

Е.В.ЮРКОВ, кандидат технических наук

А.Д. ЮРКОВ, студент

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

## УСТАНОВКА БАШЕННОГО ТИПА ДЛЯ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ

*Наводиться конструкція установки для знезалізнення води, яка включає трубопроводи із запірною арматурою, водонапірну башту, камеру утворення пластівців, відстійник, фільтр, розділений вертикальною перегородкою, аератор, підвищувальні насоси та знезаражувальну установку.*

**Ключові слова:** водонапірна башта; стовбур башти; аератор; камера утворення пластівців; відстійник; вертикальний стояк; фільтруюче завантаження; колектор для збору води; ковпачкової дренаж; засувка; насоси; гіпохлоритна установка.

*Приводится конструкция установки для обезжелезивания воды, включающая трубопроводы с запорной арматурой, водонапорную башню, камеру хлопьеобразования, отстойник, фильтр, разделенный вертикальной перегородкой, аэратор, повысительные насосы и обеззараживающую установку.*

**Ключевые слова:** водонапорная башня; ствол башни; аэратор; камера хлопьеобразования; отстойник; вертикальный стояк; фильтрующая загрузка; коллектор для сбора воды; колпачковый дренаж; задвижка; насосы; гипохлоритная установка.

*The article gives a construction of tower type installing for deironing water, which includes pipelines with shut-off valves, water tower, flocculation chamber, settling tank, filter, separated by a vertical partition, aerator, step-up pumps and disinfection unit.*

**Keywords:** water tower; the trunk of the tower; aerator; chamber flocculation; settling tank; a vertical pipe; filter loading; the pipe to collect water; retaining drainage; valve; pump; installation of hypochlorite.

Широкое распространение для обезжелезивания воды в Украине получили установки башенного типа, разработанные в НИКТИ ГХ [1], и в КНУСА [2,3] на базе водонапорных башен Рожновского.

Недостатком этих установок является прекращение получения фильтрованной воды во время промывки фильтрующей загрузки, а также

ограничения производительности установки, связанные с диаметром ствола башни и расположенного в нем скорого фильтра.

Диаметр ствола башни принимают, как правило, 1420 и 1600 мм, что соответствует производительности установки 275 и 350 м<sup>3</sup>/сут.

Для обеспечения непрерывной подачи воды потребителю и увеличения производительности в предлагаемой ниже авторами и описанной установке (патент №85627) используется фильтр, разделенный вертикальной перегородкой на две независимые секции, что позволяет производить промывку одной секции не выключая из работы вторую.

Увеличение производительности установки достигается за счет увеличения диаметра фильтра без увеличения диаметра ствола башни.

Для уменьшения энергозатрат при подаче воды потребителю в верхней части установки размещается водонапорный бак, отделенный стволом башни от камеры хлопьеобразования, что позволяет аккумулировать в нем запас воды после фильтрования с подкачкой воды повысительным насосом.

Установка для обезжелезивания воды (рис.1) состоит из водонапорной башни 1, которая включает в себя бак 2 со смотровыми люками 3, вентиляционный стояк 4, датчики уровня 5 и 5а, переливные трубы 6 и 6а с приемными воронками 7 и 7а, воздухоотводные трубы 8, ствол 9 с монтажными люками 10. В верхней части ствола установлен аэратор 11 в виде системы перфорированных труб, соединенный с подающим трубопроводом 12 и задвижку 13.

Под аэратором 11 в стволе 9 размещена камера хлопьеобразования 14, отстойник 15 со слоем взвешенного осадка 16, соединенный зонтом 17 с воздухопроводом 18, центральным вертикальным стояком 19, ответвлениями 20, с поддонным пространством 21, над которым размещен колпачковый дренаж 22, фильтрующий слой загрузки из песка, керамзита, пенополистирола 23, поддерживающая сетка 24, надфильтровое пространство 25. коллектор сбора осветленной и промывной воды 26, соединенный с трубопроводом осветленной воды 27 и сброса промывной воды 28 и трубопроводом подачи воды для промывки пенополистирольной загрузки 29, с установленными на них задвижками 30, 31 и 32.

