

влажности проводилось термостатно-весовым способом в трехкратной повторности, отбор образцов осуществлялся по вершинам квадратов на глубине (0...10, 10...20 и 20...30) см, за три сеанса единовременной (продолжительность сеанса 3...4 часа) съемки и составил по объему 108 единиц. Положение УГВ в первом сеансе съемки - 93, втором - 107 и в третьем - 139 см.

Статистическая обработка результатов измерений проводилась по стандартным программам на ПЭВМ. Результаты статистической обработки приводятся в таблице.

Сравнительный анализ материалов таблицы позволил сделать следующие выводы:

1) подтверждается хорошая корреляционная связь ( $r = 0,795...0,945$ ) объемной влажности и влагозапасов слоя (0...30) см с ее точечным измерением на глубине 15 см;

УДК 628.16

**Яромский В.Н., Лысенкова Т.М., Соколюк С.В.**

## О КОНСТРУИРОВАНИИ АППАРАТОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ВОД

Изучение химических свойств минеральных азотсодержащих соединений и теоретический анализ возможных методов их удаления из подземных вод /1/ показали, что в условиях водоснабжения автономных объектов предпочтительнее физико-химические методы, а именно ионный обмен и сорбция, — для установок средней и малой производительности для коллективных и индивидуальных водопользователей они более подходят по надежности и простоте эксплуатации.

Конструктивный тип аппарата для проведения физико-химических процессов очистки, принцип его действия, технологические характеристики зависят от многих факторов, к важнейшим из которых, определяющих устройство аппарата, можно отнести следующие: неоднородность системы (степень осветления жидкой фазы), концентрация в ней целевого компонента, ее физические и химические свойства, разность плотностей взаимодействующих фаз, интенсивность их перемешивания, время контакта и время установления равновесия, соотношение между жидкой и твердой фазами, непрерывность или периодичность процесса, удобство монтажа, обслуживания и ремонта аппарата, простота его изготовления, доступность конструктивных материалов и т.д. В общем случае важнейшее значение приобретают высокая производительность и высокая эффективность оборудования.

Конструктивный тип аппарата зависит также от условий проведения процесса и свойств участвующих в нем веществ.

В результате исследований эффективности очистки водных систем методом сорбции /2/ было выявлено, что активированный уголь проявляет слабые сорбционные свойства по отношению к нитрат-ионам. Очистка подземной воды методом сорбции с использованием активированного угля возможна лишь при малых скоростях фильтрования (не более 0.2 м/ч) и содержании нитратов в исходной воде не более 70 мг/л. Реализация процесса сорбционной очистки в статических условиях требует длительного контакта обрабатываемой воды с сорбентом, а, следовательно, неэкономично больших объемов сооружений водоподготовки при низкой емкости активированного угля.

2) положение УГВ в сложных гидрогеологических условиях не оказывает существенного влияния на величину влагозапасов в слое (0...30) см;

3) процесс формирования влагозапасов по глубине почвенного слоя не противоречит нормальному закону распределения случайных величин.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасик Г.И., Шабан Н.С., Пятницкий В.Н., Трибис В.П. Комплексное регулирование условий жизни растений на торфяных. - Мн.: Ураджай, 1980.-134с.
2. Митрахович А.И., Майорчик А.П., Мороз М.Ф. О пропорциональном распределении влагозапасов //Мелиорация переувлажненных земель//, Труды, т. XLIV. -Мн.:Ураджай,1997.-С.100-105.

Таким образом, процесс сорбционной очистки воды от нитратов может быть применен в компактных установках водоподготовки в качестве промежуточной стадии очистки.

В работе /3/ на основании экспериментальных исследований анализируется практическая возможность использования различных типов ионообменных смол для очистки природных вод от азотистых соединений методом ионного обмена. Эффективность удаления нитратов достигает 99 %, и, применительно к водоснабжению небольших автономных объектов, с учетом конструктивных, технологических и экономических показателей ионообменного оборудования, для очистки подземных вод от азотистых соединений рекомендуется использовать аппараты периодического действия со сплошным неподвижным слоем ионита.

