

УДК: 626.862:631.67+555.18

## КОНСТРУКЦИЯ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

*А. Абилов - к.т.н., ведущий научный сотрудник*

*У.А. Садикова - к.х.н., с.н.с., Л.Ф. Узакбаева - вед. инженер*

*Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при ТИИМСХ*

### Аннотация

Фильтровой каркас, является основным элементом водоприемной части скважин вертикального дренажа, выполненный из полиэтиленовых труб он наиболее отвечает предъявляемым требованиям к конструкциям скважин. Предложенная конструкция водоприемной части вертикального дренажа позволит, по предварительным оценкам, сократить на 20–25%, ныне существующие эксплуатационные затраты, в основном, за счет снижения энергозатрат на откачку воды и уменьшения ремонтно-восстановительных работ на системах вертикального дренажа. В работе для особо сложных условий литологических разрезов предложен подбор состава песчано-гравийного фильтра, сделана сравнительная оценка различных составов и конструкций фильтров, определен их коэффициент полезного действия, выполнены расчеты фильтровых каркасов для скважностей 10, 12, 15% из полиэтиленовых труб.

**Ключевые слова:** мелиорация, вертикальный дренаж, скважина, фильтр из полиэтиленовых труб, КПД фильтра, конструкции фильтров, коррозионно-устойчивые материалы.

## СУҒОРИЛАДИГАН ЕРЛАРНИНГ МЕЛИОРАТИВ ҲОЛАТИНИ ЯХШИЛАШ УЧУН ПОЛИЭТИЛЕН ҚУВУРЛИ ТИК ДРЕНАЖ ҚУДУҚЛАРНИНГ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ

*А. Абилов, У.А. Садикова, Л.Ф. Узакбаева*

### Аннотация

Фильтрли каркас тик дренаж қудуғи сув олиш қисмининг асосий элементларидан бири ҳисобланиб, полиэтилен қувурлардан қилинган ва қудуқлар конструкциялари учун берилган барча талабларга жавоб беради. Таклиф қилинган конструкция тик дренаж қудуқларининг сув қабул қилувчи қисмида сувни чиқариб олиш учун кетган энергосарфнинг пасайиши ва тик дренаж тизимидаги таъмирлаш-тиклаш ишларининг камайиши ҳисобиға ҳозирда мавжуд фойдаланишдаги харажатларга нисбатан дастлабки баҳолашлар бўйича 20–25 фоизгача қисқаради. Мақолада мураккаб шароитлар учун литологик кесимларда қум-шағалли фильтрлар таркиби, уларнинг фойдали иш коэффициентини танлаб олиш таклиф қилинган ҳамда ғоваклиги 10, 12, 15% бўлганда фильтрларнинг полиэтиленли каркаслари ҳисобланган.

**Таянч сўзлар:** мелиорация, тик дренаж, қудуқ, полиэтилен қувурли фильтр, фильтрнинг фойдали иш коэффициенти, фильтрлар конструкцияси, коррозияга бардошли материаллар.

## CONSTRUCTION OF WELLS OF VERTICAL DRAINING FROM POLYETHYLENE PIPES FOR IMPROVEMENT OF THE MELIORATIVE CONDITION OF IRRIGATED LAND

*A. Abirov, U.A. Sadikova, L.F. Uzakbayev*

### Abstract

The filter cage is the main element of the water intake part of the vertical drainage wells, made of polyethylene pipes meets all the criteria for well design. The proposed design of the water intake part of the vertical drainage will allow, according to preliminary estimates, to reduce by 20–25%, the current operating costs, mainly due to lower energy consumption for pumping out water and reducing repair and restoration work on vertical drainage systems. Also in the work for particularly difficult conditions of lithological sections, a selection of the sand-gravel filter is proposed; comparative characteristics of different compositions and designs of filters; their coefficient of efficiency; The calculations of the filter cages of the duty cycles of 10, 12, 15% of polyethylene pipes were performed.

**Key words:** reclamation, vertical drainage, well, filter from polyethylene pipes, filter efficiency, filter designs, corrosion-resistant materials.



**Введение.** По данным районирования орошаемых территорий Узбекистана (САНИИРИ 1984 г) по типам дренажа намечено дренирование вертикальным дренажем на площади около 560 тыс. га, который является наиболее эффективным средством борьбы с засолением за счет быстрого снижения уровня минерализованных грунтовых вод на массиве орошения.

В скважинах вертикального дренажа построенных с металлическими фильтровыми каркасами отмечено, после нескольких лет эксплуатации резкое снижение дебита в результате коррозионных явлений из-за агрессивности откачиваемых минерализованных вод и химической и механической кольматации фильтровых каркасов.

