БЕЛОРУССКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

На правах рукописи

АБИРОВ Абдулла

Натурные исследования работоспособности и рекомендации по повышению надежности скважин вертикального дренажа

06. 01. 02 — Мелиорация и орошаемое земледелие

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МИНСК—1980

Работа выполнена в Среднеазиатском ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте ирригации им. В. Д. Журина (САНИИРИ).

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

лауреат Государственной премии Узбекской ССР им. А. Р. Беруни, заслуженный ирригатор УзССР, кандидат технических наук **Х. И. Якубов**

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

доктор геолого-минералогических наук, профессор
Н. М. Решеткина

кандидат технических наук, старший научный сотрудник
А. И. Митрахович

Ведущая организация — Узбекский государственный проектный институт „Узгипроводхоз".

Защита диссертации состоится „_____" _____ 1980 г.

на заседании специализированного Ученого Совета К. 099. 03. 01 по присуждению ученых степеней в Белорусском научно-исследовательском институте мелиорации и водного хозяйства (БелНИИМиВХ) по адресу: 220040, г. Минск, ул. М. Горького, 153.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотете института.

Автореферат разослан „_____" _____ 1980 г.

Ученый секретарь специализированного Совета,
кандидат технических наук Э. И. МИХНЕВИЧ

А к т у а л ь н о с т ь т е м ы. Партия и правительство уделяют большое внимание вопросам мелиорации орошаемых земель. Народнохозяйственным планом в десятой пятилетке только по Узбекистану предусмотрено орошение и освоение 462 тыс.га земель и мелиоративное улучшение 500 тыс.га старопахотных земель.

Интенсификация сельскохозяйственного производства на засоленных землях требует проведения комплекса мелиоративных мероприятий и, в первую очередь, улучшения дренированности территории путем строительства искусственного дренажа.

Опыт эксплуатации дренажных систем в Средней Азии показывает, что требуемый мелиоративный эффект достигается быстрее на тех массивах, где дренаж построен на высоком техническом уровне, что обеспечивает высокую надежность эксплуатации системы.

Показатель надежности эксплуатации систем вертикального дренажа, характеризуемый в общем виде коэффициентом полезной работы (КПР), зависит от многих факторов: природно-хозяйственных условий, организации служб; качества насосно-силового оборудования и, прежде всего, от правильного выбора типа фильтра, определения конструктивных элементов водоприемной части скважин и качественного их исполнения.

Ц е л ь и з а д а ч и и с с л е д о в а н и й - изучение в натурных условиях работоспособности скважин, построенных различными методами бурения, разработка по результатам этих исследований методики и расчета оптимальных конструктивных параметров водоприемной части и рациональной технологии строительства высокодебитных скважин, обеспечивающих высокие удельные дебиты и длительную и бесперебойную работы систем вертикального дренажа, т.е. высокую надежность эксплуатации систем.

М е т о д и к а и с с л е д о в а н и й. Данная работа - результат многолетних (1968-1978гг.) полевых исследований автора на строящихся, в соответствии с проектной документацией, мелиоративных объектов вертикального дренажа в Голодной степи. При проведении исследований наряду с использованием стандартных методов были применены оригинальные решения разработанные автором. Научные положения и выводы основаны на результатах многолетних полевых исследований, с использованием лабораторных методов и аналитических расчетов. Достоверность результатов и выводов подтверждается статической обработкой экспериментальных данных и проверкой в производственных условиях. Поставленные за-

дачи решались на специально построенных опытных скважинах с различными конструктивными параметрами водоприемной части. Опытные скважины строились с различными методами бурения и в различных природно-хозяйственных условиях.

Результаты опытов обобщались с привлечением материалов, полученных в других районах Средней Азии.

Новизна научных положений:

а) установлена по результатам научных исследований взаимосвязь между мелиоративной эффективностью вертикального дренажа и техническим состоянием и КПР как одной скважины, так и системы в целом, а также причины усиленного пескования скважин;

б) определен общий характер и интенсивность пескования скважин в процессе эксплуатации;

в) выявлено влияние гранулометрического состава пород каптируемого водоносного пласта и гравийно-песчаной обсыпки на интенсивность и продолжительность пескования скважины;

г) выявлена закономерность формирования устойчивого гравийного фильтра в зависимости от характеристики каптируемого водоносного пласта, фракционного состава обсыпки и режима строительно-эксплуатационных откачек;

д) установлена закономерность распределения притока воды по длине фильтра в зависимости от мощности и сложения каптируемого пласта;

е) установлено влияние технологии сооружения вертикального дренажа различными методами бурения на технико-экономические, эксплуатационные показатели и работоспособность скважин.

Практическая ценность и реализация рекомендаций. По результатам натурных исследований разработаны:

- Рекомендации "Оптимальный состав гравийно-песчаной обсыпки", обеспечивающие высокую работоспособность скважин без пескования, с учетом характеристики каптируемого пласта. Рекомендации внедрены в 1974-1976гг. при строительстве вертикального дренажа в Голодной степи, Бухарской области, Ферганской долине УзССР, в Чимкентской и Кзыл-Ординской областях КазССР;

- "Методика расчета конструктивных элементов водоприемной части скважин", которая вошла в состав "Инструкция по проектированию оросительных систем, часть УШ, дренаж на орошаемых землях (ВСН-М-8-1974)". Методика расчета широко внедряется проектными институтами "Узгипроводхоз ", "Средазгипроводхлопок" и "Союзгипрорис" при проектировании вертикального дренажа.

