

# **ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Министерство мелиорации и водного  
хозяйства СССР

Среднеазиатский ордена Трудового Красного  
Знамени научно-исследовательский институт  
ирригации им. В. Д. Журина (САНИИРИ)

## **Пути повышения работоспособности скважин вертикального дренажа**

УЗНИНТИ

Ташкент — 1983

Пути повышения работоспособности скважин вертикального дренажа (обзор). Якубов Х., Абяров А., Джамилова Т. — Ташкент: УАНИИЭТИ, 1963г.

Обобщены результаты натурных исследований работоспособности высокодебитных скважин вертикального дренажа с использованием в качестве фильтрового каркаса труб из различных материалов. Установлены основные причины снижения дебитов скважин с металлическими фильтровыми каркасами и обоснована эффективность применения асбестоцементных труб вместо металлических.

Рис. 6, табл. 7, библиогр. 20 назв.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

|                                                                                                                  | стр. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Введение . . . . .                                                                                               | 3    |
| Опыт строительства высокодебитных скважин из воды и вертикального дренажа с использованием асбестоцементных труб | 5    |
| Предложения по организации и применению асбестоцементных труб при строительстве вертикального дренажа            | 14   |
| Технико-экономическая эффективность внедрения асбестоцементных труб в качестве фильтрового каркаса скважин . .   | 22   |
| Выводы . . . . .                                                                                                 | 26   |
| Список литературы . . . . .                                                                                      | 27   |

## В В Е Д Е Н И Е

Меморативная эффективность вертикального дренажа зависит прежде всего от условий гидрогеологических (проницаемость и мощность покровного мезоконуса и каптируемого пласта, строение бассейна, условия питания и расходования грунтовых и подземных вод), почвенно-мелиоративных (степень и характер засоления почвогрунтов и грунтовых вод, водно-физические свойства почвы и др.), а также надежности работы скважин.

Конструкция скважины во многом определяет эксплуатационную надежность системы. Снижение дебитов, сокращение срока службы скважины, предотвращение коррозионных и других физико-химических явлений, протекающих в прифильтровой зоне, можно в значительной степени предупредить путем выбора рациональной конструкции скважины, соответствующей гидрогеологическим условиям района, а также целям и задачам внедрения вертикального дренажа.

При строительстве скважин для водоснабжения населенных пунктов широко применяют фильтры опускаемого типа, изготавливаемые по типовым проектам в заводских условиях. Однако скважины вертикального дренажа (СВД) отличаются от скважин водоснабжения и водопонижения как по условиям работы, так и по выполняемым задачам. Если скважины для водоснабжения каптируют строго определенные водоносные пласты, обладающие известными пьезометрическими качествами, т.е. слабой минерализацией подземных вод, то скважины вертикального дренажа глубиной от 40 до 100 м должны каптировать верхние части напорного комплекса, которые обычно представлены высокоминерализованными водами.

При водоснабжении населенных пунктов нельзя допускать смешивания верхних, обычно худших по качеству, грунтовых вод с водами со-

новного водоносного комплекса, откуда ведется откачка. Задача вертикального дренажа — усиление гидравлической связи между водами грунтового и капитруемого пласта. В связи с этим скважины вертикального дренажа должны быть высокодебитными и их фильтры принимать приток подземных вод из всего водосодержащего комплекса. Эти особенности определяют требования к выбору конструкции скважин и параметрам их водопримной части.

Конструкция скважины вертикального дренажа должна:

обеспечить высокий дебит при минимальных понижении воды и длительную и бесперебойную эксплуатацию системы;

обладать повышенной металло- и энергоемкостью;

быть удобной для проведения ремонтно-восстановительных работ.

Необходимо, чтобы параметры конструктивных элементов скважины отвечали следующим требованиям:

диаметр фильтрового каркаса и обсадных колонн должен позволять свободно монтировать и демонтировать насосно-сигнальное оборудование и приборы автоматики и телемеханики, а также проводить в скважинах ремонтно-восстановительные работы;

фильтровой каркас следует изготавливать с достаточной механической прочностью и устойчивостью против химической и электрохимической коррозии, что обеспечит длительную эксплуатацию скважины при минимальных текущих затратах;

водоприемная часть насосного колодца (фильтр) должна, во-первых, обеспечить максимальный водозабор при минимальном динамическом понижении воды, во-вторых, предотвратить усиленное пескование и заиливание скважины, в-третьих, быть удобной для проведения ремонтно-профилактических работ.

Конструкцию скважины вертикального дренажа не всегда подбирают с учетом всех особенностей водоносного комплекса и эксплуатации малодебитных систем. Поэтому на многих крупных объектах с внедрением вертикального дренажа наблюдается усиленное пескование, быстро снижается дебит скважины, а следовательно, и коэффициент полезной работы и эффективности работы систем. В связи с этим особую актуальность приобретает использование и качество фильтрового каркаса неметаллических труб, в частности асбестоцементных, обладающих долговечностью.

## Опыт строительства высокодебитных скважин на воду и вертикального дренажа с использованием асбестоцементных труб

Быстрый рост объема строительства вертикального дренажа ставит перед проектными и научно-исследовательскими институтами задачу — разработать и испытать новые конструкции высокодебитных скважин с минимальными гидравлическими сопротивлениями, повышенной надежностью и долговечностью.

По данным ТЭД В/О Совхозпроекта на площади орошаемой вертикальным дренажом, которая в перспективе составит 5,1 млн. га, предусмотрено построить более 17,5 тыс. высокодебитных скважин. Общее число эксплуатируемых скважин вертикального дренажа только в среднеазиатских республиках и Узбекистане превысило 5500 шт. В ближайшее время в Узбекистане будет построено более 5,0 тыс. высокодебитных скважин на площади 1,0 млн. га.

При строительстве дренажных скважин в Советском Союзе в качестве фильтрового каркаса применяют металлические трубы диаметром 325—425 мм, обладающие высокой механической прочностью.

В последние годы в среднеазиатских республиках при строительстве скважин вертикального дренажа стали широко использовать карбонистый-старинный фильтр типа ТБ-14 4-15.

Однако такие скважины металлические и недолговечны, так как под влиянием коррозионных процессов быстро разрушаются, особенно в условиях каптарования водоносного пласта с высокой (3—5 г/л) минерализацией. Так, в колодезь "Иктызар" из 50 скважин первой очереди строительства вертикального дренажа, введенных в эксплуатацию в 1964—1965 гг., 19 переоборудованы до 1977 г. и 16 — до конца 1981 г. Переоборудованные скважины производятся и на других объектах систем вертикального дренажа. Основная причина переоборудования скважин — резкое снижение их дебита в процессе эксплуатации. За 1955—1963 гг. дебиты асбестоцементных скважин снижались в 2—3 раза (рис. 1).