Уменьшение производительности дренажных скважин на различных массивах орошения протекает по-разному в зависимости от химического состава подземных вод и колеблется от 2 до 4 и более раза от проектного. Это в свою очередь вызывает ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель. Поэтому срок службы металлических конструкций дренажных скважин в агрессивных подземных водах составляет согласно нормативам 10 лет, при капитальном ремонте один раз в 3-4 года.

Недостатком существующих конструкций водоприемной части скважин вертикального дренажа, выявленных в процессе эксплуатации, является невозможность их устойчивой работы в водоносных отложениях, сложенных из тонкозернистых и переслаивающихся плавунных песков. Постоянное пескование скважин в процессе их эксплуатации, приводило к частым выходам из строя насосно-силового оборудования, уменьшению расхода скважин и в конечном итоге к снижению мелиоративного эффекта и резкому удорожанию эксплуатационных затрат, поэтому строительство и реконструкция скважин вертикального дренажа требует принципиально иных технических решений и подходов к конструкциям дренажных скважин.

**Цель и задачи исследования.** Опираясь на опыт мировой практики, предлагается при строительстве скважин внедрять конструкции фильтрового каркаса из коррозионно-устойчивых труб, обладающих долговечностью, высокой устойчивостью в эксплуатации, а так же экономичностью.

В основу выбора и расчета фильтров высокодебитных скважин положены следующие критерии [1, 2, 3]: обеспечение механической прочности фильтра при установке в скважину, коррозионная устойчивость в расчетный срок эксплуатации, минимальные потери при сохранении суффозионной устойчивости пород в прифильтровой зоне. Причем, последний критерий является определяющим фактором величины энергетических затрат при откачке.

**Подбор состава гравийно-песчаного фильтра для особо сложных литологических условий водоносного горизонта.**

При проектировании гравийного фильтра в слоистых грунтах необходимо выбрать расчетный слой эксплуатируемого водоносного горизонта. При этом учитывается однородное или слоистое строение каптируемого пласта.

Однородное строение пласта. При однородном строении пласта расчет производится для фракционного

состава грунта, слагающего верхнюю треть водоносного горизонта, находящегося в зоне активного водопритока.

Слоистое строение пласта. При слоистом строении пласта расчет фильтра производится для фракционного состава водоносного грунта, составляющего 60% мощности водоносного горизонта. В интервале посадки фильтровых каркасов допускаются пропластки глин и суглинков суммарной мощностью до 3,0 м. Как связанные породы, при эксплуатации скважин они не подвергаются выносу.

Максимально допустимая мощность супеси в интервале посадки фильтровых каркасов составляет 20 % от мощности каптируемого пласта. Супесь, залегающая пластом мощностью более 3 м. перекрывается глухой трубой. При слоистом строении пласта двухпластовая и многопластовая система расчет состава производится для верхнего наиболее мощного пласта, расположенного в зоне формирования депрессионной кривой.

**Расчет состава гравийных фильтров и энергетических затрат в системе эксплуатационных издержек для скважин вертикального дренажа.**

Мелкие фракции рассчитываемого состава гравийно-песчаного фильтра должны быть равновелики крупным фракциям водоносного грунта, для создания сводиков на контакте водоносного грунта и фильтра,  $D_5 = d_{60}$ ;  $D_{8-10} = d_{80}$ ;  $D_{10-15} = d_{100}$ ; (если  $d_{60} = 0,15$  мм, значит искомое  $D_5$  гравия будет так же равно 0,15 мм и т.д.) диаметр самой мелкой фракции гравия  $D_0 = 0,1$  мм [4].

Интегральная кривая гравийно-песчаного фильтра должна иметь вид плавной вогнутой линии. Допустимая кривизна проверяется по формуле:

$$C_c = \frac{H_{30}}{D_{10} \cdot D_{60}} = 0,75 - 1,5 \quad (1)$$

Величина энергетических затрат в общей системе эксплуатационных издержек систем вертикального дренажа составляет 30-40%.

Для оценки работы различных типов фильтров нами введено понятие коэффициент полезной работы фильтров, который рекомендуется определять по зависимости [5, 6]:

$$\eta_{\phi} = 1 - \frac{\Delta S}{S} = 1 - C \quad (2)$$

Здесь  $C$  – коэффициент сопротивления в долях единицы или в %.

$\Delta S$  - потери, которые включают в себя сопротивление по степени вскрытия пласта, фильтрового каркаса, толщины и проницаемости фильтровой обсыпки, обусловленные нелинейным режимом фильтрации в призабойной зоне.