Надфильтровое пространство 25, фильтрующий слой загрузки 23, поддерживающая сетка 24, колпачковый дренаж 22, поддонное пространство 21 отделены от отстойника 15 стволом 9 .

Рассмотрим отдельно конструкцию фильтра 33, который включает надфильтровое пространство 25, фильтрующий слой загрузки 23, поддерживающую сетку 24, колпачковый дренаж 22, поддонное пространство 21 и разделен ствол 9 и вертикальной перегородкой 34 на две отдельные секции 35.

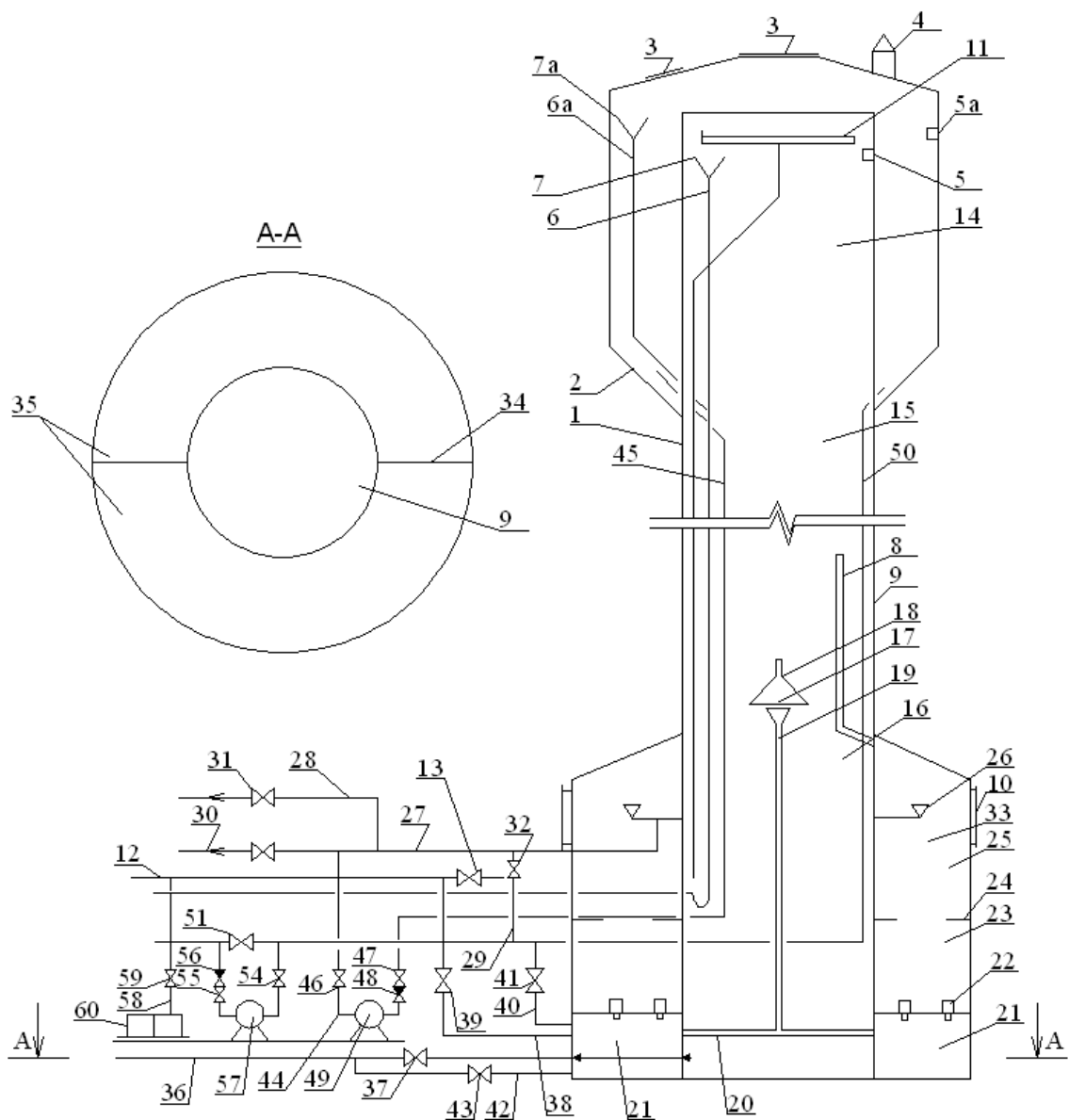


Рис.1. Установка башенного типа для обезжелезивания воды  
(позиции 1-60 по тексту)

Слой взвешенного осадка 16 сообщен трубопроводом 36 с задвижкой 37 для отвода избыточного осадка гидроксида железа, а также для опорожнения ствола башни 9. Поддонное пространство 21 соединено трубопроводами 38 с установленными на них задвижками 39. Трубопровод исходной воды 12, трубопровод 40 с задвижками 41 используются для подачи воды на промывку фильтрующей загрузки. Для опорожнения башни к поддонному пространству присоединены трубопроводы 42 с задвижками 43. Трубопровод осветленной воды 27 соединен трубопроводами 44, 45 с установленными задвижками 46, 47 и обратным клапаном 48, а также повисительным насосом 49 с водонапорным баком 2 который соединён трубопроводом 50 с задвижкой 51. Трубопроводы 52, 53 соединены с

задвижками 54, 55, обратным клапаном 56 и с повысительным насосом 57. Трубопровод исходной воды 12 также соединен трубопроводом 58, задвижкой 59 с гипохлоритной установкой 60.

Установка работает в такой последовательности. Для обеспечения устойчивости башни перед пуском установки в работу проводится заполнение её водой. Для этого вода от источника водоснабжения при открытых задвижках 39 по трубопроводам 38 через поддонное пространство 22, колпачковый дренаж 23, фильтрующую загрузку 24, центральный стояк 21 заполняет