

ШУЛЯТЬЕВА М. В.
СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ОТ ВРЕДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Студент, научный руководитель к.т.н., доцент Чудновский С. М.,
Вологодский государственный университет, г. Вологда

Цель данной работы заключается в создании системы комплексной очистки подземных вод от вредных элементов. Актуальность заключается в том, что в настоящее время питьевая вода в большинстве случаев добывается из подземных источников, но вода в них не соответствует нормативам качества.

С января 2013 года в силу вступил Федеральный закон от 07.12.2011 N 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении". В тексте закона изложена государственная политика в сфере водоснабжения и водоотведения. В частности необходимо добиться:

- охраны здоровья и улучшения качества жизни населения путем обеспечения бесперебойного и качественного водоснабжения и водоотведения;
- обеспечения развития централизованных систем водоснабжения и водоотведения путем развития эффективных форм управления этими системами, привлечения инвестиций и развития кадрового потенциала и другие [1].

К сожалению, требования закона, которые относятся к качеству питьевой воды, добываемой из подземных источников на территории Российской Федерации, в большинстве случаев не выполняются. Для очистки подземных вод от отдельных элементов в настоящее время используются дорогостоящие, громоздкие технологии, с помощью которых удаляют не только вредные ингредиенты, но и те, которые необходимы для здоровья человека (примерами таких технологий могут быть: обратный осмос, опреснение, электродиализ). Также следует заметить, что вода имеет очень важное значение для здоровья человеческого организма, так как он сам состоит из воды примерно на 50 - 70% от массы тела [2]. Учитывая высокую стоимость традиционных методов, большинство водозаборных скважин вообще не оборудованы очистными установками и сооружениями. Например, только по Вологодской области таких скважин насчитывается около 3000, при этом в большинстве из этих скважин наблюдается превышение ПДК по различным вредным элементам.

К элементам, ПДК которых в питьевой воде превышены, относятся:

- алюминий (при повышенном содержании в воде он, накапливаясь в организме, не выводится из него и является причиной старческого слабоумия, повышенной возбудимости, различных неврологических изменений);
- барий (вызывает повышение кровяного давления, а также может привести к мышечной слабости и болям в брюшной области) [3];
- фтор (избыток ионов фтора в питьевой воде вызывает заболевания флюорозом, остеопорозом и нервными расстройствами) [4];
- бор (при употреблении воды с повышенным содержанием бора возникает раздражение желудочно-кишечного тракта, которое может приобрести хронический характер - развивается так называемый "борный энтерит") [5];
- железо (при употреблении воды с повышенным содержанием железа могут возникнуть заболевания внутренних органов – в первую очередь печени и почек, а также неблагоприятно воздействует на кожу человека);
- и другие ингредиенты.

Мы предлагаем производить очистку подземных вод от перечисленных выше элементов на дешевых и малогабаритных установках, причем их стоимость многократно меньше, чем установки существующих методов очистки. Для этого есть возможность использовать особое свойство ионов указанных выше элементов, связанное с их

подвижностью в слабом постоянном электрическом поле. Основные характеристики подвижности перечисленных ингредиентов, приведены в таблице 1.

Таблица 1
Характеристики подвижностей ионов в слабом постоянном электрическом поле

| Показатели | Единицы измерения | Нормативы (ПДК), не более | Показатель вредности [1] | Класс опасности | Предельная подвижность ионов в водном растворе при 25^0C , $[\text{Oм}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot 2 - \text{экб}^{-1}]$ | Скорость движения иона в водном растворе при разности потенциалов 10 В, находящихся на расстоянии 1, см ($\text{M} \cdot \text{с}^{-1}$) |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|--|--|
| Алюминий (Al_{3+}) | мг/л | 0,5 | с.-т. | 2 | 63 | $6,53 \cdot 10^{-5}$ |
| Барий (Ba_{2+}) | -,,- | 0,1 | -,,- | 2 | 63,63 | $6,6 \cdot 10^{-5}$ |
| Бор (B, суммарно) | -,,- | 0,5 | -,,- | 2 | 78,14 | $8,1 \cdot 10^{-5}$ |
| Железо (Fe_{3+}) | | | | | 68 | $7,05 \cdot 10^{-5}$ |
| Железо (Fe_{2+}) | | | | | 53 | $5,5 \cdot 10^{-5}$ |

В Вологодском государственном университете (ВоГУ) были проведены исследования возможностей удаления из воды ионов, приведенных в таблице 1. Эти исследования проводились в лабораториях кафедры химии и кафедры комплексного использования и охраны природных ресурсов (КИиОПР) ВоГУ, а также в базовой лаборатории МУМ ЖКХ «Вологдагорводоканал». На основании этих исследований в ВоГУ был получен ряд патентов на изобретения:

- 1.Способ обесфторивания подземных вод и устройство для его осуществления (Патент RU № 2274608 от 20.04.2006);
- 2.Способ обезжелезивания подземных вод и устройство для его осуществления (Патент № 2012106325);
- 3.Способ очистки подземных вод от ионов бора и устройство для его осуществления (Патент № 2518627).

В процессе исследований мы пришли к выводу, что разработанные новые технологии для удаления из воды ионов различных элементов можно осуществлять на одной дешевой и малогабаритной установке, схема которой приведена на рисунке 1.