Дебиты скважин снижались и во всех других районах внедрения вертикального дренажа в Узбекской АССР (рис. 1, 2), особенно в первые 7—10 лет. Интенсивность снижения дебита (в зависимости от степени минерализации и расхода воды) на скважинах Бурхановского массива составляет 3—3,5 л/с в год, Сырдарьинского — 2,5—4,0 и Иктызаринского района — 2,6—4,0, в дальнейшем она стабилизируется до 0,3—0,7 л/с в год (см. рис. 1, 2) на всех объектах. Исследования САНПИР, прове-

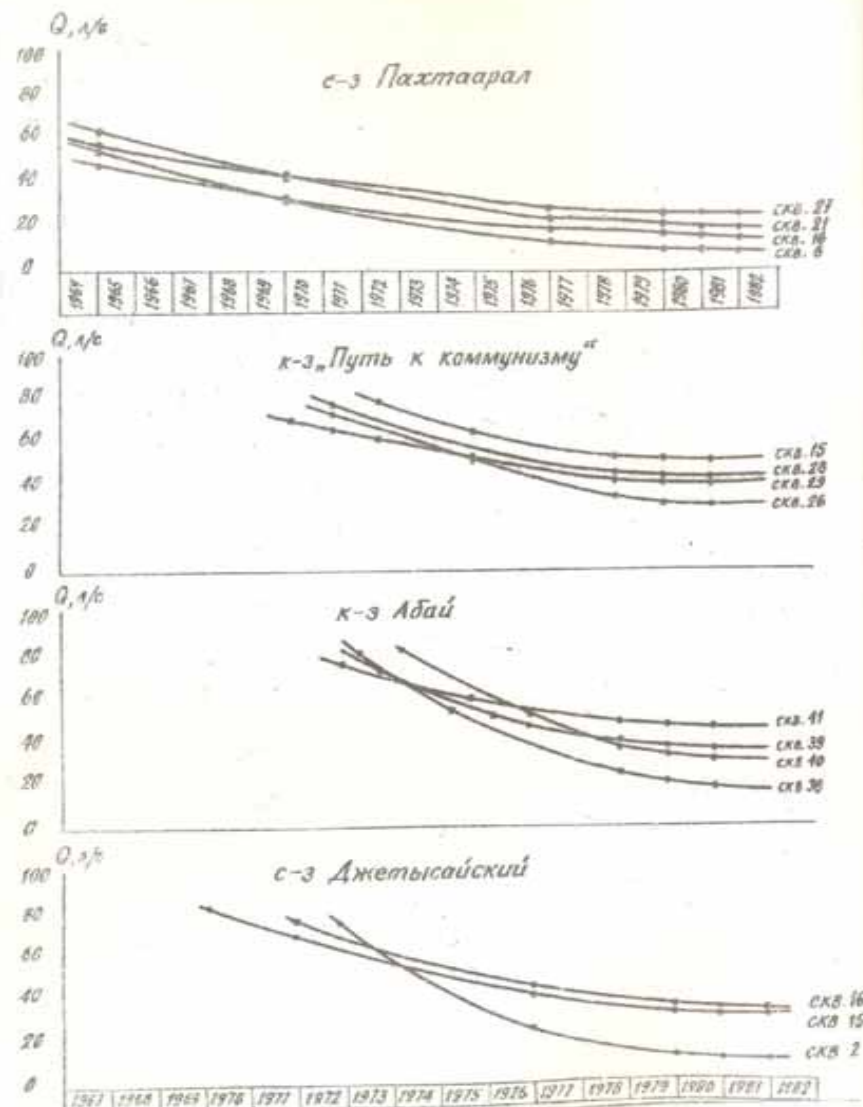


Рис.1. Снижение дебита скважин вертикального дренажа в северо-западной части Голодной степи

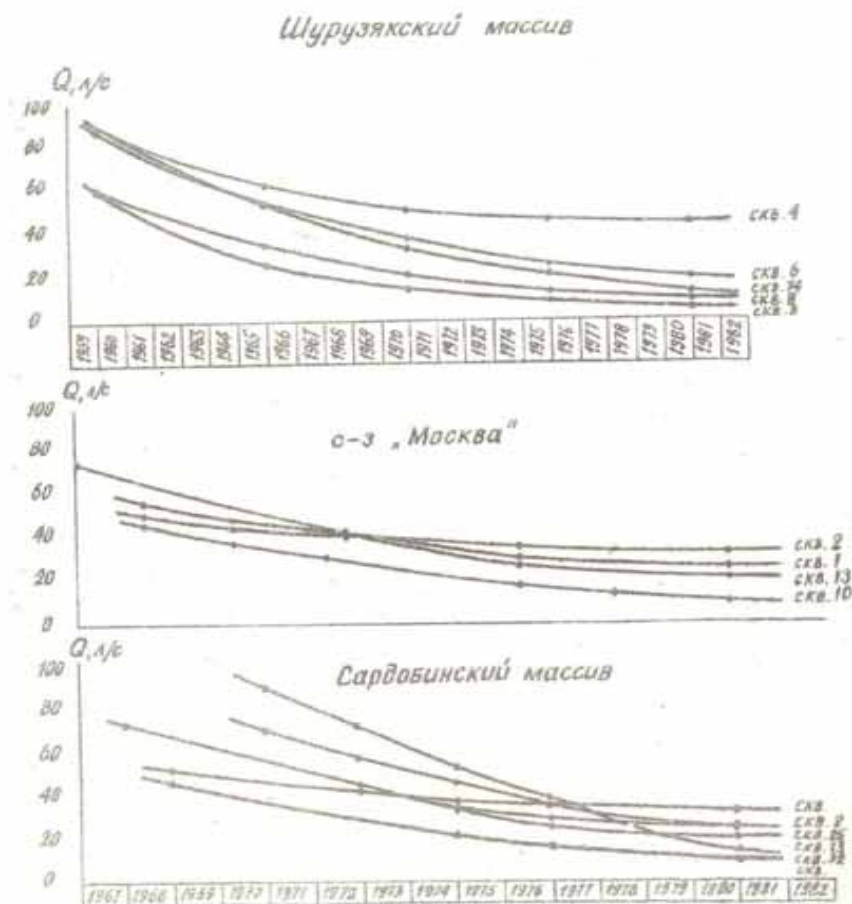


Рис.2. Снижение дебита скважин вертикального дренажа в северо-восточной и центральной частях Голодной степи

дения в Голодной стене, показали, что дебит скважины интенсивно снижается, в основном, за счет физико-химической коагуляции фактора  $[U]$ . При этом в зависимости от степени минерализации подземных вод процесс коагуляции фактора в прифактурной зоне скважины протекает различно.

В районах, где минерализация подземных вод меньше 2 г/л, отмечается карбонизация фактора (отложение карбоната кальция), больше 5 г/л – коррозионное разрушение. На скважинах с минерализацией откачиваемых вод от 2 до 5 г/л в прифактурной зоне протекают смешанные процессы – карбонизация и коррозионные явления.

Во всех описанных процессах дебит скважины снижается одинаково и описывается уравнением

$$q_t = q_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (1)$$

где

- $q_t$  – фактический дебит скважины в рассматриваемый момент времени, л/с;
- $q_0$  – дебит скважины в начальный период эксплуатации, л/с;
- $\lambda$  – коэффициент "старения" скважины;
- $t$  – продолжительность работы скважины.

Самый высокий интенсивность снижения дебита наблюдается на скважинах, где протекают смешанные процессы коагуляции в прифактурной зоне, меньше – при коррозионных явлениях. При карбонизации коэффициент старения скважины за год оставляет 0,076, при коррозионных явлениях – 0,068 и смешанных процессах – 0,054 (рис. 3).

Учет интенсивности снижения дебита и вопрос о бурении депонируемых скважин следует решать на основе прогнозных оценок и частных водно-солевых балансов и технико-экономических расчетов. Так, в условиях северо-западной части Голодной стены необходимость бурения дополнительных скважин возникнет уже через 4–5 лет после пуска в работу систем вертикального дренажа.

Анализ опубликованных материалов по европейской части СССР и результаты исследований треста "Промбуред" УмССР показывают, что физико-химическим изменениям в основном подвержены металлические трубы. В этом отношении асбестоцементные – наиболее перспективны: несколько дешевле, меньше подвержены коррозионным разрушениям и служат в четыре-пять раз дольше металлических. Так, по нормам амортизационных отчислений Госплана СССР срок полного восстановления скважины с металлическими трубами, построенными в агрессивных водах, 8 лет, с асбестоцементными – 40 [2].