Коэффициент полезного действия водоподъемных и отводящих труб ( $\eta_{т.р.}$ ) определяется по зависимости:

$$\eta_{т.р.} = \frac{H_{геод}}{H_{ман}} \quad (3)$$

Здесь  $H_{геод}$  – геодезическая высота водоподъема, м.  
 $H_{ман}$  – напор развиваемый электронасосом, который определяется по формуле:

$$H_{ман} = H_{геод} + \Sigma h_{потерь} \quad (4)$$

Коэффициент полезного действия погружных электронасосов применяемых в скважинах вертикального дренажа составляет 0,63.

Исследование величины результирующего КПД уста-

новок вертикального дренажа позволило определить энергетические затраты при откачке из скважин [3,7].

$$A = \frac{W \cdot H_{\text{ман}} \cdot \delta}{367 \eta_{\text{в.с.г}}} \quad (5)$$

Здесь  $W$  – объем откачки, который определяется по зависимости:

$$W = Q \cdot t, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (6)$$

$t$  – время работы скважин вертикального дренажа в году; в расчетах принято 220 дней, что соответствует КПР СВД 0,60÷0,65

$\delta$  – тарифная стоимость 1 квт.ч. электроэнергии для нужд сельского хозяйства, сум.

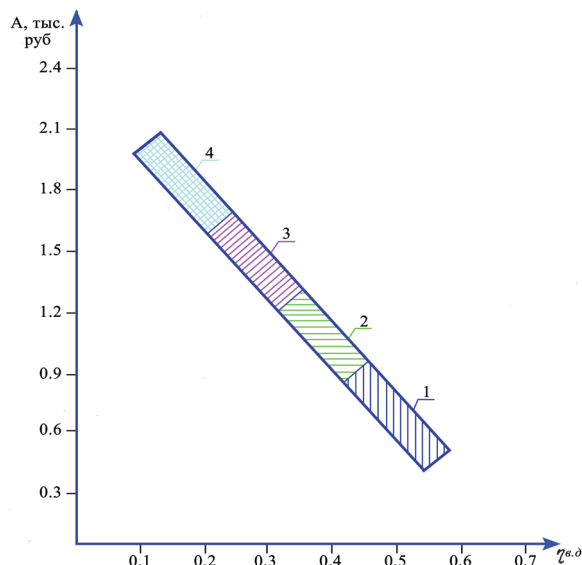
Энергетические затраты на 1 м<sup>3</sup> водоподъема определяются по формуле:

$$\Delta N = \frac{A}{W} \quad (7)$$

КПД фильтров в зависимости от применяемого типа и конструкции колеблется в широких пределах от 0,40 – в сетчатых и пористо-блочных до 0,90 – в гравийно-песчаных фильтрах (табл.1).

Годовые эксплуатационные затраты на электроэнергию скважин вертикального дренажа при оборудовании различными типами фильтров характеризуются графиком представленным на рис. 1.

Антикоррозионные обсадные трубы и фильтровые каркасы из полиэтилена имеют преимущества по сравнению с металлическими трубами: коррозионная стойкость, долговечность, сейсмостойкость, легкость монтажа



1 – скважины, оборудованные гравийными фильтрами; 2 – то же, гравийно-песчаными фильтрами; 3 – то же, кожухово-гравийными фильтрами; 4 – то же, пористо-блочными, сетчатыми и пластмассовыми фильтрами

**Рис.1. Годовые эксплуатационные затраты на электроэнергию скважин вертикального дренажа при оборудовании различными типами фильтров**

**Таблица 1**

**Характеристики различных типов фильтров по данным натурных исследований скважин вертикального дренажа САНИИРИ**

№ п/п	Типы фильтра	Кол-во исследованных скважин	Пределы изменения эксплуатационных параметров скважин			
			Q, л/с	S <sub>0</sub> , м	ΔS, м	$\eta_{\phi} = 1 - \frac{\Delta S}{S_0}$
1	Щелевой каркас со скважностью 12-14 % с гравийно-песчаной обсыпкой	12	60-118	6-8,1	0,65-1,6	0,77-0,92
	а) смесь гравийно-песчаных окатанных материалов	12	38-85	10,5-18	3,7-6,8	0,65-0,75
	б) смесь гравия с угловатыми кварцевыми песчаными материалами	12	38-85	10,5-18	3,7-6,8	0,65-0,75
2	Гравийно-сетчатый	3	28-54	8,7-26	4,5-8,6	0,4-0,65
3	Дырчатый с проволоочной обмоткой с гравийно-песчаной обсыпкой	3	50-62	10-12	3,7-5,1	0,32-0,42
4	Кожухово-гравийный	3	15-23	8,4-11,7	3,3-6,8	0,42-0,61
5	Пластмассовый щелевой из волокнита	2	3-3,3	18,8-33,6	13,5-27	0,19-0,28
6	Блочно-керамические, пористые с гравийно-песчаной обсыпкой	2	3,3-7,4	8,4-18	5,1-13,7	0,12-0,39

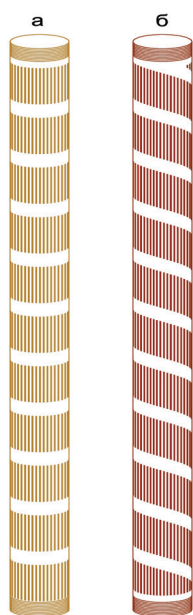
жа, низкие эксплуатационные расходы и пр.

