

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Назаркин Эдуард Евгеньевич, старший преподаватель сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, nazarkine@rgau-msha.ru

Аннотация: В данной статье рассматривается метод определения объема для пневматических баков систем водоснабжения.

Ключевые слова: гидроневматический бак, давление, объем.

Как известно города исторически развивались более интенсивно по сравнению с селами. Однако, в последнее время, интерес к сельским населенным пунктам значительно вырос. Экологически чистые условия все больше манят людей переезжать из мегаполисов в деревни и поселки. Кроме того, политика импортозамещения и продовольственной безопасности государства привлекает людей, которые хотят заниматься производством с/х продукции.

Поскольку водопотребление в населенном пункте не постоянно, на сети предусматривают установку регулирующих резервуаров, в том числе водонапорных башен.

Водонапорная башня – сооружение в системе водоснабжения для регулирования напора и расхода воды в водопроводной сети, создания её запаса и выравнивания графика работы насосных станций. Она состоит из бака (резервуара) для воды, обычно цилиндрической формы, и опорной конструкции (ствола). Регулирующая роль водонапорной башни заключается в том, что в часы уменьшения водопотребления избыток воды, подаваемой насосной станцией, накапливается в водонапорной башне и расходуется из неё в часы увеличенного водопотребления. Высота водонапорной башни (расстояние от поверхности земли до низа бака) обычно не превышает 25 м, в редких случаях – 30 м; ёмкость бака – от нескольких десятков м³ (для малых водопроводов) до нескольких тысяч м³ (в больших городских и промышленных водопроводах).

Поскольку высота водонапорной башни ограничена, то ее применение недопустимо в качестве регулирующего резервуара, так как высота многоэтажного дома, как правило превышает максимальную высоту водонапорной башни.

Для решения данной проблемы возможно принятие следующего принципиального решения – установка повысительного оборудования в здании многоэтажного дома с использованием преобразователя частоты вращения и гидроаккумулятора.

Гидроаккумулятор (другое название – гидробак) – это специальная металлическая емкость, которая стабилизирует избыточное давление в системе водоснабжения методом принятия на себя дополнительного объема воды.

Установка гидроаккумулятора позволяет решать целый ряд задач:

- поддерживает стабильное давление в системе;
- создает резервный запас воды на случай непредвиденных ситуаций;
- нивелирует избыток давления в системе водоснабжения;
- предохраняет водопроводный трубопровод от гидроударов, которые могут

возникать при включении или резком отключении насосов;

- защищает насосный агрегат от преждевременного износа, иначе говоря, гидроаккумулятор позволяет не так часто включаться насосу;
- при выключенном насосе длительный период поддерживает подачу воды по трубопроводу.

В отличие от водонапорной башни, при расчете гидроаккумулятора можно не учитывать 10-ти минутный противопожарный запас. Кроме того, для обеспечения напора не требуется установка ствола, как для водонапорной башни, что значительно уменьшает затраты на строительство системы [2].

Существуют две принципиально различные системы пневматических установок – переменного давления и постоянного давления.

Пневматические установки переменного давления

Пневматическая водонапорно-регулирующая установка переменного давления, заменяющая по своему назначению водонапорную башню, показана схематически на рисунке 1.