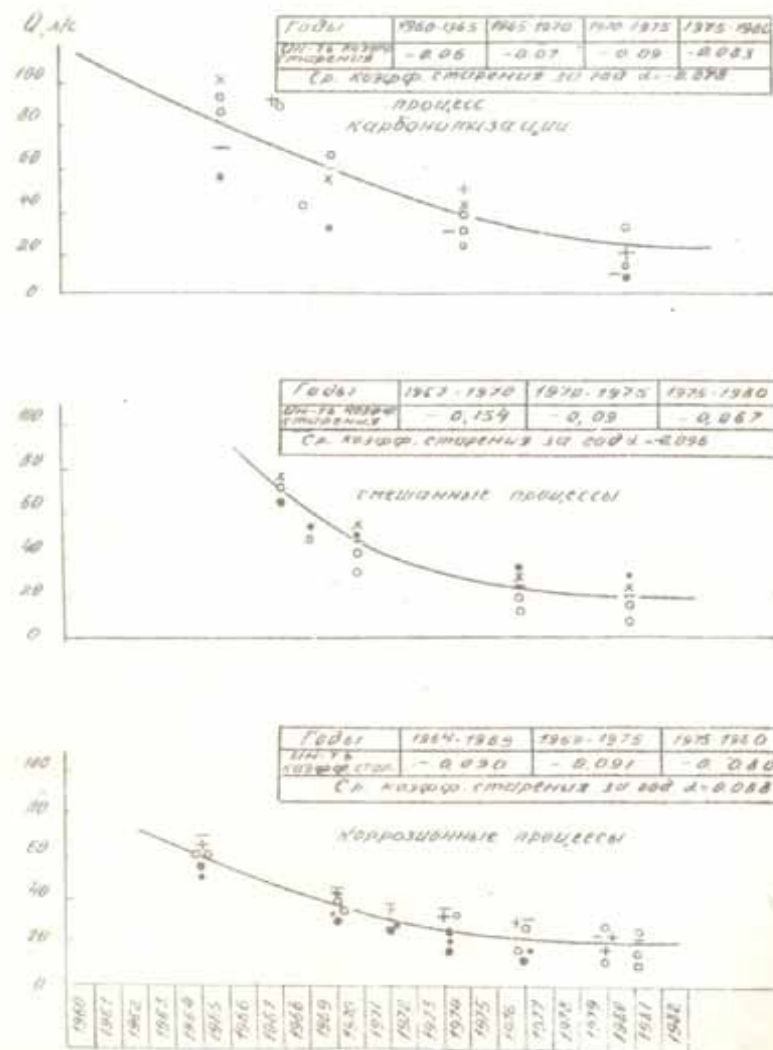


Рис. 3. Изменение дебита скважины в процессе физико-химического коагуляции в зависимости от продолжительности их работы

Асбестоцементные трубы с 1950 г. стали широко использовать в качестве фильтрового каркаса скважин на воду и для водоснабжения населенных пунктов. Глубина таких скважин 40-200 м, диаметр 179-289 мм (табл. I). За 1956-1966 гг. в Алтайском, Краснодарском краях, Томской, Курской, Новосибирской областях РСФСР с использованием асбестоцементных труб построили 6000 скважин на воду и для водоснабжения населенных пунктов [3-12], всего в СССР насчитывается более 15 тыс. таких скважин. Однако широкое распространение асбестоцементных труб при строительстве скважин вертикального дренажа сдерживается из-за ряда причин: нежесткости влияющая минерализация подземных вод на прочность материала (особенно при высоком содержании иона сульфата), сложности перфорации труб, трудного соединения их между собой и спуска фильтрового каркаса в скважину.

Практика мелiorации на фоне закрытого дренажа засоленных земель, представленных сульфатными и хлоридно-сульфатными типами минерализации грунтовых вод, подтверждает высокую прочность и долговечность асбестоцементных труб [13, 14, 15]. Так, закрытый дренаж, построенный в 1958-1962 гг. в Ферганской области, Голодной степи и Азербайджане с использованием асбестоцементных труб, без какой-либо гидравлической работы без снижения эксплуатационной характеристики дрена при минерализации грунтовых вод с высоким (15-35 г/л) содержанием иона сульфата [13, 14].

Исследования Союзгипроводхоза, проведенные на Явнинском массиве Таджикистана, подтверждают прочность асбестоцементных труб против воздействия сульфата иона. Закрытый дренаж, построенный в Явнинской степи, эксплуатируется с 1966 г. без снижения прочностной характеристики труб.

Что касается вопросов соединения труб и нарезки отверстий на поверхности фильтрового каркаса из асбестоцементных труб, то они решены для водоснабжения маломощных скважин, где достаточна скважность, равная 8-10% [16, 17, 18, 19].

Опыт по применению асбестоцементных труб большого (400-500 мм) диаметра, которые обеспечивали бы высокие дебиты скважин, в отечественной буровой практике не имеется. В связи с этим определенным интересом представляют результаты исследований строительства высокодебитных скважин вертикального дренажа с использованием асбестоцементных труб, построенных в Голодной степи. Технологии строительства таких скважин изучали на опытно-производственном участке, в совхозе "Большаяк" Кировского района Чимкентской области. На участке пос-

Таблица I

| Месторасположение скважин       | Параметры скважин |                    | Тип соединения                            |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------------------|
|                                 | глубина, м        | диаметр, мм        |                                           |
| Алтайский край                  | 35-112            | 283<br>100-119     | муфта со стальными шпильками и без них    |
| Ленинградсельхозотрой           | 40-100            | 396<br>300         | муфта из асбестоцементных труб            |
| Укрмелиоводотрой                | 40-60             | 293-396<br>189-279 | муфта металлическая                       |
| Одесская область                | 40,7-156          | 300-400<br>189-279 | с помощью багмака                         |
| Томбовская область              | 40-60             | 300<br>189         | металлическая муфта на резьбе             |
| Ставропольский край             | 40-250            | 300<br>189         | с помощью багмака и металлического кожуха |
| Казахская ССР                   | 30-60             | 300<br>160-220     | с помощью багмака, соединение в потай     |
| НИИ санитарной техники АН УССР  | 45-104            | 300<br>160-220     | асбестоцементные муфты на резьбе          |
| Крымская область                | 40-96             | 300<br>220         | муфтовое соединение на резьбе             |
| г.Пятигорск                     | 287               | 193<br>110         | металлическая муфта на резьбе             |
| Станция "Горький-сортировочная" | 27                | 300-400<br>220     | муфта металлическая                       |

Примечания: 1. На всех скважинах перфорация фильтра круглая со скважностью 7-20%, длина фильтра - 5-10 м.

2. В числителе - диаметр бурения, в знаменателе - диаметр обсадки и фильтра.

травил 7 скважин (197, 198...200), из них две - с асбестоцементными трубами [20]. Водонесные катируемые пласты были представлены многослойными отложениями: от тошкоровистых ( $d_{50} = 0,18$  мм) до мелко- и среднезернистых песков ( $d_{50} = 0,22-0,26$  мм). Минерализация подземных вод составляла 2,5-3,0 г/л. На скважинах 197 и 198 в качестве фильтрового каркаса использовали асбестоцементные трубы марки ЗТ-9 (ГОСТ 539-65) с наружным диаметром 528 мм. Перфорацию труб выполняли путем сверления отверстий диаметром 10 мм; скважность перфорации - 10%.

Для скрепления труб при строительстве скважины 197 разработана два варианта соединения. Первый заключается в том, что на обточенный конец асбестоцементной трубы надевают бандаж (фланец), изготовленный из цельнотянутой трубы диаметром 500 мм и толщиной 10 мм, предварительно разрезав его. По бокам банджа в шести местах приваривают угольники, выполняющие роль ребер жесткости. Для соединения труб в угольниках просверлены отверстия, через которые крепят направляющие кольца, помещенные в трубах. Направляющие кольца выступают на трубу на 40-50 мм и на этот выступ сажаются наращиваемая труба.