- Способ восстановления дебита скважин путем очистки нижней части фильтрового каркаса от заиления, который внедряется ММиВХ УзССР и Главриссовхозстроем в процессе эксплуатации вертикального дренажа;

- Предложение по улучшению качества сооружений вертикального дренажа, подготовленное на основе установления влияния различных методов строительства высокодебитных скважин на технико-экономические и эксплуатационные показатели.

Широкое внедрение разработанных рекомендаций позволило резко повысить работоспособность скважин и сократить затраты на строительство и эксплуатацию вертикального дренажа. Экономический эффект от внедрения рекомендаций, подтвержденный актами ММиВХ УзССР, "Главриссовхозстроя" и проектных организаций, составляет более 1,5 млн.рублей.

Апробация работы. Основное содержание диссертации докладывалось, обсуждалось и получило одобрение на конференции молодых ученых (г.Ташкент, САНИИРИ, 1970); всесоюзном семинаре по бурению скважин вертикального дренажа методом "обратной промывки" (г.Новая Каховка, УССР, 1972); республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов водного хозяйства (г.Ташкент, ТИИИМСХ, 1973); заседании НТС ММиВХ УзССР (г.Ташкент, 1972); заседании НТС института "Союзгипрорис" (г.Чимкент, 1977) и на Ученых советах секции мелиорации орошаемых земель САНИИРИ (г.Ташкент, 1969, 1970, 1971, 1973, 1974, 1978 гг.).

По теме диссертации опубликованы 12 статей общим объемом 9,0 печатных листов.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов, акта внедрения, приложений и списка литературы. Она содержит 143 страницы машинописного текста, 29 рисунков, 60 таблиц в тексте и 41 страницу приложения. Всего 277 страниц.

ГЛАВА I. Современное состояние эксплуатации скважин вертикального дренажа и пути улучшения их работы.

Анализируется мелиоративное состояние староорошаемой зоны Голодной степи до и после развития системы вертикального дренажа. Рассматриваются причины низкой работоспособности скважин.

Многолетние натурные исследования САНИИРИ (1968-1978гг.) на опытно-производственных участках (совхозы "Социализм" и "Пахтаарал") и на больших массивах орошения (Шурузякский, Сардобинский и Северо-западная часть Голодной степи) показали, что мелиоративная эффективность вертикального дренажа зависит прежде всего от природно-хозяйственных условий, технического состояния дренажных систем, режима их эксплуатации и многих других факторов.

При этом существует тесная связь между уровнем эксплуатации систем вертикального дренажа, характеризуемым, в общем виде, коэффициентом полезной работы (отношение фактической продолжительности работы скважины или системы к календарной, устанавливаемой по проекту на основании балансовых расчетов) - КПР и дренированностью территории (через объем откачек).

Выявлено, что по мере увеличения КПР системы растет объем откачиваемых вод и вместе с ним дренированность территории - отток грунтовых вод из покровного слоя мелкоземов. Так, в 1966г. при КПР системы скважин 0,46 на участке "Социализм" удельный объем откачки составил 3845 $м^3$/га, в том числе отток из покровного слоя - 1750 $м^3$/га, а в 1970г. при КПР - 0,62 эти величины составили, соответственно 8150 и 4500 $м^3$/га. По мере увеличения КПР и дренированности покровного мелкозема наблюдается рост темпа рассоления (с 14,5 до 19,2 т/га). Такая закономерность существует на всех системах вертикального дренажа.

Однако во многих крупных системах вертикального дренажа эксплуатация скважин находится на низком уровне. Одна из главных причин - низкая работоспособность скважин, введенных в эксплуатацию, характеризуемая интенсивным их пескованием, частым отказом насосно-силового оборудования и т.д. Фактическая величина КПР системы скважин как на опытно-производственных участках, так и больших массивах изменяется от 0,4 до 0,65, т.е. на 20-40% ниже проектной величины. Большое значение его относится к массивам, где литологическое строение водоносного комплекса

представлено крупнозернистыми породами. Из всех видов простоев 50-65% падает на преждевременный отказ насосно-силового оборудования; остальная часть - это остановки из-за отсутствия электроэнергии - 20-26% и по просьбе хозяйства - 25-30%.

Низкий КПР системы обусловлен многими причинами; главные из них: нарушение подбора гранулометрического состава фильтровой обсыпки и технологии строительства высокодебитных скважин, вызывающее интенсивное пескование. Последнее, в свою очередь, преждевременно выводит из строя насосно-силовое оборудование, увеличивает простои в работе и затраты на эксплуатацию.

На усиленно пескующих скважинах с нарушенным фракционным составом гравийно-песчаной обсыпки при $C=\frac{D_{50}}{d_{50}} > 40-45$ продолжительность работы насосно-силового оборудования до первого отказа составляет 2500-3500 мото-часов, тогда как на непескующих она достигает 6500-7500 (рис.1).