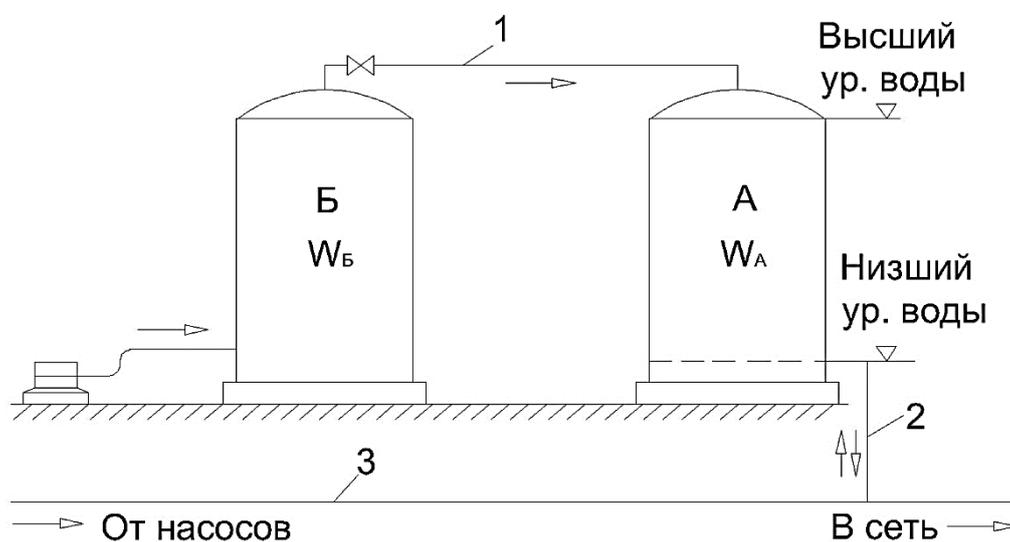


Рис. 1. Пневматическая установка переменного давления

Два герметически закрытых резервуара (или котла) А и Б соединены между собой трубой. Котел А при помощи трубы 2 присоединяется к водоводу 3, подающему воду от насосной станции в водопроводную сеть. В те часы, когда подача насосов превышает потребление воды городом, избыточно подаваемое количество воды автоматически поступает по ответвлению 2 в котел А. Поступая в котел А, вода сжимает находящийся в нем воздух и перегоняет его постепенно в котел Б. Когда вода в котле А достигает наивысшего допустимого уровня, вход в трубу 1 закрывается автоматически действующим поплавковым клапаном; таким образом, вода из котла А не может поступать в котел Б. При полном наполнении котла А водой воздух в пневматической установке будет, очевидно, занимать наименьший объем W_B ; следовательно, давление в системе достигнет наибольшей величины $p_{\text{макс}}$. В часы, когда водопотребление будет превышать подачу воды насосами, вода по трубе 2 будет уходить из котла А; уровень воды в нем будет понижаться и давление в системе падать. Когда вода достигнет низшего допустимого уровня, другой автоматический поплавковый клапан закроет выход из котла А в трубу 2, чтобы предотвратить попадание воздуха в сеть. Очевидно, к

этому моменту воздух будет занимать в системе наибольший возможный объем ($W_A + W_B$) и соответственно этому установится наименьшее давление $p_{\text{мин}}$. [1].

Регулирующая емкость, т. е. емкость «водяного» котла W_A , определяется теми же методами, что и емкость бака водонапорной башни (путем совмещения графиков подачи и потребления).

В отличие от обычной системы водоснабжения с башней в пневматической системе, как мы видим, изменение степени наполнения водяного резервуара сопровождается значительным изменением давления (от $p_{\text{мин}}$ до $p_{\text{макс}}$).

По условиям работы сети давление в ней не должно падать ниже некоторого расчетного значения, соответствующего при «башенном» водоснабжении расчетной высоте расположения над землей низа бака башни H_6 . В пневматической системе этому значению будет соответствовать приведенная высота давления $p_{\text{мин}}$. При $p > p_{\text{мин}}$ пневматическая система будет работать под давлением выше требуемого. Это обстоятельство является основным органическим недостатком пневматических систем рассматриваемого типа, так как применение их требует (по сравнению с башенной системой) повышенных напоров на насосной станции, т. е. установки более мощных насосных агрегатов, вызывает перерасход электроэнергии при подаче воды и значительные колебания давлений во всей водопроводной сети.

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.

Для получения в системе требуемого давления, а также для периодического восполнения убыли воздуха (вследствие его утечки через не плотности, уноса с водой) обычно требуется установка компрессора 4 (рисунок 1). Он работает всего один-два раза в неделю и короткие промежутки времени, поэтому расход энергии на его работу крайне незначителен.

Соотношение между емкостями водяного и воздушного котлов зависит от принятого при расчете диапазона колебаний давлений в системе. Если принять с известным приближением процесс изменения объема воздуха в системе изотермическим, можно, используя закон Бойля-Мариотта, написать соотношение

$$W_B P_{\text{макс}} = (W_A + W_B) P_{\text{мин}} \quad (1)$$

W_B – наименьший объем, который может занимать воздух в системе, равный по объему воздушного котла Б;

W_A – объем водяного котла А;

$W_A + W_B$ – максимальный объем воздуха в системе, равный (с некоторым приближением) суммарному объему водяного и воздушного котлов;

$P_{\text{макс}}$ и $P_{\text{мин}}$ – соответственно наибольшее и наименьшее возможные значения абсолютных давлений в системе.

Введя в это выражение вместо абсолютных давлений избыточные получим

$$\begin{aligned} (P_{\text{макс}} + 1)W_B &= (P_{\text{мин}} + 1)(W_A + W_B) \\ \frac{W_A + W_B}{W_B} &= \frac{P_{\text{макс}} + 1}{P_{\text{мин}} + 1} \end{aligned}$$

Обозначив отношение абсолютного максимального давления к минимальному через ε , получим следующие основные соотношения между значениями давлений и объемов котлов в системе переменного давления:

$$P_{\text{макс}} = \varepsilon P_{\text{мин}}; W_{\text{Б}} = \frac{1}{\varepsilon - 1} W_{\text{А}}$$

или, обозначив для упрощения $1/(\varepsilon - 1)$ через β :

$$W_{\text{Б}} = \beta W_{\text{А}}$$

Как сказано выше, значение $P_{\text{мин}}$ диктуется требованием обеспечения определенных напоров в сети, а значение $W_{\text{А}}$ определяется в соответствии с принятыми режимами водопотребления и работы насосов; оба эти значения при расчете собственно пневматической установки являются фактически заданными.