Во втором варианте соединения труб, примененном при сооружении скважины 198, вместо оппозного банджа использовали угольники, к которым приваривали металлические ребра жесткости толщиной 6-8 мм. В первом варианте расход металла составил 130-140, во втором - 30-40 кг на одно соединение.

Коэффициент прочности на разрыв во втором варианте соединения на 25-30% ниже, чем в первом и составляет  $K_{\text{соед}} = 1,5-2,0$ . На остальных скважинах ОПУ применили цельнотянутые трубы диаметром 426 мм с цельными нарезками отверстий размером 5х250 мм и скважины 12-14%.

Результаты хронометража, проведенного в процессе бурения, показывали, что затраты времени на технологические процессы строительства скважины диаметром 1270 мм с асбестоцементными (скв. 197 и 198) и металлическими трубами одинаковы (табл. 2). Таблица 2

| Показатель                 | Номера скважин |       |       |
|----------------------------|----------------|-------|-------|
|                            | 197            | 198   | 88    |
| Глубина, м                 | 74,5           | 54,6  | 51,65 |
| Время, ч                   | 19,0           | 15,0  | 12,48 |
| бурения                    | 1,6            | 1,0   | 1,5   |
| подъема буровых труб       | 6,0            | 4,0   | 5,0   |
| опуска фильтрового каркаса | 1,50           | 1,10  | 1,0   |
| засыпка гравия             | 26,0           | 21,10 | 19,98 |
| общее                      |                |       |       |

Затраты на изготовление фильтрового каркаса длиной 35 м при использовании асбестоцементных труб несколько ниже (1175 руб.), чем металлических (1525 руб.) (табл. 3).

При механизированной нарезке щелей стоимость перфорации 1 м асбестоцементных труб можно довести до 10-15 руб., что существенно снижает стоимость строительства скважины. Технические параметры де-

Таблица 3

| Показатель                                                            | Трубы                                                   |                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                                                                       | металлические<br>$d_{\text{ф.к.}} = 426 \text{ мм}$     | асбестоцементные                                                          |
| Тип перфорации отверстий                                              | Нарезка щелей<br>вытоком 5 х<br>250 мм на 1 м<br>204 шт | Сверление отверстий<br>$d_{\text{отв}} = 10 \text{ мм}$<br>на 1 м 1800 шт |
| Производительность 1 чел. в смену                                     | 800 шт<br>4 м                                           | 1800 шт<br>1 м                                                            |
| Стоимость, руб.                                                       |                                                         |                                                                           |
| 1 м перфорации                                                        | 61,0                                                    | 35,0                                                                      |
| изготовление отбойных соединений                                      | -                                                       | 300,0                                                                     |
| изготовление каркаса<br>( $\varepsilon_{\text{ф}} = 25,0 \text{ м}$ ) | 1525,0                                                  | 1175,0                                                                    |

биты и удельные дебиты) скважин, оборудованных асбестоцементными трубами, уменьшаются от 6,9 до 8,6 л/с на 1 м понижения за весь период эксплуатации скважины, тогда как на скважинах с фильтрами из металлических труб дебит снижается (табл. 4).

Таблица 4

| Номер скважины | Глубина, м | Длина фильтра, м | Удельные дебиты, л/с |            |            |
|----------------|------------|------------------|----------------------|------------|------------|
|                |            |                  | за 1976 г.           | за 1978 г. | за 1983 г. |
| 197            | 74,5       | 33,0             | 8,8                  | 6,6        | 8,9        |
| 198            | 54,6       | 24,3             | 6,9                  | 6,9        | 7,2        |
| 199            | 49,6       | 16,0             | 6,5                  | 5,4        | 5,0        |
| 200            | 59,0       | 26,0             | 6,8                  | 6,3        | 6,0        |
| 201            | 47,5       | 16,5             | 6,5                  | 6,05       | 6,3        |
| 202            | 63,0       | 28,0             | 7,5                  | 7,0        | 6,4        |
| 203            | 48,0       | 19,0             | 6,6                  | 6,3        | 6,0        |

Таким образом, данные таблицы свидетельствуют о возможности и целесообразности применения асбестоцементных труб, однако опыт строительства вертикального дренажа в скважине "Кольчанка" показывает, что для широкого их внедрения в качестве фильтрового каркаса скважины необходимо решить ряд таких технических вопросов, как механизация нарезки отверстий, совершенствование конструкции стыковых соеди-

нения труб и их спуск в забой, хранение и транспортировка труб на объект строительства, организация и проведение строительных откаток.

# ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРИМЕНЕНИЮ АСБЕСТО- ЦЕМЕНТНЫХ ТРУБ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

## Видов параметров фильтрового каркаса из асбестоцементных труб

Параметры фильтрового каркаса определяют характеристикой водоносного комплекса (мощность, проводимость, грансостав грунта каптируемого пласта, химический состав подземных вод), дебитом скважин и прочностью труб. При этом конструктивные элементы каркаса из асбестоцементных труб — длина фильтра, расчетный диаметр, размеры отверстий — рассчитывают так же, как и металлических. Скважность устанавливается механической прочностью, фактический диаметр выбирают по ГОСТу.

Механическая прочность асбестоцементных труб зависит от состава цемента и длины волокон асбеста: для напорных труб длина волокон составляет 5-9, безнапорных — 2-5 мм. Для крепления скважин вертикального дренажа могут быть рекомендованы трубы, рассчитанные на гидравлические давления 0,6; 0,9 и 1,2 МПа, т.е. асбестоцементные трубы марок ВТ-6, ВТ-9 и ВТ-12 по ГОСТ 539-73 (табл. 5). Трубы ВТ-6 применимы для крепления скважин глубиной только 30-40 м.

Скважинами вертикального дренажа относятся к высокодебитным, поэтому для них наиболее приемлемы асбестоцементные трубы, внутренний диаметр которых изменяется от 356 до 381 мм. Такие трубы позволяют свободно монтировать и демонтировать насосно-силовое оборудование всех типоразмеров ЦНБ.

По опыту строительства водозаборных скважин скважность фильтрового каркаса из асбестоцементных труб можно довести до 25%, однако при этом снижается прочность труб.

Результаты исследований САННИИРИ показывают, что при использовании гравийно-песчаной обсыпки в качестве фильтра скважность фильтрового каркаса может быть в пределах 15-16%, хотя на практике строительства СВД при автогенной нарезке щелей она составляет 12-14%. Учитывая фактор химической коагуляции, а также необходимость

Таблица 5

| Условный<br>проход<br>трубы, мм | Диаметр, мм | толщина<br>наружной<br>стенки<br>обточенных<br>концов | толщина<br>стенки<br>трубы | Масса, кг | фактическое<br>напряжение<br>на растяже-<br>ние — рас-<br>с. фак., кг/см <sup>2</sup> | Расчетный<br>диаметр<br>обточен-<br>ной части,<br>мм | фактичес-<br>кое напря-<br>жение на<br>растяже-<br>ние — рас-<br>с. фак., кг/см <sup>2</sup> |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |             |                                                       |                            |           |                                                                                       |                                                      |                                                                                              |
| 350                             | 334         | 373                                                   | 19,5                       | 201       | 40,0                                                                                  | 4780                                                 | 17,8                                                                                         |
| 400                             | 381         | 428                                                   | 23,0                       | 272       | 50,0                                                                                  | 6390                                                 | 20,2                                                                                         |
| 500                             | 473         | 528                                                   | 27,0                       | 401       | 60,0                                                                                  | 9160                                                 | 24,5                                                                                         |
|                                 |             |                                                       |                            |           |                                                                                       |                                                      |                                                                                              |
| 350                             | 322         | 373                                                   | 25,5                       | 252       | 40,0                                                                                  | 5940                                                 | 15,6                                                                                         |
| 400                             | 368         | 427                                                   | 29,5                       | 344       | 50,0                                                                                  | 7880                                                 | 19,1                                                                                         |
| 500                             | 456         | 528                                                   | 35,0                       | 503       | 60,0                                                                                  | 11200                                                | 22,0                                                                                         |
|                                 |             |                                                       |                            |           |                                                                                       |                                                      |                                                                                              |
| 350                             | 312         | 373                                                   | 30,5                       | 292       | 40,0                                                                                  | 6600                                                 | 15,7                                                                                         |
| 400                             | 356         | 428                                                   | 35,5                       | 391       | 50,0                                                                                  | 8770                                                 | 18,0                                                                                         |
| 500                             | 441         | 528                                                   | 43,5                       | 588       | 60,0                                                                                  | 12900                                                | 21,2                                                                                         |

Примечания. 1. Допустимое напряжение на растяжение асбестоцементных труб всех марок  $\sigma_{\text{доп}} = 150 \text{ кг/см}^2$ , на сред.  $\sigma_{\text{доп}} = 450 \text{ кг/см}^2$ .