Пескование, наряду с сокращением долговечности работы насосно-силового оборудования и самой скважины, усложняет организацию службы эксплуатации (очистка сбросных сетей и самих скважин, частые ремонты насосно-силового оборудования и т.д.) и увеличивает эксплуатационные затраты в среднем на 20-25% в год.

Интенсивность и продолжительность пескования зависит в основном от фракционного состава гравийной обсыпки и грунта каптируемого пласта, расхода и режима строительных откачек. При одинаковой величине $\frac{D_{50}}{d_{50}}$ с улучшением гранулометрического состава водоносного горизонта резко сокращается интенсивность и продолжительность пескования скважин, т.е. пескование меньше на скважинах, где в составе грунта каптируемого пласта имеются частицы фракции 1-5 мм для формирования устойчивого фильтра (рис.2).

В тонко-, мелко- и среднезернистых песчаных отложениях регулирование подачи насоса (постепенное увеличение расхода с минимальной величины до максимальной) не предотвращает пескования скважин, а несколько сглаживает интенсивность выноса твердых частиц.

На скважинах, построенных с нарушением подбора состава гравийной обсыпки, в период длительной эксплуатации устойчивые фильтры могут сформироваться лишь в случаях, когда каптируемый пласт представлен крупнозернистыми отложениями.

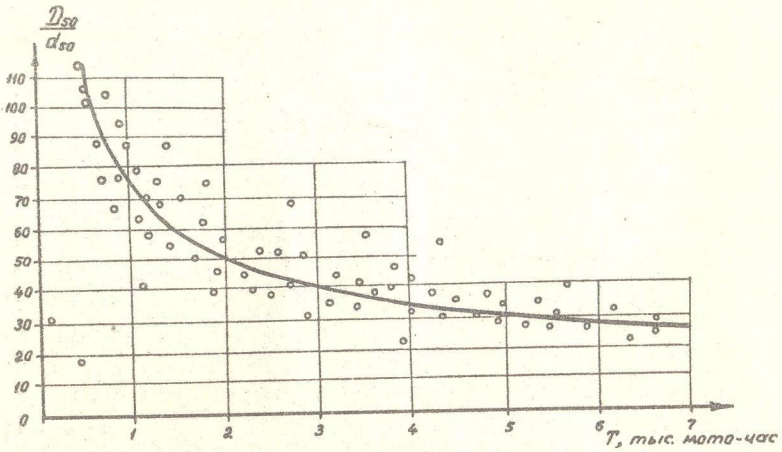

Рис.1 График зависимости безотказной работы насосно-силового оборудования от состава обсыпки.

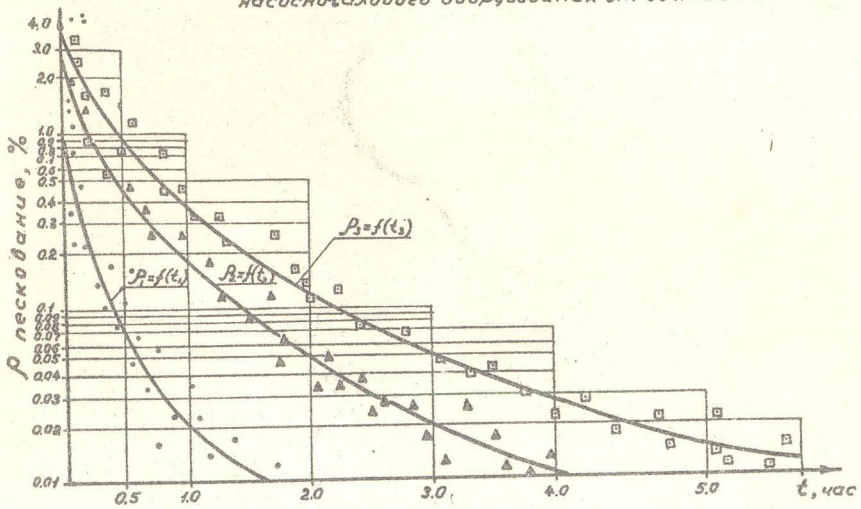

Рис. 2 График зависимости интенсивности пескования скважин от зернового состава каптируемого пласта.

$\rho_1=f(t_1)$ – пескование скважин построенных в крупнозернистых грунтах.

$\rho_2=f(t_2)$ – то же в мелко и среднезернистых песках

$\rho_3=f(t_3)$ – то же в тонко и мелкозернистых песках

В тонко-, мелко- и среднезернистых песчаных отложениях длительность эксплуатации вертикального дренажа не приводит к формированию устойчивого фильтра и не предотвращает пескования скважин при их нормальном дебите. Применение гравийных обсыпок с межслойным коэффициентом $\frac{D_{50}}{d_{50}}$ = 24÷26 при коэффициенте неоднородности η_p = 3÷8 обеспечивает длительную безотказную работу скважин в период их эксплуатации, не снижая дебиты.

В связи с этим при проектировании и строительстве вертикального дренажа здесь особое внимание необходимо уделять правильному подбору состава обсыпки и расчету конструктивных элементов водоприемной части скважин.

ГЛАВА 2. Натурные исследования конструктивных элементов водоприемной части и рекомендации по повышению работоспособности скважин вертикального дренажа.

Данная глава посвящена вопросам оценки работоспособности скважин, построенных в различных гидрогеолого-литологических условиях водоносного пласта, методике подбора и расчета конструктивных элементов, исследованию формирования притока воды по длине фильтрового каркаса и определению технико-экономических показателей.

