса с котлом, чем больше диапазон изменения производительности насоса при наполнении котла, тем меньше средняя частота включений.
3. Параллельная работа насосов позволяет уменьшить объем напорного котла и частоту включений, при этом, можно использовать насосы одинаковой или разной производительности.
4. В связи с тем, что насосы в автоматических подъемных установках с пневматическими котлами работают с переменным напором, они должны иметь характеристику, позволяющую им при изменениях давления в котле в заданных пределах работать в оптимальном режиме, т. е. с относительно высоким коэффициентом полезного действия. Поэтому целесообразно использовать насосы с регулятором частоты вращения, что позволяет уменьшить объем напорного котла, и количество включений насоса, и сокращает годовые затраты на насосную установку.

### **Библиографический список**

1. Журба М. Г., Соколов А. И., Говорова Ж. М. Водоснабжения. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2003.- 1026 С.
2. Карамбиров Н. А. Сельскохозяйственное водоснабжение. Учебное пособие. – М.: 1978.- 445 С.
3. Жмаков Г.Н. эксплуатация оборудования и систем водоснабжения - М.: ИНФРА-М. 2007. 352 С.
4. Рульнов А.А., К.Ю. Евстафьев Автоматизация систем водоснабжения: учебник-М.: ИНФРА- М, 2007. 201 С.