При строительстве дренажных скважин в Узбекистане фильтровые отверстия принято выполнять в виде щелей. С гидравлической точки зрения при одинаковой скважности фильтрового каркаса круглые отверстия оказываются предпочтительнее. Изготовление фильтрового каркаса из цельнотянутых металлических каркасов с помощью автогенной нарезки щелей продиктовано производственной необходимостью. Выполнение автогенной нарезки щелей требует меньше времени по сравнению с круглой перфорацией.

**Технология сборки обсадных труб и фильтрового каркаса.** Монтаж обсадных труб и фильтровых каркасов

из полиэтиленовых труб осуществляется с помощью резьбового соединения. Завод «Махсус Полимер» в настоящее время не производит фильтровые каркасы из полиэтилена заданной скважности в литом виде. Щелевые нарезки на полиэтиленовой трубе выполняются на станке, и располагаются перпендикулярно оси трубы.

Нами выполнены расчеты фильтровых каркасов скважностей 10%, 12%, 15% и расположение их на поверхности полиэтиленовых труб. С точки зрения прочностных характеристик фильтрового каркаса, лучшее расположение щелей на поверхности труб, такое которое обеспечивает равномерный приток воды в ствол скважины и равномерное распределение давлений во-



(а) отверстия выполненные параллельно по оси ствола скважины, (б) спиралеобразно.

**Рис.2. Расположение щелевых отверстий на фильтровом каркасе**

доносного пласта на фильтр - это щелевые отверстия, выполненные параллельно оси ствола скважины (а) и расположенные спиралеобразно (б) (рис.2 а, б).

**Рекомендуемые параметры фильтровых каркасов из полиэтиленовых труб.** Общая длина 4000 мм, рабочая длина 3800 мм, длина щели 25 мм, диаметр труб 300 мм, скважность 15%, ширина щели 4 мм, площадь одной щели – 0,001 м<sup>2</sup>, площадь рабочей поверхности трубы – 3,58 м<sup>2</sup>, Общая площадь щелей на одной трубе – 0,54 м<sup>2</sup>, количество рядов – 11, общее количество щелей - 540 шт, количество щелей в одном ряду – 49 шт, рекомендуемый диаметр бурения – 1270 мм (методом обратной промывки).

**Выводы.** Разработанная конструкция фильтра скважин вертикального дренажа из полиэтиленовых труб позволяет по предварительным оценкам сократить на 20–25 % ныне существующие эксплуатационные затраты, за счет снижения энергозатрат на откачку воды и сократить до минимума текущие и капитальные ремонтно-восстановительные работы, тем самым обеспечить улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель.

Эксплуатационные расходы снижаются за счет уменьшения энергетических затрат на откачку воды, которое происходит за счет некольматируемости фильтра и стабильности дебита, а также увеличением межремонтного периода.

#### Список использованной литературы:

1. Новицкая Ю.П. Промежуточный отчет за 1969 г. По теме: «Изучение эффективности действия вертикального дренажа в зоне Каракумского канала». – Ашхабад: Туркмен НИГиМ. – С. 24-32.
2. Абилов А. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме: «Натурные исследования работоспособности и рекомендации по повышению надежности скважин вертикального дренажа». Бел. НИИМВХ. – Минск, 1980. – 22 с.
3. R.E. Nese, E.M. Wilson, D.C. Millns. Потери напора в гравийных обсыпках фильтра // Экспресс информация Гидроэнергетика. – Москва, 1971. № 10. – С. 8-13.
4. Абилов А. Метод подбора гравийно-песчаного фильтра для вертикального дренажа // Ж."Irrigatsiya va melioratsiya". – Ташкент, 2015. – № 2. – С. 18-22.
5. Решеткина Н.М., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. – Москва, «Колос», 1978.
6. Х.И.Якубов, С.С.Ходжаев, А.Абилов. Выбор типа фильтров и расчет конструктивных элементов водоприемной части скважин вертикального дренажа. Сб. научных трудов САНИИРИ «Инженерные мероприятия по борьбе с засолением орошаемых земель». Вып. 144., – Ташкент, 1975. – С. 3-34.
7. Якубов Х.И., Абилов А.А., Насонов В.Г. Методические указания по расчету элементов конструкции скважин вертикального дренажа. – Ташкент, САНИИРИ, 1985. – С. 3-30.