ствол башни 9 до переливной трубы 6. Удаление воздуха из надфильтрового пространства 25 осуществляется с помощью воздухоотводной трубы 8. После заполнения ствола 9 водой закрываются задвижки 39, открывается задвижка 13, вода по трубопроводу 12 подаётся на аэратор 11, насыщается кислородом воздуха при истечении из перфорированных труб, после чего поступает в камеру хлопьеобразования 14.

Взвесь с гидравлической крупностью 0,2...0,5 мм/сек, которая образуется в камере хлопьеобразования 14, поступает в отстойник 15 через слой взвешенного осадка 16, с помощью зонта 19 подводится к центральному вертикальному стояку 21, а потом через поддонное пространство 22, колпачковый дренаж 23, фильтрующую загрузку 24 поступает в коллектор осветленной воды 26 и трубопровод осветленной воды 27 при открытых задвижках 30. Выпуск воздуха из зонта 19 осуществляется с помощью воздухоотвода 20. Отвод воды и осадка из башни 9 производится по трубопроводу 36 при открытой задвижке 37. Для заполнения водонапорного бака 2 фильтрованной водой открываются задвижки 46 и 47, включается повысительный насос (первой ступени) 49 и вода по трубопроводу 45 поступает в бак 2.

Подача воды в водопроводную сеть осуществляется по трубопроводу 50 при открытой задвижке 51. подача воды в сеть с напором, большим, чем напор воды от водонапорной башни, осуществляется повысительным насосом 57, присоединенным к трубопроводу 50 трубопроводами 52 и 53; задвижки 54 и 55 при этом открыты, а задвижка 51 закрыта. Обеззараживание воды производится гипохлоритом натрия, который от гипохлоритной установки 60 по трубопроводу 58 при открытой задвижке 59 поступает в трубопровод исходной воды 12. Смешивание гипохлорита натрия с водой осуществляется в трубопроводе 12; их контакт в течение 3-4 часов в стволе башни обеспечивает надежное обеззараживание воды.

