

✓
Министерство водохозяйственного строительства СССР
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ САНИИРИ
(НПО САНИИРИ)

На правах рукописи

АХМЕДОВ ИКРОМАЛИ

УДК 626.863.004

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИИ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СКВАЖИН
ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

Специальность 06.01.02 - Мелиорация и орошаемое
земледелие

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических наук

33
Ташкент - 1990

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа выполнена в Научно-производственном объединении САНИИРИ им. В. Д. Журина (НПО САНИИРИ)

- Научный руководитель - лауреат гос. премии УзССР им. А. Р. Беруни, заслуженный ирригатор УзССР, кандидат технических наук Х. И. Якубов
- Научный консультант - кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник А. У. Усманов
- Официальные оппоненты: доктор технических наук У. У. Умаров, кандидат технических наук, доцент О. П. Татур
- Ведущая организация - Государственный проектно-исследовательский и научно-исследовательский институт мелиорации и водного хозяйства "Узгипровхоз"

Защита диссертации состоится " 5 " июля 1990 г. в 10 часов на заседании Специализированного Совета К. 099.02.02 по присуждению ученой степени кандидата наук при НПО САНИИРИ.
 Адрес: 700187, г. Ташкент, массив Карасу-4 дом II, НПО САНИИРИ.

Автореферат разослан " 30 " мая 1990 г.
 Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью просьба направлять в адрес Специализированного Совета.

Ученый секретарь
 Специализированного Совета
 кандидат технических наук
 Н. И. Горошков

*Дошла
 сизга сазит-саломадлик
 ба узок учир тилламан
 aff*

Актуальность темы. Директивные указания партии и правительства, изложенные в "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года" направлены на ускорение научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства, увеличение фонда отдачи действующих производств на основе их реконструкции и использования новейшей технологии.

Значительные резервы в повышении эффективности использования орошаемых земель имеются в действующих системах мелиоративного комплекса. Эти резервы связаны с возможностью повышения работоспособности всех элементов мелиоративных систем путем проведения на них планомерно-предупредительных работ.

Строительство скважин вертикального дренажа (СВД) в УзССР - в Ферганской долине, Бухарской области и Голодной степи - началось в 1959-1962 гг., широкое развитие получило в 1966-1975 гг. и в других регионах Средней Азии и Южного Казахстана. В УзССР на 1981-1988 гг. зафиксировано наличие 34677 скважин на воду, вертикального дренажа, на водоснабжение, обводнение, из которых 8952 (25,8 %) не действуют. В отдельных районах, таких как Кировский, Кувинский и Багдадский Ферганской области, количество неработающих скважин составляет 10-50 %, остальные работают по сниженным дебитам.

Опыт эксплуатации системы СВД показывает, что мелиоративная эффективность ее во многом зависит от дебитов скважин (объема отбора подземных вод), на которые существенно влияет состояние фильтра и прифильтровой зоны. Установлено, что даже в непересыхающих, хорошо работающих скважинах, оборудованных фильтровыми каркасами из металлических труб, с течением времени дебит и удельный дебит постепенно уменьшаются, что приводит к снижению дренированности орошаемых земель, подъему уровня грунтовых вод и вторичному засолению почв.

Исследования по изучению снижения дебитов скважин и разработка технических средств по восстановлению работоспособности водозаборных скважин были проведены в основном в гумидной зоне Союза СССР, где химический состав подземных вод и конструкция скважин резко отличаются от таковых в аридной зоне. Поэтому

изучение причин снижения работоспособности вертикального дренажа и разработка новых технических средств и технологии восстановления дебита скважин, обеспечивающих высокую эксплуатационную надежность насосных колодцев и значительный экономический эффект при их эксплуатации – актуальное направление в решении проблем в области мелиорации.

Цель и задачи исследований. Цель работы – исследование закономерностей снижения производительности СВД, построенных в различных природных условиях, и разработка экономически выгодных технических средств и технологических процессов, способствующих повышению их дебитов, следовательно, мелиоративной и экономической эффективности систем.