2. Допустимое напряжение на растяжение (  $\sigma_{\text{доп}}$  ) у труб марок ВТ-6-12 кг/см<sup>2</sup>, ВТ-9-12, ВТ-12-36 кг/см<sup>2</sup>.

3. Количество обтогов у труб всех марок — 4.

нарезки отверстий на асбестоцементных трубах в заводских условиях, надежность фильтрового каркаса рекомендуется принять 16–20%. При обсадке скважин вертикального дренажа такими трубами наиболее ответственным звеном и слабым местом — их стыковые соединения. Деформации, возникающие на стыках, зависят от способа спуска труб: с нижней поддержкой колонны при помощи башмака и буровых штанг и на тросовых, соединенных фланцами и болтами. При первом способе спуска стыковые соединения в трубах испытывают нагрузку на сжатие, при втором — на растяжение. В связи с этим статический расчет асбестоцементных труб проводили на максимально возможную нагрузку при глубине обсадки до 60 м (см. табл. 5).

### Техническая характеристика

|                                    |          |            |
|------------------------------------|----------|------------|
| Асбестоцементная труба             | .....    | марка ВТ-9 |
| Условный проход, мм                | .....    | 500        |
| Глубина скважины, м                | .....    | 80         |
| Диаметр, м, наружный               | .....    | 625        |
| внутренний                         | ... ..   | 456        |
| Длина трубы                        | , м..... | 3,95       |
| Толщина обочечных концов трубы, мм | .....    | 72         |
| Масса одной трубы, кг              | .....    | 503        |

Результаты расчетов показывают, что фактические напряжения, возникающие не болтах и ослабленных сечениях при фальшивых соединениях, намного меньше допустимых ( $\sigma_{\text{доп}}$ ). Это подтверждает высокую прочность асбестоцементных труб и возможность их применения при строительстве СВД в районах, где поднимаемые воды с повышенной (более 5 г/л) минерализацией.

В САННИРИ разработали проект станка по нарезке цевлевых отверстий на асбестоцементных трубах, основанный на применении алмазных пил.

### Техническая характеристика станины

|                                                 |                                                                         |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Производительность в смену при шважности 15-18% | 12 м                                                                    |
| Установленная мощность, кВт                     | 20,3                                                                    |
| Режущий инструмент                              |                                                                         |
| .....отрезной круг диаметром 400 x 3,2 мм       |                                                                         |
| Обрабатываемое изделие                          | труба водоотопытательная $d_{\text{вн}} = 350-450$ мм; $\alpha = 4,0$ м |
| Размер обрабатываемой щели, мм                  | 260 x 3,5                                                               |
| Шаг перфорации, мм                              | 304                                                                     |
| Количество одновременно обрабатываемых щелей    | 6                                                                       |
| Частота вращения шпинделя (круга), об/мин       | 1600                                                                    |

Скорость вертикального перемещения головки, подача, м/мм... 0-104

|                                        |                                 |
|----------------------------------------|---------------------------------|
| Охлаждение .....                       | водяных, под напором            |
| Управление вертикальным перемещением — | рукавчатой гидрораспределителем |

Управление приводных механизмов делений и движения — автоматического

Наибольший вертикальный ход режущих головок, мм. .... 100

Габаритные размеры, мм ..... 11890 x 4500 x 1760

Мирот станица. ИГ ..... 2998

Характеристика автоцементных труб, рекомендуемых для скважин вертикального дренажа, дана по ГОСТ 639-33 (табл.6).

Таблица 6

| Условный<br>проход<br>трубы, мм | Диаметр, мм                      |                               | Толщина стенок<br>обточенных концов<br>(δ), мм | Масса 1 м<br>трубы, кг |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                                 | внутренний<br>(d <sub>вн</sub> ) | наружный<br>(D <sub>н</sub> ) |                                                |                        |
| ВТ-6                            |                                  |                               |                                                |                        |
| 350                             | 334                              | 373                           | 19,5                                           | 50,9                   |
| 400                             | 381                              | 427                           | 23,0                                           | 58,8                   |
| 500                             | 473                              | 528                           | 27,5                                           | 101,6                  |
| ВТ-9                            |                                  |                               |                                                |                        |
| 350                             | 322                              | 373                           | 25,5                                           | 63,7                   |
| 400                             | 368                              | 427                           | 29,5                                           | 84,7                   |
| 500                             | 456                              | 528                           | 36,0                                           | 127,3                  |
| ВТ-12                           |                                  |                               |                                                |                        |
| 350                             | 312                              | 373                           | 30,5                                           | 74,0                   |
| 400                             | 356                              | 427                           | 35,5                                           | 98,7                   |
| 500                             | 441                              | 528                           | 43,5                                           | 149,2                  |

Примечание: Длина грубого ( $L$ ) всех марок - 3950 мм, обточивших концов ( $l$ ) - 200 мм.

Отверстия на асбестоцементных трубах можно нарезать на производственных базах строительных организаций, где будут установлены специальные станки. При организации работ в две смены одна установка вполне обеспечить потребности в фильтрем нарасе одной специализированной передвижной колонны по строительству СНЖ.

### Хранение асбестоцементных труб

Трубы могут храниться как на складах, так и под открытым небом, и обязательно должны быть аккуратно сложены в штабел, но не выше 2,5 м, и с таким расчетом, чтобы к ним свободно подъезжал автомобильный транспорт. С наружной стороны крайних труб устраивают упоры, предупреждающие их раскатывание. В места хранения труб не должна проникать дождевая и талая вода.

### Транспортировка асбестоцементных труб

Асбестоцементные трубы можно перевозить любым видом транспорта, при этом важно только обеспечить их сохранность. Укладывают изделия правильными рядами. При их перевозке автомобильным транспортом между бортами машины и краями труб нижнего ряда устанавливают специальные брусочки, исключившие их раскатывание. Трубы в автотранспорт загружают и разгружают автокранами с помощью захватных крючков, которые необходимо обкладывать резиной, чтобы не повредить концы труб. В случае отсутствия автокрана асбестоцементные трубы разгружают вручную: у заднего борта автомашины устанавливают катальные бруски и по ним спускают трубы, поддерживая их веревками или тонким (5-8 мм) тросом.

### Стыковое соединение труб и спуск фильтрового каркаса

При бурении скважин на воду применяют различные конструкции соединения труб. Трубы с небольшим (до 289 мм) диаметром соединяются с помощью муфт или резьбы, а для труб диаметром более 350 мм конструкции муфтового и резьбового соединения пока не существует.

Соединения асбестоцементных труб дренажных скважин в отличие от используемых при строительстве водоводов выполняются в зависимости от способа спуска колонны в буровые колодцы.