Гипохлорит натрия способствует также интенсивному окислению двухвалентного железа, что повышает производительность установки.

Промывка фильтрующей загрузки из песка или керамзита может проводиться комбинированно. Сначала промывка проводится осветленной и обеззараженной водой, которая поступает в поддонное пространство 22 по центральному вертикальному стояку 21 из ствола башни 9. Отвод воды после промывки фильтрующей загрузки 24 осуществляется с помощью

коллектора 26, трубопроводов 28 при открытых задвижках 31. После снижения уровня воды в стволе башни 9 открывается задвижка 41 и промывка производится водой из водонапорного бака 2. Промывка фильтрующей загрузки может также осуществляться водой только из водонапорного бака 2. Промывка фильтрующей загрузки из пенополистирола проводится водой из водонапорного бака при открытых задвижках 32; отводится жидкость по трубопроводу 29 и коллектору 26, трубопроводам 42, при открытых задвижках 43. Опорожнение водонапорной башни 1 осуществляется по трубопроводу 42 при открытых задвижках 43.

В качестве аэратора в установке могут использоваться перфорированные трубы, а также кавитационные устройства, показавшие надежную работу в течение длительного времени эксплуатации станций, в населенных пунктах Житомирской и Киевской областей, в том числе и в чернобыльских поселках.

Площадь отверстий перфорированных труб определяется по формуле:

$$F = \frac{Q}{\mu\sqrt{2gH}}, \text{ м}^2, \quad (1)$$

где,  $Q$  – расход воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ ; коэффициент расхода, принимается в пределах 0,6...0,62;  $H$  –напор воды, м;  $g$  – ускорения свободного падения  $9,8 \text{ м}/\text{с}^2$ .

Диаметр отверстий принимается в пределах 5...12 мм, в фильтре может использоваться как колпачковый, так и трубчатый дренаж, расчет которого производится в соответствии с [4] пп.6.105-108. Расчет желобов для сбора фильтрованной и промывной воды и определение расстояния от поверхности фильтрующей загрузки до кромок желобов производится в соответствии с [4] пп.6.111-112.

Производительность повысительного насоса для подачи фильтрованной воды в водонапорный бак равна производительности фильтра, а напор должен подбираться с учетом потерь напора в фильтре и трубопроводах.

При диаметре ствола равном 1420 мм диаметры фильтров для производительностей установок 600; 800; 1000; 1500  $\text{м}^3/\text{сут}$  соответственно равны 2,6; 2,9; 3,15 и 3,75 м.

Производительность электролизных установок для обеззараживания воды при концентрации хлора в воде 1,0 мг/л для указанных производительностей станций обезжелезивания воды составит 0,6-1,5кг/сут. Для получения гипохлорита натрия могут использоваться электролизеры типа ЭН(5) производительностью по активному хлору 0,042...4,1 кг/ч, электролизеры предприятия «Бортек» и другие типы.

## **Выводы**

Проектирование станций обезжелезивания башенного типа более двадцати лет осуществляет «Житомирводпроект», их строительство, монтаж и наладочные работы выполняет ТОВ «Джерело-Соколов», а изготавливает установки в металле завод «Довжик».

## **Список литературы**

1. *Патент* України № 53222. Бюл.№1,2005 г.
2. *Патент* України №17352. Бюл.№2,31.10.97, 1997.
3. *Патент* України № 54545. Бюл.№3, 2003.
4. *СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: 1985.
5. *Тугай А.М., Прокопчук И.Т.* Водоснабжение из подземных источников. – К.: Урожай, 1990.