Достижению поставленной цели способствовало решение следующих задач:

- изучение технического состояния конструкции скважин (изменение дебита и удельного дебита), построенных в различных гидрогеолого-мелиоративных условиях бассейна р.Сырдарья;
- определение химического состава, минерализации подземных вод и ее влияния на снижение производительности скважин;
- прогнозирование влияния снижения работоспособности скважин на дренированность территории и изменение мелиоративных процессов;
- изучение существующего состояния ремонтно-восстановительных работ на действующих скважинах вертикального дренажа;
- разработка высокоэффективных технических средств для восстановления дебитов СВД и отработка технологий ремонта на них;
- установление технико-экономической эффективности восстановления дебита скважин с применением новых технических средств.

Объект и методика исследований. Новые технические средства и технология очистки скважин были испытаны на действующих системах СВД, эксплуатируемых в различных зонах бассейна р.Сырдарья. Полученные исходные данные обработаны на ЭВМ типа ЕС-1035. Исследования выполнены в составе научно-исследовательских работ по проблеме "Скважина" ГКНТ СССР по теме ОI.09.ГЗ-259.5 и хозяйственных тематикам. Влияние работы скважин на мелиоративные процессы исследовали путем использования методик общего и частного водно-солевого баланса и системного анализа.

Научная новизна. Установлена закономерность изменения химического состава откачиваемых вод в различных зонах ее формирова-

ния; выявлена корреляционная связь между плотным остатком и щелочностью воды, минерализацией и интенсивностью отложения продуктов химического коагулянта, изменением взрывного давления и радиусом скважины; определена величина коэффициентов старения (β) снижения дебитов СВД (β_1), эксплуатируемых в бассейне р.Сырдарья; разработана методика определения срока повторности эрлифтной откачки в зависимости от интенсивности заиливания ствола скважины; выявлен качественный и количественный состав продуктов коагулянта, а также характер коагулянта по месту образования в конструктивных элементах скважины; впервые разработаны новые технические средства (приоритет № 427792, а.с.СССР № I49I975) и технологии восстановления производительности скважин в зависимости от характера коагуляционного процесса; предложена номограмма для определения нагрузки на комплексный ремонтный отряд ($N_{кр} = f(p_{ар}/N_{кр})$) по очистке скважины; разработано взрывное устройство для очистки СВД многоразового пользования.

Практическая ценность работы. Разработанные технические средства (долото-ерш, эрлифтный оголовок, газозрывное устройство) и технология очистки скважин применяются на объектах СВД УзССР и в Кызылординской области Казахской ССР и могут быть использованы при восстановительных работах скважин на воду и ВД в других регионах аридной зоны.

Установленная закономерность снижения дебитов скважин в зависимости от минерализации откачиваемых вод и выявленные при этом соотношения, а также коэффициенты повышения производительности скважин после их очистки разными способами могут быть использованы при прогнозе мелиоративных процессов и выборе эксплуатационных мероприятий в проектах эксплуатации и действующих системах вертикального дренажа.

Внедрение. Разработанный рабочий орган по очистке скважин "долото-ерш" прошел ведомственное испытание и внедрен в объекте ИСЭО "Кзылордамелиорация". Составленное "Руководство по восстановлению дебитов скважин вертикального дренажа механическим способом" утверждено ИСЭО "Кзылордамелиорация" ММВХ КазССР в 1988 г.; экономический эффект от внедрения этой технологии составил 2,2-3,0 тыс.руб. на каждую скважину. Изготовлен макетный образец рабочего органа новой конструкции – газозрывного устройства (а.с.СССР № I49I975), проведены испытания в производственных

условиях (акт испытания утвержден УОМС ЦСЭО Кызылордамелиорация).

Основные положения, выдвигаемые к защите:

- закономерность снижения производительности скважин и кольматационные процессы в фильтрах и прифильтровой зоне в зависимости от химического состава и минерализации откачиваемых подземных вод;
- технология ремонтно-восстановительных работ на СВД с помощью рабочего органа "долото-ерш" (приоритет № 4277792);
- прокачка скважин с помощью эрлифтного оголовка;
- технология очистки скважин с применением новой конструкции высокоэффективного газовзрывного устройства (а.с. № I49I975);
- мелиоративная и технико-экономическая эффективности ремонтно-восстановительных работ на системах СВД.