В САННИПИ разработана техническая рабочая документация конструкции жестких стыковых соединений на болтах, общий вид которых показан на рис. 4. Здесь трубы соединяются в следующей последовательности: в четырех местах на обточенных концах асбестоцементных труб на расстоянии 75-150 мм от края к трубе крепят болтами металлические угольники, являющиеся связующим элементом асбестоцементных труб и соединяющиеся болтами.

Центровые фильтровые каркасы в обсадных колоннах осуществляют направляющие кольца и фонари, установленные в местах соединений с внутренней и внешней стороны труб. Кольца изготавливают из листовой стали с толщиной стенки 0,8-10 мм, а фонари из металлических

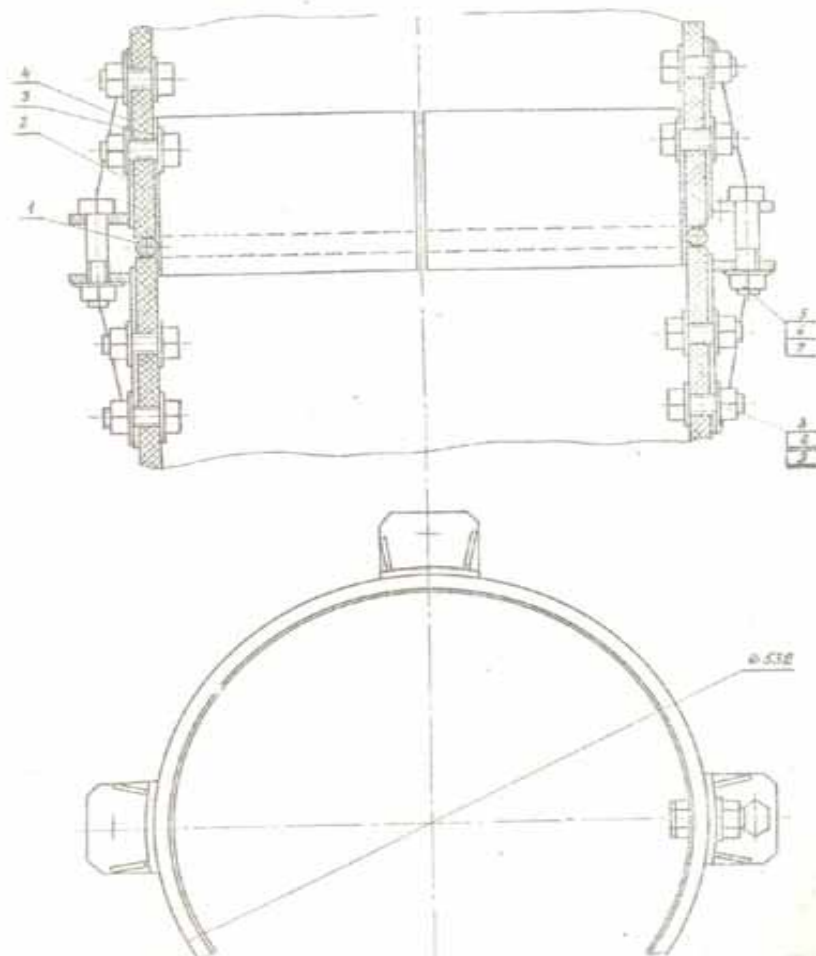


Рис. 4. Стыковое соединение асбестоцементных труб (сборочный чертеж):  
1-кольцо резиновое; 2-асбестоцементная труба; 3-полукольцо;  
4-кронштейн; 5-болт М22х100; 6-шайба М22; 7-шайба 22; 8-болт  
М22х50; 9-шайба 22, 65r.

ных труб диаметром 350-500 мм.

Другой способ спуска фильтровых колонн в скважину разрабатывали в институте "Среднегазипроводхлонок": звенья асбестоцементных труб соединяют асбестоцементными муфтами с резиновыми уплотнителями марки САМ-9 (ГОСТ 539-73). На трубы сначала надевают муфты специальным натяжным приспособлением, а затем спускают в скважину с помощью устройства, представляющего собой металлическое сварное соединение (рис. 5), состоящее из стальной трубы  $\Phi = 299 \times 9$  мм длиной 1300 мм, к низу которой приварена опорная донная плита (башмак). В трубе вырезают автогеном окно для установки вращающегося ролика, над окном с помощью косынок приваривают опорное кольцо, на которое опирается вся обсадная колонна. Колонну асбестоцементных труб опускают в скважину в следующей последовательности. Через ролик пропускают буровый канат диаметром 21 мм, длина одной запасовки - 300 м. Свободный конец каната закрепляют на мачте буровой установки с помощью петли и захимов. Маневровым канатом (диаметр - 16 мм, длина запасовки - 40 м) и удавкой захватывают первое звено труб с соединительной муфтой на верхнем конце и насаживают на металлическую трубу до опорного кольца. Затем колонну опускают до соединительной муфты, под которой предусмотрена опорная скоба. Следующее звено асбестоцементной трубы, подвешенное на маневровом канате, направляют в соединительную муфту, которое под действием собственной тяжести садится до упора в первое звено. При этом опорная скоба не дает опуститься соединительной муфте, надетой на верхнюю часть второго звена трубы, под которую снова ставят опорную скобу. Таким же образом соединяются следующие трубы с помощью центрирующих фонарей и опускаются до намеченной глубины.

После монтажа всей колонны свободный конец бурового каната снимают с мачты буровой установки и разбирают петлю. На расстоянии 30-40 см от конца каната влетает стальной трос диаметром 3,5 мм, намотанный на барабан ручной лебедки с тормозящим устройством для натяжения каната, и начинают выборку бурового каната для опускания. После выхода конца троса, соединенного с буровым канатом, из скважины его отсоединяют и полностью наматывают на барабан ручной лебедки.

Подбор состава гравийно-песчаной обсадки

Требование к подбору состава гравийно-песчаной обсадки такое же, как и при использовании в качестве фильтрового экрана металлической трубы, и определяется параметрами контурного пласта (мощ-

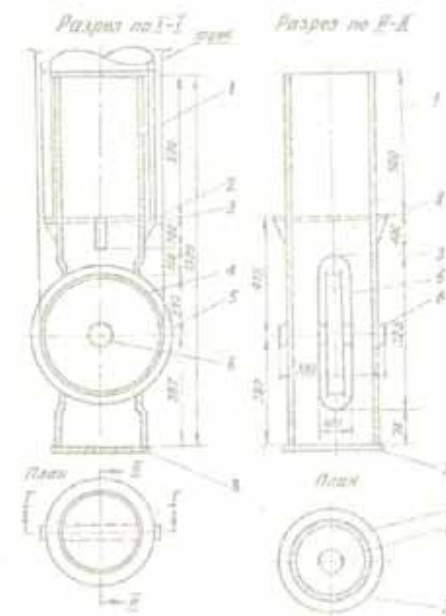


Рис. 5. Устройство для спуска асбестоцементных труб в скважину:  
1-труба 299х9мм; 2-опорное кольцо; 3-ролик; 4-труба 406х10мм;  
5-ребро ролика; 6-труба буровая; 7-всперная донная плита;  
8-вырез под ролик

ность, проводимость, гранулометрический состав грунта и химический состав подземных вод) согласно инструкции ВСН-П-8-74.

Организация и проведение строительной откачки

Параметры эрлифтной установки выбирают так же, как и при строительстве скважин с использованием металлических труб, и определяют мощность, трансостав грунта капируемого пласта и расход, диаметр фильтрового каркаса и глубину насосных колодцев.

На практике возведения скважин на воду и вертикального дренажа строительную откачку осуществляют по трем схемам расположения водопримемных и воздухоподъемных труб: "рядом", когда воздухоподъемная колонна труб расположена вплотную к водоподъемной колонне (рис. 6а); "внутри", когда воздухоподъемная колонна труб установлена внутри водоподъемной колонны (рис. 6б) и когда вместо водоподъемной колонны используют фильтровый каркас (рис. 6в).