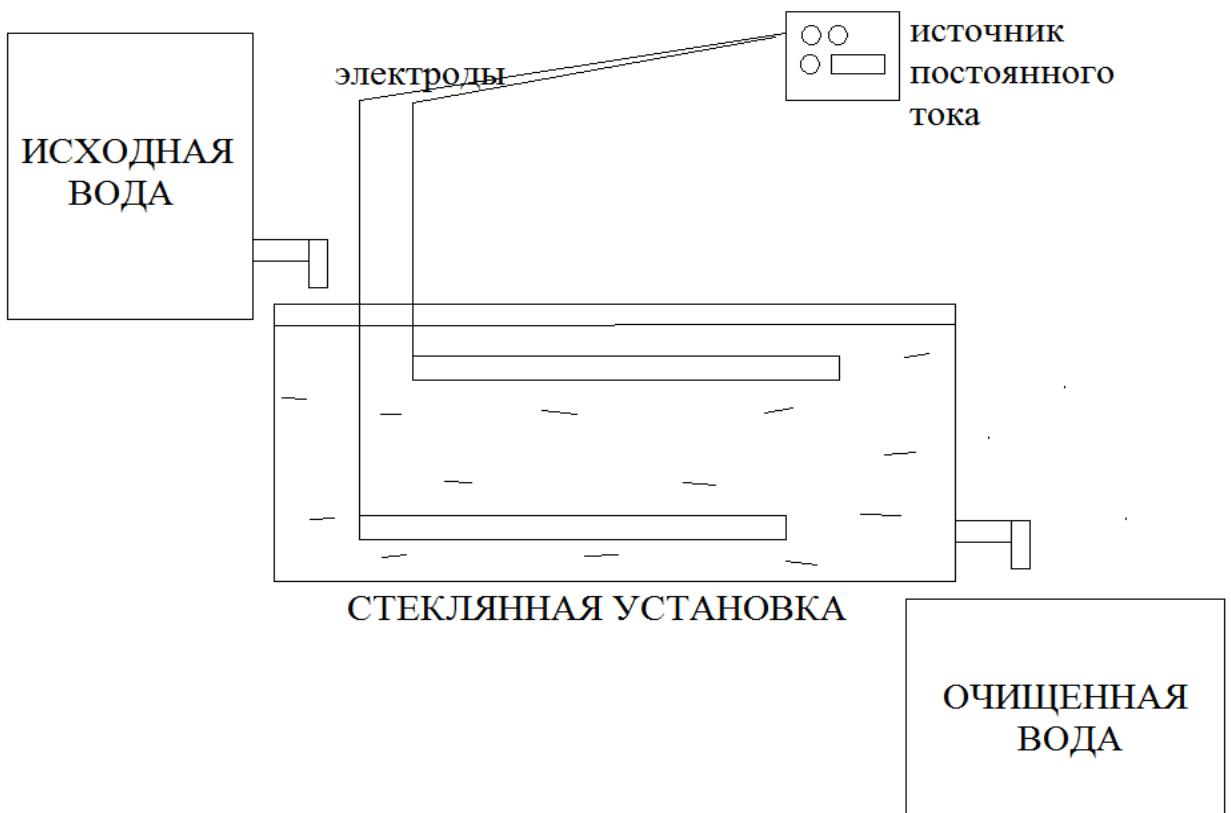


Рисунок 1 – Схема полупроизводственной установки

Также, при выполнении исследований на данной установке было замечено, что в процессе воздействия постоянного электрического поля выделяются маленькие пузырьки газа (преимущественно кислорода), которые двигаются направленно вверх. Эти пузырьки создают условия для того, чтобы попутно удалялись из воды некоторые вредные элементы, например сероводород. Чем больше разность потенциалов между электродами, тем интенсивнее образование таких пузырьков. Поэтому, в перспективе есть возможность обеспечивать попутное обеззараживание воды. Проведены примерные расчёты экономической эффективности возможного использования предлагаемых установок на скважинах и сравнение стоимости очистки с использованием, например, традиционной станции опреснения воды, которые показывают:

1. Стоимость традиционной станции опреснения при производительности до 200 м^3 ориентировочно может составить от 4 до 8 миллионов рублей при себестоимости 1 м^3 воды не менее 40 рублей.

2. Стоимость предлагаемой установки такой же производительности при серийном изготовлении оценочно находится в пределах от 50 до 100 тысяч рублей при себестоимости 1 м^3 воды в пределах от 0,5 до 3 рублей.

Такая низкая себестоимость объясняется тем, что очистка воды от перечисленных выше ингредиентов может производиться без использования реагентов в автоматическом режиме, а затраты электроэнергии для очистки воды находятся в пределах от 0,1 до 0,3 Ватт для 1 м^3 воды.

Планируется создать и установить такие установки на отдельных скважинах. В настоящее время исследования продолжаются для отработки и подбора наиболее выгодного режима очистки.

Список литературы

1. Материалы Второго Молодежного Экологического Форума (Россия, Кемерово, 10 – 12 июня 2014 г.) / Под ред. Т. В. Галаниной, М. И. Баумгартэна. – Кемерово, КузГТУ, 2014. – 376 с.

- 2.ВОДА В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zenslim.ru/content/вода-в-организме-человека>;
- 3.Барий. Общие сведения [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.smed.ru/guides/220/>;
- 4.Габович Р. Д., Фторирование и обесфторивание питьевой воды. Гигиена и технология / Габович Р. Д., Николадзе Г. И., Савельева Н. П. – М.: 1968г. – 332 с.;
- 5.Центр водных технологий. Передовые технологии очистки воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.water.ru>.