Апробация и публикация. Основные положения диссертационной работы доложены на научно-техническом совете секции мелиорации САНИИРИ в 1986-1989 гг.; на юбилейной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 60-летию ЛК УзССР (Ташкент, 1985); на конференции молодых ученых и специалистов по водному хозяйству "Повышение эффективности мелиорируемых земель и водохозяйственное строительство" (Тбилиси, 1987); на научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых САО ВАСХНИЛ по интенсификации сельскохозяйственного производства, посвященной 70-летию Великого Октября (Ташкент, 1987). Кроме того, основные положения данной работы изложены в восьми публикациях и в описании авторского свидетельства.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 130 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав и приложения, включает 30 таблиц, 36 иллюстраций. Список использованной литературы состоит из 160 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проведен анализ технического состояния скважин вертикального дренажа, рассмотрен механизм кольматационных процессов и их влияние на работоспособность и эксплуатационные показатели, а также мелиоративные процессы на орошаемых землях, склонных к засолению.

Многие исследователи (В.М.Гаврилко, С.В.Комиссарова, В.А.Клячко, И.Э.Апельцина и др.) снижение работоспособности скважин,

построенных в Европейской части СССР, связывают с образованием в прифильтровой зоне карбонатных соединений и отложений продуктов железомарганцевых бактерий, а в аридной зоне (Х.И.Якубов, А.Абиров, Т.Джадилова и др.) - карбонизацией и коррозионным разрушением стрелера из металлических труб.

Нашими исследованиями, проведенными в Ферганской долине Голдодной степи и низовьях р.Сырдарьи, где подземные воды имеют различную минерализацию, также выявлен механизм снижения производительности скважин, приводящий к резкому повышению эксплуатационных затрат на удельный объем отбора воды. Так, в Ферганской области, где в 1970 году было построено 102 скважины (в настоящее время 500 шт.), затраты на 1 м³ откачиваемой воды в начальный период их эксплуатации составили 0,27 коп., а через 10-15 лет они достигли 0,35-0,40 коп. (рис.1). Общие эксплуатационные затраты при этом увеличились на 135 %, что объясняется снижением дебита скважин в 1,5-5 раз.

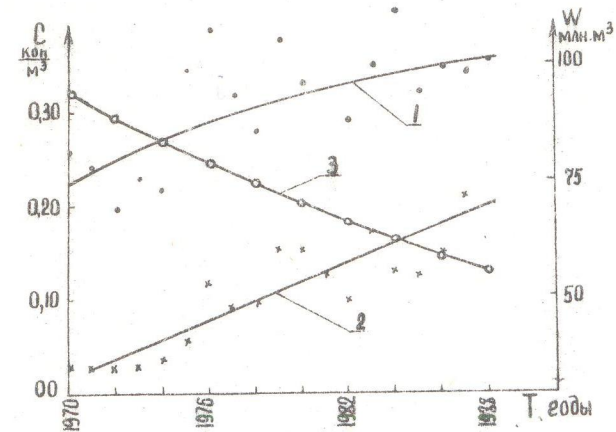


Рис.1. Изменение стоимости 1 м³ откачиваемой воды в зависимости от снижения объема отбора подземных вод (за счет уменьшения дебита скважин): 1 - эксплуатационные расходы, отнесенные на 1 м³ откачиваемой воды; 2 - затраты на ремонт скважин, отнесенные на 1 м³ откачиваемой воды; 3 - изменение объема откачки, млн. м³.

Установлено, что интенсивность снижения дебита скважин зависит от литологического строения, степени минерализации и химического состава подземных вод водоносного комплекса (уровень пескования и скорость коагуляции) и конструкции фильтров. На непескующих скважинах, построенных из металлических труб, снижение их дебита связано со старением фильтра за счет коррозионных и коагуляционных процессов.

На пескующих скважинах одновременно протекает механический (заиливание фильтра) и физико-химический процесс. Поэтому на таких скважинах интенсивность снижения дебита больше, чем таковая на непескующих. В условиях Ферганской области величина коэффициента старения скважин (β) изменяется в пределах 0,039–0,077; коэффициент снижения дебита (β_1) – от 0,117 до 0,22 (табл. I).