Организация и проведение строительных откачек по схеме "рядом" имеет ряд существенных недостатков: трудно маневрировать колоннами воздухоподъемных и водоподъемных труб и извлекать трубы во время образования песчаных пробок, поэтому откачку следует проводить по двум последним схемам.

Крупность асбестоцементных труб требуют обладания определенной предосторожности при монтажных и демонтажных работах, связанных с оборудованием скважин эрлифтной установкой и насосами. В этом отношении наиболее удобно проводить строительные откачки по второй схеме.

#### ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ТРУБ В КАЧЕСТВЕ ФИЛЬТРОВОГО КАРКАСА СКВАЖИН

Преимущество асбестоцементных труб перед металлическими в сравнительной дешевизне, недефицитности и устойчивости против коррозионных разрушений, благодаря чему срок службы скважины значительно продлевается при стабильном дебите. Экономический эффект от внедрения асбестоцементных труб в качестве фильтрового каркаса получают за счет снижения капитальных вложений и увеличения срока службы, а также предотвращения бурения дополнительных скважин для поддержания проектных параметров эксплуатационного состояния земель при использовании металлических труб.

Экономический эффект от снижения капитальных вложений при строи-

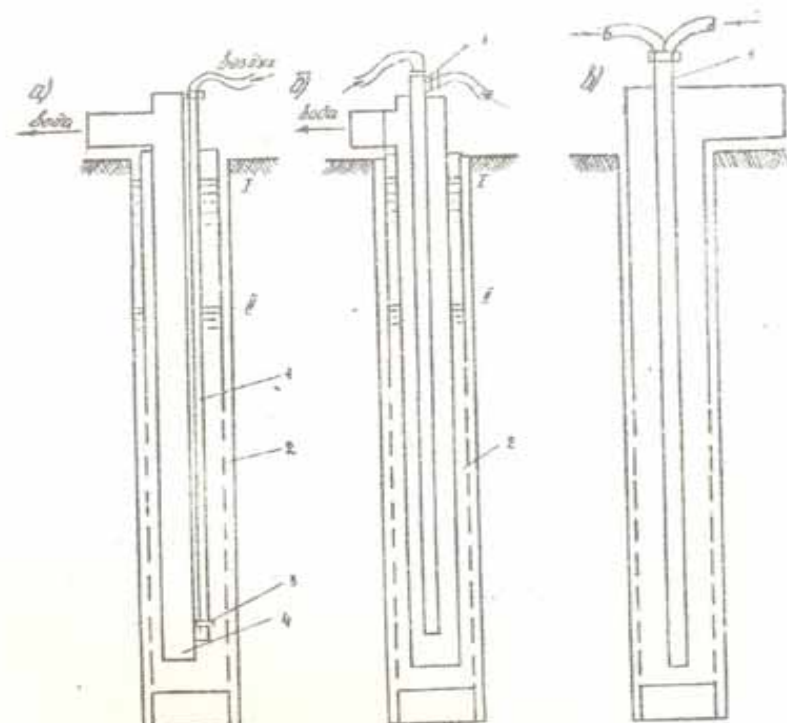


Рис. 6. Схемы оборудования скважин эрлифтной установкой: а - по системе "рядом"; б - по системе "внутри"; в - без водоподъемной колонны. 1 - воздухоподъемная колонна; 2 - фильтровый каркас; 3 - муфта с легкой резьбой; 4 - водоподъемная колонна; I - положение уровня воды в скважине до откачки; II - динамический уровень воды при откачке

таблице одной скважины с применением асбестоцементных труб по сравнению с металлическими определяются согласно типового метода по формуле

$$J_c = E \left( K_{ac} - K_{me} \right) + \left( \frac{K_{ac}}{T_{ac}} - \frac{K_{me}}{T_{me}} \right), \quad (2)$$

где  $E$  — нормативный коэффициент эффективности капиталоинвестиций;

$K_{ac}, K_{me}$  — капиталовложения на строительство скважины соответственно из металлических и асбестоцементных труб;

$T_{ac}, T_{me}$  — срок службы скважины с применением металлических и асбестоцементных труб.

Годовой экономический эффект от внедрения асбестоцементных труб по сравнению с изготовленным способом нарезки колец в металлических трубах составляет 0 0,12(10369-8138) + (10369 - 8138) = 769,5 руб., фильтры из Драгобичевского завода  $J_c = 0,12(9729-8138) + (9729 - 8138) = 209,6$  руб.

Системо-финансовый расчет, выполненный для типовых скважин глубиной 70 м, показывает, что стоимость насосного хозяйства из асбестоцементных труб составляет 8138 руб., металлических с изготовленным способом нарезки колец — 10369, а фильтры, изготовленного на Драгобичевском заводе — 9729 (табл. 7).

Опыт эксплуатации систем вертикального дренажа в Гжатской области и в других районах Удмуртской ССР показывает, что высокодебитные скважины из металлических труб служат 12-16 лет.

Строение системы приводит к уменьшению дренажности территории, реставрации засоленных почв, в следовательно, к потерям урожайности, а требует проведения дождепитательных мероприятий.

В данном случае очень необходимыми мероприятиями устанавливаются путем бурения дождепитательных скважин, обеспечивающих оптимальную дренажность территории, при которой поддерживается проектный (проектируемый) уровень водо-солевого режима почв.

Количество дождепитательных скважин, необходимых для обеспечения оптимальной дренажности территории, определяется как

$$Q_{\text{расч}} = \frac{W_{\text{др}} - W_{\text{доп}}}{W_{\text{сск}}} \quad (3)$$

где

$W_{\text{др}}$  — объем откачек из системы скважин, установленный исходя из прогноза оптимального водо-солевого режима почв;

$W_{\text{доп}}$  — объем откачек из системы вертикального дренажа при оптимальных дебитных скважинах, определяемый по формуле

$$W_{\text{доп}} = Q_{\text{расч}} \cdot e^{-\alpha x} \cdot n \cdot KPD, \quad (4)$$

где  $n$  — количество скважин;

$KPD$  — максимально возможный коэффициент работы системы вертикального дренажа при соответствующей освоенности скважин эксплуатации материально-техническими ресурсами.

$Q_{\text{расч}}$  — расчетный дебит скважины.

Таблица 7

| Показатель, руб.                                                                  | Скважины                 |                                                                           |                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   | металлические с нарезкой | из фильтров с фильтрами из асбестоцементных труб при механической нарезке | из фильтров с фильтрами из асбестоцементных труб при механической нарезке |
| Подготовительные работы                                                           | 321                      | 321                                                                       | 321                                                                       |
| Бурение (станком УРБ-3АМ)                                                         | 1385                     | 1385                                                                      | 1385                                                                      |
| Спуск фильтрового ларца и глухой части труб $\Phi 100$ м                          | 84                       | 84                                                                        | 84                                                                        |
| Стоимость                                                                         |                          |                                                                           |                                                                           |
| труб диаметром 377 мм по ГОСТ 632-64 и ИТ-9 диаметром 400 мм $l_{\text{тр}}=45$ м | 810                      | 810                                                                       | 360                                                                       |
| фильтра $l_{\text{ф}}=25$ м                                                       | 1518                     | 1222                                                                      | 400                                                                       |
| гранульно-песчаного материала                                                     | 1917                     | 1971                                                                      | 1971                                                                      |
| Покраска труб эпоксидной смолой                                                   | 117                      | 117                                                                       | 117                                                                       |
| Стоимость строительной откатки                                                    | 1775                     | 1775                                                                      | 1775                                                                      |
| Прочие работы                                                                     | 94                       | 94                                                                        | 94                                                                        |
| Итого                                                                             | 8075                     | 7779                                                                      | 6507                                                                      |
| Итого с накладными (18 %) в плановом накоплении (6 %)                             | 10089                    | 9729                                                                      | 8138                                                                      |

На действующих системах  $Q_{\text{расч}}$  устанавливается по результатам опытно-эксплуатационных откаток и приравнивается к средней величине дебитов, полученных по изотонке или козыгету.