Исследованию работы различных типов фильтров скважин на воду, водопонижение, а также дренажа посвящены работы В.М.Гаврилко, С.К.Абрамова, Н.Д.Бессонова, И.Ф.Володько, Х.И.Якубова, Н.Н.Дубинской, М.Я.Елисеева, С.М.Кулиева, А.Н.Патрашева, Н.А. Карамбирова, В.С.Алексеева, А.А.Рахманова, В.С.Оводова, И.В. Гусак, Н.А.Щеткина, А.Ж.Муфтахова, В.И.Фоменко и др.

Анализ проведенных исследований по оценке различных типов фильтров для высокодебитных скважин вертикального дренажа в Голодной степи и в других районах Советского Союза показал, что основным требованиям, предъявляемым к высокодебитным скважинам вертикального дренажа, лучше всего отвечает рыхлый гравийно-песчаный фильтр, обеспечивающий минимальное сопротивление входу воды в скважину.

Рекомендации ряда ученых (А.Н.Патрашева, С.В.Избаша, Е.А. Лубочкова, В.С.Истоминой, В.Ф.Караулова, Л.И.Козлова, Н.М.Бочкова и др.) по подбору состава фильтрующих обсыпок для обратных фильтров плотин гидротехнических сооружений в предлагаемые ими методы подбора фильтра для скважин на воду (С.М.Кулиева,

В.В.Дубровского, В.С.Оводова, Ф.К.Стефана и др.) являются слишком "строгими" для подбора состава гравийных обсыпок высокодебитных скважин вертикального дренажа.

К такому же выводу в последние годы приходят А.М.Гаврилко, С.К.Абрамов, И.Ф.Володько, В.М.Фоменко.

На основании анализа результатов натурных исследований работы фильтров более 300 скважин, построенных в различных гидрогеолого-литологических условиях Голодной степи, с использованием различных составов гравийно-песчаной обсыпки с последующим изучением их работы в период эксплуатации и лабораторных исследований, разработана методика подбора состава гравийных обсыпок.

В предлагаемом методе подбора состава гравийных обсыпок диаметры сводообразующих $d_{c.r}$ и суффозионных частиц $d_{c.i}$, коэффициент неоднородности применяемого материала фильтра η_φ назначаются из условия надежности работы скважин.

Крайние значения диаметров частиц подбираемой обсыпки устанавливаются следующим образом. Нижняя крайность значения диаметров частиц фильтра ограничивается до I,0 мм, так как частицы меньше I,0 мм легко выносятся с откачиваемой водой. Верхние крайние значения диаметров частиц обсыпки, по опыту строительства скважин, построенных в различных природно-хозяйственных условиях, а также технологии изготовления гравийного материала, для тонко- и мелкозернистых грунтов каптируемого пласта принимаются равными I0 мм, мелко- и среднезернистых - 20 и средне-крупнозернистых - 30 мм.

Надежная работа скважин вертикального дренажа обеспечивается при коэффициентах неоднородности фильтра η_φ = 3-8 и межслойности $\frac{D_{50}}{d_{50}}$;

в тонко- и мелкозернистых грунтах - I5÷20 (I);
в мелко- и среднезернистых грунтах - 20÷25 (II);
в средне- и крупнозернистых грунтах - 25÷30(III).

При этом по результатам натурных исследований установлен допустимый оптимальный фракционный состав обсыпок для тонко-, мелко-, средне- и крупнозернистых песчаных грунтов, при котором скважины работают устойчиво без пескования, обеспечивая максимальный удельный дебит (рис.3).

Указанные выше условия лучше всего могут быть удовлетво-

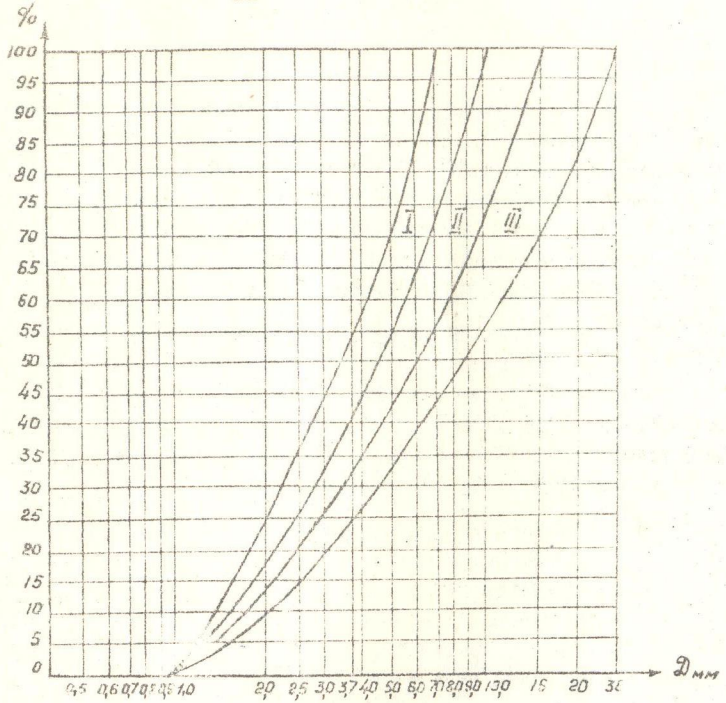

Рис.3. График по подбору оптимального состава гравийного фильтра скважин вертикального дренажа

рены путем выбора оптимальной толщины гравийной обсыпки, при которой создается минимальная скорость воды на контакте фильтра с грунтом скелета. В связи с этим оптимальную толщину гравийной обсыпки предлагается подбирать, исходя из условий:

$\delta = (45-75)\cdot D_{85}$ - для тонко- и мелкозернистых песчаных отложений;

$\delta = (25-35)\cdot D_{85}$ - для мелко- и среднезернистых;

$\delta = (15-20)\cdot D_{85}$ - для крупнозернистых и гравелистых.