Т а б л и ц а I
Коэффициенты старения (β) и снижения дебита (β_1) скважин, эксплуатируемых в Ферганской области УзССР

Номер п/п	Наименование района	В незаиленных скважинах коэффициент старения (β)	В пескующих скважинах коэффициент снижения дебита (β_1)
I	Алтыарьский	0,077	0,160
2	Ахунбабаевский	0,0394	0,126
3	Багдадский	0,054	0,117
4	Бувайдинский	0,058	0,170
5	Кировский	0,0579	0,144
6	Кувинский	0,0370	0,115
7	Кувасайский	0,0390	
8	Ленинградский	0,0430	0,224
9	Риштанский	0,0650	0,131
10	Ташлакский	0,0390	0,135
11	Узбекистанский	0,0580	0,188
12	Ферганский	0,0400	
13	Фрунзенский	0,0563	0,154
14	Язъяванский	0,0394	0,156
	Среднее по области	0,0524	0,1286

Высокое корреляционное отношение ($\varrho = 0,86$) показывает, что в условиях Ферганской долины коэффициент старения скважины имеет

корреляционную связь с минерализацией откачиваемых вод, т.е.

$$\beta = 0,0031 - 0,0036M + 0,0028M^2 \quad (1)$$

Коэффициент старения скважины определяется по зависимости Н.Д.Бессонова:

$$q_t = q_0 e^{-\beta t} \quad (2)$$

где q_t – дебит или удельный дебит в рассматриваемый момент t ;
 q_0 – дебит или удельный дебит в начальный период откачки.

Коэффициент старения связан с интенсивностью коррозионно-коагуляционного процесса и определяется степенью минерализации и химическим составом откачиваемых вод.

Высокий коэффициент корреляции ($\varrho = 0,95$) подтверждает существование тесной связи между общей минерализацией откачиваемых вод и интенсивностью коагулирующих соединений, которая описывается линейным уравнением:

$$P_{г/см^2 \text{ сут}} = 0,00103 + 0,00113M + 0,00006M^2 \quad (3)$$

где M – общая минерализация, г/л; P – вес продукта коагулирующих соединений, г/см² сут.

Основными компонентами коагулята в фильтрах являются кристаллы Fe_2O_3 (от 57 до 87%), CaO (до 10), FeO (до 7,30) и Al_2O_3 (до 3,16 % по весу). Последнее соединение обнаружено только в условиях Ферганской долины. Удельный вес образцов составит от 3,08 до 4,16 г/см³ при изменении их прочности от 3,0 до 6,0 кг/см².

Влияние снижения дебита на работоспособность скважины может быть оценено отношением фактического дебита в рассматриваемый момент к начальному (коэффициент снижения за время t а на работоспособность системы – коэффициентом использования ее мощности. Последний характеризует уровень снижения дренированности территории по величине потери объема отбора подземных вод.

Система, работающая с коэффициентом использования мощности близким к единице, отвечает требованиям создания оптимального мелиоративного режима. В массивах, где широко внедряется вертикальный дренаж – в бассейне р.Сирдарьи – коэффициент использования мощности системы изменяется от 0,27 до 0,90; самый высокий – в Ферганской области (0,45–0,85), низкий – в Кызыл-Ординской (0,27–0,4). При этом в начальный период эксплуатации система работает

с более высоким коэффициентом использования мощности скважин (0,8-0,9), чем в последующие годы. При $K_{и.мс} < 0,75-0,8$ дренажность территории снижается и наблюдается ухудшение мелиоративного состояния земель (табл.2).

Т а б л и ц а 2
Прогнозные показатели мелиоративного состояния орошаемых земель в зоне действия вертикального дренажа в Кировском районе Ферганской области (по методике Р.К.Икрамова и др.)

Показатель	Фактические показатели за 1975-1980	Г о д				
		1991	1995	1998	2001	2005
Объем откачки, $\text{м}^3/\text{га}$	4060	2034	1613	1355	1139	903
$K_{и.мс}$		0,50	0,40	0,33	0,28	0,22
Глубина за- гания УГВ, м	2,15	2,10	2,04	1,85	1,68	1,30
Засоление корне- обитаемого слоя, %	0,70	0,902	1,05	1,086	1,147	1,272
Засоление зоны аэрации мелио- рируемой терри- тории, %	0,60	0,663	0,758	0,797	0,835	0,883
Минерализация поверхностного слоя грунтовых вод, г/л	6,30	6,332	6,055	5,590	5,737	6,361

Во второй главе дается анализ технических характеристик эксплуатируемых скважин ВД; определена эффективность применяемых в настоящее время технических средств восстановления производи- тельности насосных колодцев и возможность их использования при очистке ствола стрелера; приведены результаты натурных исследо- ваний по очистке скважин ВД способами, применяемыми эксплуата- ционными организациями в Средней Азии.