На рисунке представлены некоторые варианты схем аппарата индивидуального водопользования для физико-химической очистки воды от нитратов и нитритов. В первом случае (а) в качестве загрузки фильтра используется высокоосновный анионит марки АВ-17.8. Второй вариант технологической схемы (б) включает двухслойный фильтр, в котором по ходу движения воды располагаются анионит марки Purolite min./600.ОН. и активированный уголь БАУ. Для поддержания обменной емкости сорбенты периодически регенерируются и промываются в процессе эксплуатации. В качестве основного варианта физико-химической очистки рекомендуется анионный обмен ( см. рисунок, а).

Регенерация высокоосновного анионита осуществляется путем пропускания через отработанный анионит 4 %-ного раствора NaOH или Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в условиях, предусмотренных СНиП /4/.

Для разработки методики расчета компактного аппарата индивидуального пользования для очистки азотсодержащих подземных вод ионным обменом был использован метод, основанный на решении математических моделей ионообменной очистки /5/. Целью экспериментальных исследований ставилось изучение влияния на эффективность процесса очистки воды от азотсодержащих соединений основных факторов при работе ионообменной колонки:

**Яромский Виктор Николаевич. К.т.н., заведующий каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения.**

**Лысенкова Татьяна Михайловна. К.т.н., доцент каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения.**

**Соколюк Светлана Васильевна. Аспирант каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения.**

*Брестский политехнический институт (БПИ). Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.*