Результаты исследований показали, что при использовании в качестве фильтровой обсыпки гравийно-песчаных материалов, имеющих в своем составе остроугольные частицы, наблюдается увеличение входных сопротивлений на 25-30% и снижение удельных дебитов на I5-20% по сравнению с данными скважин, построенных с применением окатанных речных гравийно-песчаных обсыпок.

Остальные параметры водоприемной части высокодебитных скважин в "Методике" рекомендуются, исходя из результатов натурных исследований распределения притока подземных вод по длине фильтра, проведенных автором в различных гидрогеологических условиях. При этом учтены соответствующие решения и других авторов (Д.Ф.Шульгин, В.А.Васильев, С.К.Абрамов, В.Д.Бабушкин, В.С.Алексеев, Д.Н.Башкатов, Э.А.Грикеевич, Д.Петерсен и др.).

Для использования формул, выведенных указанными исследователями, при практических расчетах необходимо установить в реальных условиях входящие в предлагаемые ими зависимости параметры: μ - коэффициент расхода, К - обобщенный параметр, характерищующий конструкцию водоприемных отверстий и наложение частиц породы на проходные отверстия фильтра.

При выборе опытных скважин для оценки распределения притока по длине фильтра, с различной его длиной, особое внимание было обращено на идентичность динамической обстановки, изотропность литологического строения водоносных грунтов на метод проходки и степень вскрытия пласта, тип фильтрового каркаса и качество примененной гравийной обсыпки.

Всего исследовано 3 группы скважин, расположенных в различных природных условиях:

I группа с длиной фильтра от 22,5 до 36,5 м;
2 группа - от I7,35 до 30 м;
3 группа - до I5 м.

В результате исследования установлено и рекомендуется следующее:

- слоистость водоносного пласта создает большую неравномерность притока воды по длине фильтра скважин; интенсивный приток наблюдается в водоносных слоях, представленных более проницаемыми отложениями, и наоборот. Отсюда, в слоистых отложениях фильтры скважин следует располагать в пределах более проницаемых грунтов при достаточной мощности этого пласта в общем водоносном комплексе;

- приток воды по длине фильтрового каркаса распределяется весьма неравномерно, причем чем длиннее фильтр, тем больше неравномерность притока. В случае, если водоносный пласт представлен однородным грунтом, самый больший приток наблюдается в верхней части фильтра, где на каждые 3 м его длины приходятся 20-25% общего дебита, тогда как на такую же длину в нижней его части - только 7-I2%. При большой длине фильтрового каркаса (30-45 м) нижняя его часть остается незагруженной, и приток на каждые 3 м составляет не более 2,4% дебита;

- уменьшение длины фильтра $l_ф$ обеспечивает равномерность притока воды к скважине, т.е. равномерность загрузки фильтра по его длине;

В одинаковых условиях при $l_ф$ = 20-25 м приток по его длине распределяется относительно равномерно по сравнению с длинными фильтрами, и величина его на каждые 3 м в малозагруженной части составляет 7-I2% дебита.

Таким образом, уменьшение длины фильтра до 20-25 м дает заметную загрузку в его средней части путем перераспределения входных скоростей притока, и при этом можно получить такой же дебит, при $l_ф$ = 30-40 м;

- величины коэффициентов К и μ изменяются в широких пределах: К = 0,065÷0,0005; μ = 0,48÷0,0036.

На основании опытных данных после преобразования формулы Э.А.Грикеевича автором получено оптимальное значение $\frac{l_ф}{D}$ для скважин вертикального дренажа, согласно чему с достаточным обоснованием можно считать $\frac{l_ф}{D}$ = 40÷50. При этом результаты обследования технического состояния скважин, построенных в различных природных условиях, и анализ величины восходящей скорости потока внутри колонны, рассчитанной по данным расходометрии, показывают, что нижняя часть фильтрового каркаса при длине $l_ф >$ 25 м не только не участвует в формировании дебита скважины, но и полностью заиляется, так как в этой части фильтрового каркаса величина восходящей скорости потока намного меньше скорости осаждения частиц, вовлекаемых откачиваемой водой.

В связи с этим в диссертации предлагается расчет длины фильтра производить методом подбора, исходя из условия обеспечения незаиляемости скважин. Для этого скорость осаждения частиц, вовлекаемых потоком воды, может быть определена по формуле

$$U_{с.о.} = K\sqrt{d_{ср.} \cdot \frac{\gamma - \gamma_ж}{\gamma_ж}}, \qquad (I)$$

где К – коэффициент, зависящий от формы частиц и характера движения жидкости, для шарообразной формы при турбулентном режиме потока К=50;

$\gamma, \gamma_ж$ – удельные веса твердых частиц и воды.