Анализ материалов по очистке скважин позволяет разделить существующие технологии на две группы: способы и средства для

очистки скважин от заиления и от продуктов химического кольма- тажа.

На объектах вертикального дренажа широко распространен эр- лифтный способ очистки скважин от заиления и физико-химической кольматации. При очистке скважин на объектах СВД в Сырдарьинской области нашли применение ерш конструкции САНИИРИ и обработка ство- ла с помощью "долота и шарошки".

При эрлифтной очистке наиболее важным элементом технологии является установление срока повторной очистки и величины заиле- ния, от которых зависит план работы ремонтных организаций.

Высоту (H_c) повторного заиления можно определить, исходя из зависимости

$$H_c = cT, \quad (4)$$

где c - скорость повторного заиления, м/год; она определяет- ся по равенству

$$c = Kc_1$$

Здесь K - коэффициент, учитывающий долю скорости повторного за- иления от интенсивности такового в первом периоде эксплуатации ($K = 0,5$ для условий Голодной степи), c_1 - скорость заиления скважины до первой очистки, м/год.

Установлено, что на пескующих скважинах необходимость пов- торной очистки наступает через 2-3 года. Исследования показали, что при очистке вертикального дренажа, подверженного физико-хи- мическому кольматации, механическим ершом и шарошечным устройст- вом, удельные дебиты восстановлены от 39 до 73, взрывом ТДШ-33 (Х.И.Якубов, Р.Фатрахманов) - 90 % и реагентным способом (А.Аби- ров) - около 90 % (табл.3).

Т а б л и ц а 3
Основные показатели восстановления производительности скважин ВД существующими способами

Способ и средство восстановления де- бита скважины	Затраты на одну скважину, руб.	Коэффициент повышения $(q_2/q_1) \cdot 100$	Коэффициент восстановления $(q_2/q_1) \cdot 100$
Импульсный способ (ТДШ)	700	51	85-90
Реагентный ($N a_5 P_3 O_{10}$)	700	60	85-90

Продолжение табл. 3

I	2	3	4
Механический:			
механический ерш	1100	63	52
шарошечное устройство	1220	56	56
эрлифтная прокачка	500	10-30	30-50

где

q_1, q_2, q_3 - удельные дебиты - исходный, до очистки и после очистки.

Однако указанные способы восстановления производительности скважин не технологичны: их осуществление требует больших затрат времени и средств, сложны в организации производства работ, а также малопримемлемы.

В третьей главе представлены результаты исследований по усовершенствованию существующих и разработке новых технических средств и технологии очистки СВД.

С целью совершенствования технологии очистки скважин ВД, нами разработан рабочий орган ("долото-ерш"), применение которого обеспечивает сокращение всех технологических операций до минимума (рис. 2).

"Долото-ерш" конструктивно состоит из следующих элементов: трубчатый корпус (1) жестко соединен с ведущим (2) и ведомым (3) фланцами. К ведомому фланцу (3) с помощью регулировочных болтов (4) и гаек (5) монтируются зажимные фланцы (6), на которых сделаны замки (8) для удержания и регулировки пучков стальных стержней (7). Для разрушения песчаных пробок из скважин "долото-ерш" оборудован коронками (9), которые изготавливаются из высокопрочного материала. Они соединяются с нижним концом трубчатой части устройства через параболическую форму (10). Для увеличения маневренности в сборке зажимных фланцев и прочности на трубчатой части устройства сделаны ребра (11).

Для выполнения очистки скважин "долото-ершом" необходимы буровой агрегат (желательно с обратной промывкой), компрессор и оборудование к нему.

На скважину устанавливается мачта бурового агрегата. После демонтажа насоса с электродвигателем, водоподъемных труб и датчика уровня воды в скважину на бурильных трубах опускается устройство.

Спуск колонны в скважину продолжается до верхнего уровня фильтрового каркаса. Затем начинается обработка фильтрового каркаса с разбуриванием при частоте вращения около 20 об/мин с одновременным опусканием в скважину колонны буровых труб. Обработка выполняется по глубине ствола скважины, равной длине одной секции бурильной трубы, и завершается после прямого и обратного проходов колонны бурильных труб.