Объем откаток (нагрузка на дренаж) определяется водо-солевым балансом мелиорируемых земель, исходя из условий обеспечения оптимального мелиоративного режима почв.

Прогнозные расчеты проводили для Гжатского района. Тем-

кентской области, где эксплуатируется 261 скважина, расположенная на площади 65 тыс. га. Среднегодовой объем откачек по проекту при начальном дебите скважин 65 л/с - 11,5 м<sup>3</sup>/с, что обеспечивает интенси-вацию (6,0-6,5 тыс. м<sup>3</sup>/га в год) дренажа территории. Расчеты водно-солевых балансов corroborируют олод зоны аэрации в грунто-вых вод показывают, что на 4-5-й год эксплуатации вертикального дре-нажа земли переходят с категории средне- и сильновзасоленных в слабо- и незасоленные. За этот период дебиты скважин снижаются на 25-30% от первоначальной величины. При этом интенсивность старения равна 5-6% в год, и дальнейшим замедляется, а засоленность сохраняется на прежнем уровне, и только на 6-7-й год начинается реставрация засо-ленной почвы, к 13-15 годам снижения дебитов скважин достигает 60-65% от проектной величины, что вызывает полную реставрацию засоления почвы. К этому моменту земля с категория незасоленных и слабозасо-ленных переходит к категория средне- и сильновзасоленных. Чтобы пре-дотвратить это явление, на территории, начиная с 5-6-го года эксплуата-ции дренажа, необходимо строить дополнительные скважины, количество которых определяется прогнозируемыми водно-балансовыми расчетами по фор-мулам (3) и (4).

Прогнозные расчеты, проведенные для Джатискийского района Чин-кентской области, показывают, что между 5-м и 13-м годом эксплуатации вертикального дренажа для поддержания практических параметров водно-солевого режима почвы на территории хозяйства следует строить дополни-тельные скважины - 60-65% от первоначального их количества, т.е. ежегодно 8-10%. Однако в первые годы потребуются несколько больше дополнительных скважин, чем в последующие. Таким образом, экономиче-ский эффект от внедрения асбестоцементных труб, рассчитанных с учетом сохранения проектных параметров мелиоративного режима почвы, составляет 8-10% от стоимости строительства самих скважин вертикаль-ного дренажа.

#### ВЫВОДЫ

Широко применяемые в качестве фильтрового аппарата металличе-ские трубы и фильтры из Драгодобского завода, не отве-чают требованиям экологического рационального ресурса. Они металлоемки, быстро подвергаются коррозионным разрушениям и являются не только не производимым изотопом, но и с точки зрения мелиорации вредны.

Из объектов вертикального дренажа с использованием металличе-ских труб из-за их быстрого старения и снижения дренажа террито-

рии наблюдается неустойчивый процесс опреснения почвы, т.е. после процесса рассоления, достигнутого за короткий срок, начинается не-желательный процесс реставрации засоления. В связи с этим при стро-ительстве вертикального дренажа необходимо повсеместно использовать в качестве фильтрового каркаса неметаллические трубы. До широкого выпуска труб, необходимых для скважин вертикального дренажа ассорти-ментов, можно применять асбестоцементные трубы, высоко-устойчивые против коррозионных разрушений и долговечные.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдова Т. Особенности климата скважин вертикального дренажа в зависимости от минерализации сточиваемых вод. Сб. научных трудов САНБИР, вып. 160, Ташкент, 1960, с. 107-112.
2. Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР. - М.: Экономика, 1974, 76 с.
3. Безвесицкий В.В. Крепление буровых скважин асбестоцементными трубами. - Гидротехника и мелиорация, 1963, № 1, с. 48-50.
4. Абрамзон Г.З., Фортал Г.И. Опыт применения гравийной засыпки в фильтрах буровых скважин. - Разведка и охрана недр, 1948, № 2, с. 11-13.
5. Исаян А.В. Опыт хранения асбестоцементных труб при креплении буровых скважин в Алтайском крае. - Гидротехника и мелиорация, 1958, № 8, с. 37-42.
6. Лерман С.И., Поладко И.Ф. Крепление артезианских скважин неме-таллическими трубами. - М.: Изд-во "Недра", 1968, 184 с.
7. Куличихин Н.И., Купцов Н.Г. Асбестоцементные трубы в буровых скважинах. - М.: Гостехиздат, 1946, 136 с.
8. Квези А.М. Строительство артезианских скважин с обсадкой асбо-цементными трубами. - Гидротехника и мелиорация, 1960, № 6, с. 31-32.
9. Гречин И.Г., Стефанский Ф.С., Ефимов М.А. Гурение и обсадка скважин на воду в Одесской области. - Гидротехника и мелиора-ция, 1960, № 6, с. 32-36.
10. Забурдаев В.И. Крепление скважин асбестоцементными трубами в кол-хозах и совхозах Томской области. - Гидротехника и мелиора-ция, 1960, № 6, с. 36-38.
11. Векслер М.С. Применение асбестоцементных труб при бурении артези-анских скважин. - Гидротехника и мелиорация, 1959, № 8, с. 34-40.

12. Геворкян М. Опыт применения асбестоцементных труб при креплении скважин на воду на большой глубине. - Гидротехника и мелиорация, 1961, № 4, с. 48-51.
13. Исаев А.А., Морозов Н.А. Об устойчивости асбестоцементных труб в сульфидной агрессии. - Гидротехника и мелиорация, 1970, № 2, с. 17-18.
14. Угальский Н.И. Защита асбестоцементных труб в агрессивной водной среде. - Гидротехника и мелиорация, 1970, № 2, с. 18-19.
15. Каренин А.С. О применении асбестоцементных труб в агрессивной среде. - Гидротехника и мелиорация, 1974, № 1, с. 81.
16. Дайно В.А. Опыт применения асбестоцементных труб при креплении скважин на воду в Казахстане. - Гидротехника и мелиорация, 1962, № 5, с. 68-69.
17. Чиченин М.Е., Ермаков А.В., Пугачев Г.А. Новые типы асбестоцементных труб и муфтовых соединений для орошения и сельского водоснабжения. - Гидротехника и мелиорация, 1966, № 11, с. 31-37.
18. Гудиниц Г.М. Крепление скважин на воду асбестоцементными трубами. - Гидротехника и мелиорация, 1969, № 7, с. 103-106.
19. Горелов В.А., Крославский Э.Я. Применение асбестоцементных труб в системах водоснабжения СБА. - Гидротехника и мелиорация, 1970, № 2, с. 19-20.
20. Якубов Х.И., Асиров А., Азаманов К.Д. Перспективность применения асбестоцементных труб в качестве фильтрового каркаса скважин вертикального дренажа. - Механизация хлопководства, 1977, № 10, с. 8-9.

Якубов Зафар Игдыбердыевич,  
Абдулла Асиров, Тотикон Дамалова  
Пути повышения работоспособности  
скважин вертикального дренажа  
(обзор)

Редактор Н.О.Полищук

Техред-машинистка А.А.Тушнина  
УдК 621.7, 700.015, Ташкент, ЧГУИ, Ашгабат, 171

|                         |          |               |       |             |
|-------------------------|----------|---------------|-------|-------------|
| Подготовлено к печати   | 30.03.83 | Формат бумаги | С6х84 | 1/16        |
| Печ. л.                 | 1,15     | Усл. в. л.    | 1,43  | Уч.-изд. л. |
| Вкл. в 897/83           | Тираж    | 918           | Цена  | 31 коп.     |
| Печатно-монтажный отдел |          |               | Заказ | 1224        |