Скорость восходящего потока $U_{в.п.}$ для нормального выноса песка должна быть в I,5–2 раза больше скорости свободного падения или удовлетворять следующим условиям:

$$U_{в.п.} = (I,5 \div 2,0) \cdot U_{с.о.} \geqslant (I5 \div I9) \text{ см/с.}$$

Величина (I5÷I9) см/с установлена по результатам расходометрии скважин. Зная расход потока, формируемого в равной части фильтра, и диаметр фильтрового каркаса, легко рассчитать действительную скорость воды на любом сечении фильтра.

Обработка результатов расходометрии скважин, по Э.А.Грикееви чу, Д.Петерсену и другим, позволила установить оптимальное значение скважности ($\eta_к$) фильтрового каркаса, которое равно 20–25% при μ = 0,075.

Фильтры с щелевой и дырчатой перфорацией при одинаковой скважности имеют, примерно, одинаковые сопротивления, но при учитывании реальной возможности быстрой закупорки дырчатых отверстий частицами гравийно-песчаной обсыпки для вертикального дренажа рекомендуется щелевой фильтровой каркас с размерами щели 4–6 мм по ширине и 200–250 мм по длине.

Диаметр фильтрового каркаса, при котором обеспечивается ламинарное движение потока при подходе к фильтру, рекомендуется определить по формуле

$$d_{ф.к.} = \frac{Q_{max}}{\pi \cdot l_ф \cdot \eta_к \cdot U_{доп.} \cdot (1.5 \div 1.8)}. \qquad (2)$$

Глава завершается технико-экономическим расчетом предлагаемых рекомендаций. Использование "Методики расчета конструктивных элементов водоприемной части скважин" и оптимального состава гравийно-песчаной обсыпки способствовало:

– обоснованию необходимости выбора длины фильтрового каркаса в пределах 20÷25 м против 35–40 м, принятых в проектах;

– сокращению сроков строительных откачек до 8–I0 сут. против 25–30 сут, наблюдаемых до внедрения рекомендации;

– улучшению работы гидромеханического оборудования за счет предотвращения пескования или снижения его интенсивности, что позволило уменьшить затраты на капитальный ремонт и связанные с ним монтажные работы;

– резкому снижению случаев заиления скважин и, следовательно, их очистки;

– уменьшению сопротивления фильтра, что дало возможность увеличить удельные дебиты скважин и снизить затраты электроэнергии на подъем воды.

В целом экономический эффект от внедрения оптимальных конструктивных параметров водоприемной части вертикального дренажа, рассчитанный по типовой методике ($\Delta Э = Е \cdot \Delta К + \Delta И$), составляет I234 руб. на одну скважину.

ГЛАВА 3. Совершенствование технологии строительства – важный фактор повышения надежности скважин вертикального дренажа.

В данной главе изложены результаты исследования и решения вопросов влияния различной технологии строительства высокодебитных скважин на их работоспособность, эксплуатационные и технико-экономические показатели систем вертикального дренажа и на их основе – разработка рекомендации по выбору наилучших методов бурения насосных колодцев, обеспечивающих минимальные капитальные и эксплуатационные затраты.

Технология строительства скважин вертикального дренажа методом прямой (с применением глинистого раствора) и обратной промывки освещена в работах В.М.Гаврилко, В.С.Алексеева, Н.Д. Бессонова, Д.И.Соляника, М.Д.Ковацюка, А.Я.Нищименко, В.П. Ткаченко, Д.Н.Башкатова, Х.И.Якубова и др.

В I969–I973гг. автором данной работы проводились широкие натурные исследования технологических процессов строительства высокодебитных скважин, построенных методом прямой и обратной промывки в различных природно-хозяйственных условиях. В процессе строительства проводился детальный хронометраж всех операций, связанных с бурением и строительной откачкой. Осо-

бое внимание уделялось изучению режима работы и эксплуатационным характеристикам опытных скважин.

Было установлено, что бурение с помощью обратной промывки - наиболее совершенный и перспективный способ строительства высокодебитных скважин.

Широкое производственное применение рассматриваемого метода строительства обеспечивает, по сравнению с прямой промывкой, достижение следующих показателей:

- повышается скорость бурения в 4,5÷7 раз. Самая высокая скорость проходки пород методом обратной промывки станком Ф-I2 наблюдается при бурении в мелко- и разнозернистых песках - 5-5,5 м/ч против 0,6-I,0 м/ч при прямой промывке;

- сокращается время цикла работ по проходке скважины в I,3-I,9 раза. Продолжительность строительства скважин глубиной 70 м для Шурузякского массива составляет 9 сут, Сардобинского - I0; в том числе время, затраченное на проведение строительных откачек - 4-8 сут (табл.I), тогда как при бурении прямой промывкой эти показатели соответственно равны I5-I6 и 6-II сут;

- увеличивается удельный дебит скважины в I,5-I,65 раза в крупнозернистых и в I,2-I,3 раза в мелкозернистых песчаных отложениях, что позволяет резко снизить затраты электроэнергии на подъем воды;

- снижаются затраты на строительство и эксплуатацию скважин на 20-35%;

- годовой экономический эффект на один станок (для условий Голодной степи) составляет 230-250 тыс.руб., а срок окупаемости дополнительных капитальных затрат - 0,2 года.