После этого производится обработка фильтрового каркаса 5-6-кратным поступательным движением долото-ерша. При обработке фильтра с разбуриванием скорость проходки бурильных труб с долото-ершом составила 6 м/ч. По окончании обработки каждой секции производится наращивание буровой колонны на одну трубу.

Затем начинается следующий этап обработки внутренней полости фильтрового каркаса путем разбуривания и поступательных движений - подъем и опускание - затирка стенки "долото-ершом". Такая обработка фильтрового каркаса продолжается на всю длину фильтра. В целом технологическая операция завершается эрлифтной прокачкой скважины без демонтажа колонны труб при применении станна обратной промывкой.

В этом время, удерживая бурильные трубы на устье скважины, отсоединяется вертлюг. Между вертлюгом и буровой колонной бурильных труб монтируется эрлифтный оголовок, разработанный в САННИРИ (рис. 3). Он состоит из опорного фланца, юбки оголовка, резинового манжета. Резиновый манжет с одной стороны одевается на юбку, с другой - на устье скважины и сверху обтягивается хомутами. Между опорным фланцем оголовка и нижним фланцем вертлюга прокладывается резиновый сальник. Время окончания эрлифтной откачки определяется по мутности и стабилизации дебита скважины.

Технологический процесс очистки и ремонта скважины от заиления и продуктов химического коагулянта (коррозии) с помощью обратной промывки состоит из следующих циклов:

- подготовительные работы;
- демонтаж внутрискважинного оборудования;
- монтаж долото-ерша с буровой колонной;
- спуск долото-ерша с буровой колонной в скважину;
- обработка скважины долото-ершом;
- эрлифтная прокачка;
- демонтаж буровой колонны и долото-ерша;
- монтаж внутрискважинного оборудования.

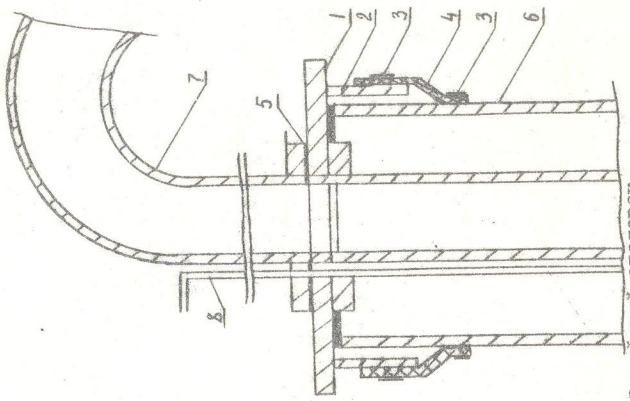


Рис. 3. Эрлифтный оголовок;
 1 - опорный фланец оголовка; 2 - кока оголовка;
 3 - хомуты; 4 - резиновая манжета; 5 - резиновый сальник; 6 - обсачная колонна; 7 - вертлюг;
 8 - воздухопроводная труба буровой колонны.

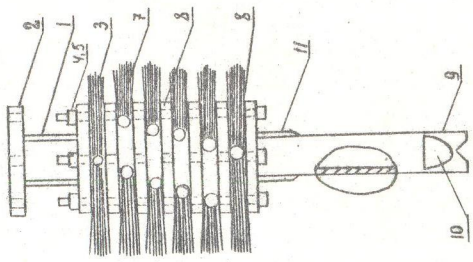


Рис. 2. Общий вид долото-ерша
 1 - трубчатый корпус; 2 - ведущий фланец; 3 - ведомый фланец; 4 - болты; 5 - гайки; 6 - зажимные фланцы; 7 - лучи стальных стержней; 8 - замки; 9 - коронка; 10 - отверстие.

При очистке и ремонте скважины от заиления и продуктов химического колыматажа с помощью прямой промывки дополнительно выполняется ряд технологических операций, связанных с необходимостью монтажа эрлифтной установки, прокачкой и ее демонтажом.

Результаты натурных исследований по применению долото-ерша для очистки СВД, проведенных в Голодной степи, Бухарской области УзССР и Кызылординской области КазССР, показывает высокую его эффективность в технологическом отношении и в повышении производительности скважин. При его применении удельные дебиты скважин в Голодной степи повысились на 49-78 % (табл. 4).