Следовательно, основными расчетными величинами являются ε и β .

Нетрудно заметить, что значение ε может теоретически колебаться в пределах от 1 до ∞ ; при этом чем ближе ε к единице, тем меньше диапазон колебаний давлений и избыточный напор, создаваемый насосами, а также перерасход энергии при эксплуатации установки.

Одновременно с уменьшением ε возрастает значение β (рис. 2), т. е. возрастает емкость воздушного котла $W_{\text{Б}}$ (при заданной величине $W_{\text{А}}$) и, следовательно, увеличивается строительная стоимость установки.

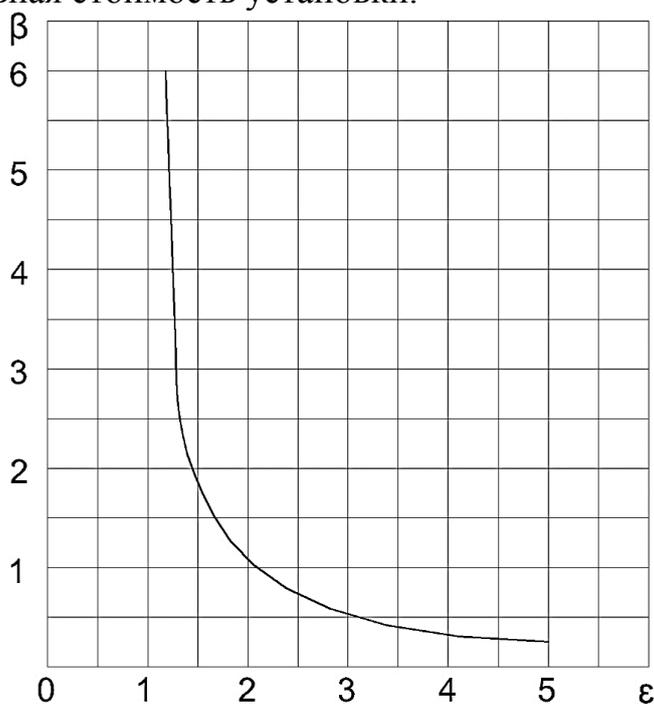


Рис. 2. График зависимости расчетных величин ε и β

На основании технико-экономической оценки влияния значения β на стоимость строительства и эксплуатации пневматических установок могут быть определены наиболее выгодные значения ε .

Они будут зависеть от ряда экономических факторов и, в частности, от стоимости электроэнергии. На основании опыта проектирования можно считать, что оптимальное значение ε лежит примерно в пределах 1.33-2 чему соответствуют значения β от 3 до 1.

Таким образом, экономически оправданная емкость воздушного котла (котлов) может превышать емкость водяного котла обычно не более чем в 3 раза.

Если в водяном котле хранится также пожарный или аварийный запас воды, то он должен быть учтен при определении требуемой емкости котлов для обеспечения требуемых давлений. Значения давлений должны быть проверены также на случай сработки пожарного или аварийного запаса.

Библиографический список

1. Али, М. С. Насосы и насосные станции [Текст] / М. С. Али, Д. С. Беляров, В. Ф. Чебаевский. - Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015. - 330 с.
2. Назаркин, Э. Е. Автоматизация насосных станций в кольцевых водопроводных сетях сельских населенных пунктов [Текст] / Э. Е. Назаркин // В сборнике: Доклады ТСХА, 2021. - С. 20-22.

СЕКЦИЯ «АГРОЭКОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

УДК 631.89

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ТВЕРДОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА (НА ЭКОЛОГИЧЕСКОМ СТАЦИОНАРЕ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА)

Александров Никита Александрович, выпускник института Агробиотехнологии, инженер-исследователь НЦМУ «Агротехнологии будущего», ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, alexandrovnumber4@mail.ru

Жигалева Ярослава Сергеевна, выпускница института Агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, zhigaleva.ya@mail.ru

***Аннотация:** Оценена продуктивность яровой твердой пшеницы в Московском регионе Экологическом стационаре РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Несмотря на экстремально влажный сезон наибольшая продуктивность составила у сорта «Оренбургская 25» - 58 ц/га.*

***Ключевые слова:** твердая пшеница, биопродуктивность, антропогенная нагрузка, агроэкосистемы.*

Яровая пшеница – одна из главных продовольственных культур Земного шара. Из пшеничной муки пекут подовой и формовой хлеб самых разнообразных видов, твердая пшеница идет на изготовление лапши, вермишели, макарон, крупы, кексов и т.д.

Характерная особенность твердых сортов – высокая стекловидность, что определяет хорошие мукомольные свойства. Выход муки составляет до 75%; только из этой муки можно готовить высшие сорта макарон, вермишели, манной крупы [1].

Яровая пшеница очень требовательна к плодородию почвы, так как обладает слаборазвитой корневой системой и невысокой усвояющей способностью [1].