По данным исследований строительных и эксплуатационных откачек установлено, что удельный дебит скважин, построенных методом обратной промывки в тонко-, мелко- и среднезернистых песчаных грунтах, изменяется в пределах 4,5-8,0 л/с, а в песчано-гравелистых - I0-22 л/с, тогда как удельный дебит скважин, пробуренных в этих же условиях методом прямой промывки с применением глинистого раствора составляет соответственно 2,5÷4,5 и II÷I3 л/с, т.е. в I,5 раза меньше. При этом КПР

Таблица I

Технико-экономические и эксплуатационные показатели скважин вертикального дренажа, построенных различными методами

Показатели	Шурузякский массив		Сардобинский массив	
	УРБ-3АМ	ФА-I2	УРБ-3АМ	ФА-I2
I. Технические				
Глубина, м	70	70	50	50
Длина фильтра, м	35	35	25	25
Диаметр бурения, мм	I000	I270	I000	I270
Средняя скорость проходки пород, м/ч;				
Суглинок	I,5	4,0	I,5	4,0
Мелко- и среднезернистые пески	I,0	5,5	I,0	5,5
Разнозернистые пески с включением гравия и гальки	0,6	5,0	0,6	5,0
Продолжительность строительства, сут.,	I6	9	I5	I0
в том числе продолжительность строительных откачек, сут	6-8	4-5	9-II	6-8
II. Эксплуатационные				
Дебит, л/с	70	90	45	55
Удельный дебит, л/с	8-I2	I2-I5	3-4,5	3,5-5,5
КПР скважин	0,80	0,85	0,73	0,83
III. Экономические				
Стоимость строительства, руб.	II,5	8,6	8,5	5,7
Ежегодные издержки (И), руб.	3802	3056	2994	2375
Приведенные затраты (ЕК+И), руб.	5I77	4225	4028	3I60
Ежегодные затраты на I га ($\frac{И}{S}$), руб/га	I2,0	9,55	I2,9	I0,23
Приведенные затраты на I га ($\frac{ЕК+И}{S}$), руб/га	I6,I8	I3,2	I7,3	I3,6
Стоимость I м^3 откаченной воды, коп.	0,2I5	0,I75	0,333	0,26I

скважины, построенной методом обратной промывки, на 8-10% больше, чем таковой при прямой промывке. Это свидетельствует о том, что при строительстве скважин методом обратной промывки формирование обратного фильтра происходит намного лучше, чем при прямой промывке;

В результате исследования технологии сооружения скважин различными способами составлена и приведена в диссертации "Методика определения экономической эффективности внедрения новой техники в строительстве дренажных скважин", которая может послужить основанием для составления единых норм и расценок.

Кроме того, особое внимание в работе уделяется проведению строительной откачки, которая является обязательным и завершающим этапом совершенствования технологии сооружения высокодебитных скважин, так как в процессе строительной откачки за счет выноса мелких и отложения более крупных частиц в прифильтровой зоне, вследствие чего улучшается проницаемость грунта и увеличивается удельный дебит насосных колодцев.

В связи с этим уточнен режим строительных откачек с учетом параметров скважин, характеристик водоносного грунта каптируемого пласта, главным образом гранулометрического состава, и технологии бурения. При этом обязательным условиям завершения строительной откачки является доведение дебита скважины до максимальной величины, на 15-25% превышающей эксплуатационный. Только при удовлетворении этого положения может быть исключено пескование скважин и повышены эксплуатационные показатели систем вертикального дренажа.

В Ы В О Д Ы

I. Натурными исследованиями работоспособности и технического состояния скважин, а также при эксплуатации крупных систем вертикального дренажа установлено, что фактическая величина КПР системы скважин как на опытно-производственных участках, так и больших массивах изменяется от 0,40 до 0,65, т.е. на 20-40% ниже проектной, что существенно снижает общий мелиоративный эффект.

2. Низкий КПР системы обусловлен многими причинами;

главные из них - нарушение подбора состава фильтровой обсыпки, а также технологии строительства высокодебитных скважин, вызывающие интенсивное пескование. Эти два фактора влекут за собой следующее:

а) пескование, наряду с сокращением долговечности работы насосно-силового оборудования и самой скважины, усложняет организацию службы эксплуатации и увеличивает эксплуатационные затраты на 20-25% в год;

б) на усиленно пескующих скважинах с нарушенным фракционным составом гравийно-песчаной обсыпки при $\frac{D_{50}}{d_{50}} > 40-45$ продолжительность насосно-силового оборудования до первого отказа составляет 2500-3500 мото-часов вместо проектной - 6500-7500;

в) на скважинах, построенных с нарушением подбора состава обсыпки, в период длительной эксплуатации их устойчивые фильтры могут сформироваться лишь в случаях, когда каптируемый пласт представлен крупнозернистыми отложениями.

3. Проведенные натурные исследования по строительству и эксплуатации вертикального дренажа в Голодной степи, а также изучение опыта массового строительства скважин в других районах Средней Азии показали, что требованиям высокодебитных скважин лучше всего отвечают фильтры с окатанной гравийно-песчаной обсыпкой, обладающие минимальными сопротивлениями.