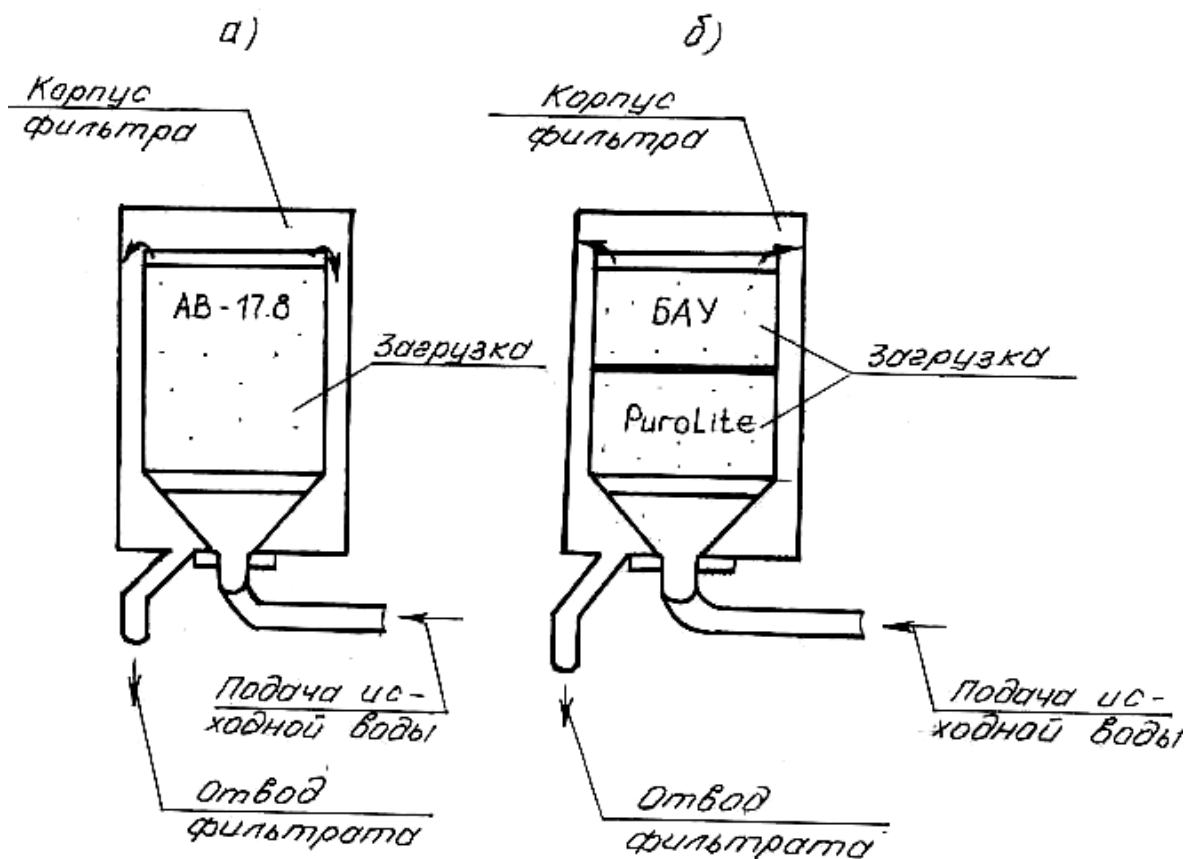


Рисунок. Варианты схем аппарата индивидуального пользования:

- а) с одноступенчатой очисткой воды от азотсодержащих соединений;
- б) с двухступенчатой очисткой воды от азотсодержащих соединений.

- скорость фильтрования воды ( $V_{\phi}$ );
- величина отношения длины колонны к ее диаметру ( $h/d$ );
- температура очищаемой воды ( $t$ ).

При проведении исследований на основе применения математического метода оптимального планирования эксперимента были получены экспериментально-статистические модели ионообменной очистки подземных вод от соединений азота и выявлено, что максимальный эффект очистки подземных вод имеет место при определенных параметрах  $V_{\phi}$ ,  $h/d$ ,  $t$ , которые могут быть рекомендованы для проектирования ионообменного аппарата (см. таблицу).

Таблица

Рекомендации на проектирование ионообменных аппаратов для очистки подземных вод от нитратов и нитритов

Марка анионита (производство)	Оптимальные параметры работы ионообменной колонки		
	$V_{\phi}$ , м/ч	$h/d$	$t$ , °C
Байер анионит Левотит (Англия)	16.7	8	17.7
AB-17.8 ГОСТ 20301-74 (Россия)	20.2	7.2	18
Purolite mun/600.OH (Англия)	18.1	7.6	9.7

На основании данных таблицы конструкция компактного фильтра для очистки азотсодержащих вод будет отличаться высотой фильтрующего материала в зависимости от марки анионита.

Таким образом, разработанные на основании теоретических и экспериментальных исследований варианты схем аппарата и рекомендации на проектирование ионообменных аппаратов для очистки азотсодержащих подземных вод составят основу для конструирования промышленного образца аппарата, изготовление и серийный выпуск которого позволит решить проблему водоснабжения населения высококачественной питьевой водой.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Яромский В.Н., Лысенкова Т.М., Соколюк С.В. Исследование методов очистки подземных вод от нитратов и нитритов.// Материалы международной 53-ей научно-технической конференции профессоров, преподавателей, научных работников и аспирантов БГПА, Ч. 3, Мн., 1999, с. 110.
2. Яромский В.Н., Лысенкова Т.М., Соколюк С.В. Исследование и оценка эффективности очистки водных систем от азотистых соединений методом сорбции/ Белорус. гос. технолог. ун-т. Мн., 1999.-12с. Библиогр.:4 назв. Рус. Деп. в БелИСА 10.11.99, №Д1999110//
3. Яромский В.Н., Лысенкова Т.М., Соколюк С.В. Исследование процесса очистки подземных вод от азотистых соединений методом ионного обмена/Белорус. гос. технолог. ун-т. Мн., 1999.-16с. Библиогр.:4 назв. Рус. Деп. в БелИСА 03.08.99, №Д199984//
4. СНиП 2.04.02-84 "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения"/ Госстрой СССР. - М.:Стройиздат,1989.-136с.
5. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. - Л.:Химия. - 1982. - 168с.