4. На основании изучения закономерности формирования притока воды по длине фильтра и в прифильтровой зоне, влияния параметров гравийно-песчаной обсыпки на работоспособность скважин, а также исследований пескования в зависимости от параметров фильтровой обсыпки и характеристики каптируемого пласта разработана "Методика расчета конструктивных элементов водоприемной части скважины".

В Методике рекомендуется:

- оптимальный состав обсыпки выбирать, исходя из характеристики каптируемого пласта с коэффициентом неоднородности $\eta_{\varphi} = 3-8$ для мелкозернистых песчаных грунтов $\frac{D_{50}}{d_{50}} = 15-20$, среднезернистых - 20-25, крупнозернистых - 25-35;

- длину фильтра определять методом подбора из условия обеспечения незаиляемости и равномерности притока по длине фильтра:

$$U_{в.п} = (1,5 - 2) \cdot U_{с.о.} \geqslant (15-19) \text{ см/с},$$

но не более 20-25 м.

- толщину обсыпки дифференцировать в зависимости от состава каптируемого пласта по предложенным зависимостям;

- скважность фильтрового каркаса принимать 20-25%.

5. Натурными исследованиями формирования притока к скважинам установлено:

- слоистость водоносного пласта создает большую неравномерность притока воды по длине фильтра; интенсивный приток наблюдается в водоносных горизонтах, представленных более проницаемыми отложениями, и наоборот;

- приток воды по длине фильтрового каркаса распределяется весьма неравномерно, причем чем длинее фильтр, тем больше неравномерность притока. В водоносных грунтах, представленных однородным грунтом, самый больший приток наблюдается в верхней части фильтра, где на каждые 3 м его длины приходятся 20-25%, когда такую же длину в нижней его части 7-12% от общего дебита скважин. При больших длинах фильтра (30-45 м) нижняя его часть остается незагруженной, и приток на каждые 3 м составляет не более 2,4% от дебита.

6. Совершенствование технологии строительства - одно из основных мероприятий по улучшению работоспособности и снижению затрат на эксплуатацию насосных колодцев, а также по улучшению организации эксплуатации систем вертикального дренажа в целом.

Внедрение бурения скважин с обратной промывкой в строительство по сравнению с прямой промывкой в условиях Средней Азии обеспечивает следующее:

- сокращается время цикла работ по проходке скважин в 1,3-1,9 раза;

- увеличивается удельный дебит скважин в зависимости от литологии пласта в 1,3-1,65 раза;

- снижаются затраты на строительство и эксплуатацию скважин на 20-25%;

- увеличивается КПР на 8-10%.

7. Экономическая эффективность от разработанных и внедренных рекомендаций за счет повышения работоспособности скважин в зоне деятельности водохозяйственных организаций - "Главсредазирсовхозстроя", "Главрисовхозстроя" и ММиВХ УзССР составила более 1,5 млн.рублей.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Причины пескования скважин вертикального дренажа в Голодной степи. Тезисы докладов конференции молодых ученых, Ташкент, 1970, с.3-4.

2. Производственные исследования конструкции фильтров и технологии строительства вертикального дренажа в Голодной степи. Труды САНИИРИ, вып.132, Ташкент, 1971. с.177-202.

3. О методах расчета обсыпок скважин вертикального дренажа (в соавторстве). Труды САНИИРИ, вып.132. Ташкент, 1971, с.155-176.

4. О подборе состава обсыпок скважин вертикального дренажа (в соавторстве). Труды САНИИРИ, вып.126, Ташкент, 1971, с.177-200.

5. Некоторые вопросы эксплуатации вертикального дренажа на примере старой зоны орошения Голодной степи (в соавторстве). Труды САНИИРИ, вып.135, Ташкент, 1972. с.3-27.

6. Технико-экономические показатели различных видов бурения скважин вертикального дренажа. Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов водного хозяйства. Ташкент, 1973. с.48-50.

7. Экономическая эффективность внедрения новой техники бурения скважин вертикального дренажа (в соавторстве). Труды САНИИРИ, вып.139, Ташкент, 1973, с.112-121.

8. Методика расчета конструктивных элементов водоприемной части скважин вертикального дренажа (в соавторстве). Труды САНИИРИ, вып.144, Ташкент, 1975, с.3-34.

9. Пути снижения затрат на строительство и эксплуатацию вертикального дренажа (в соавторстве). Гидротехника и мелиорация № 2, 1976, с.87-94.

10. Натурные исследования формирования притока по длине фильтра скважины вертикального дренажа. Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов водного хозяйства, посвященной XXV съезду КПСС. Ташкент, 1976, с.29.

11. Методика расчета скважин вертикального дренажа с оптимальными параметрами водоприемной части (в соавторстве). ЦБНТИ, информационный листок № 03-77, М., 1977, 5 с.

12. Оптимальный состав гравийной обсыпки для скважин вертикального дренажа (в соавторстве). ЦБНТИ, информационный листок № 33-76, М., 1976, 3 с.

Р-05008 Подписано в печать 7/I-80 г.

Заказ 19. Тираж 100. Объем 0,9 п.л.

г. Ташкент. САНИИРИ, Я.Коласа,24