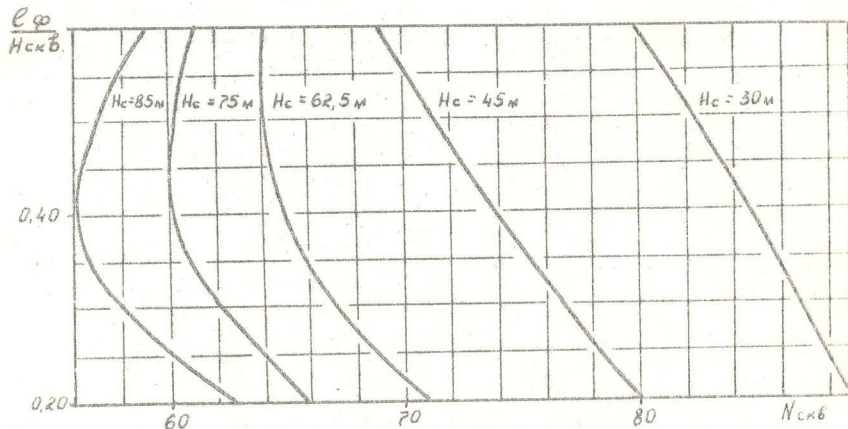
Т а б л и ц а 4
 Результаты натурных исследований восстановления производительности скважин ВД долото-ершом в Голодной степи

Номер скважины	Сроки эксплуатации, лет	Рабочая длина фильтра, м		Удельный дебит, л/с м			Коэффициент		
		До очистки	После очистки	Исходный	До очистки	После очистки	Снижения, раз	Увеличения, раз	Восстановления, %
123	15	21	30	5,02	0,69	4,14	7,27	4,55	61
119	18	29,5	32	7,94	2,05	5,48	3,87	2,67	69
60	12	9	10	3,90	0,94	3,08	4,15	3,75	78
36	17	14	18	3,75	0,91	2,85	4,12	3,12	76
29	21			10,10	3,03	4,94	2,51	1,23	49

На СВД в Бухарской области при очистке скважин долото-ершом их удельные дебиты восстановились на 60-65 %, а в Кызылординской области на 50-75 %.

Один из основных вопросов организации ремонта скважин - определение годовой нагрузки бригады; она может быть рассчитана по номограмме, составленной нами по данным учета затрат времени на все технологические операции по очистке насосных колодцев долото-ершом в зависимости от его глубины (рис. 4). При этом годовая нагрузка бригады, оснащенной долото-ершом с буровым агрегатом прямой промывки, на 15-20 % меньше, чем таковая при обратной промывке.

Следует отметить, что при такой технологии очистки скважин с



$$N_{\text{общ}} = h N_{\text{скв}} \\ n = 1$$

Рис. 4. Номограмма для определения количества скважин, ремонтируемых одной бригадой при односменной организации восстановительных работ.

помощью долото-ерша не достигается 100 %-ное восстановление дебита. В связи с этим, в диссертационной работе рассмотрена другая технология, позволяющая повысить эффективность: применение долото-ерша вместе с реагентной обработкой. При этом в качестве реагента использован триполифосфат натрия. Для осуществления этой технологии изготовлен пакер, состоящий из зажимных фланцев и манжеты, которые монтируются между ведущим фланцем долото-ерша и нижним фланцем буровой колонны. При этом верхняя часть скважины относительно пакера будет работать как поглощающий колодец, а нижняя — как вакуумный дренаж.

Совмещение реагентной обработки скважины с применением долото-ерша позволило повысить производительность скважины на 90-92 %. Причем, доля очистки скважины долото-ершом составила 76-78 %, реагентным способом — 13-14 %.

Однако применение химического реагента в условиях Средней Азии при постоянно эксплуатируемых скважинах не экологично.

С целью повышения эффективности очистки фильтра скважины ВД от химического кольматажа нами разработано газозрывное устройство (а.с.1491975). Технология воздействия его на каркас и фильтр основана на принципе внутреннего сгорания.

Статистическая обработка данных по импульсному способу очистки скважины показала, что сила ударной волны в скважине с увеличением диаметра каркаса фильтра уменьшается; между давлением и радиусом скважины имеется линейная связь (рис.5).

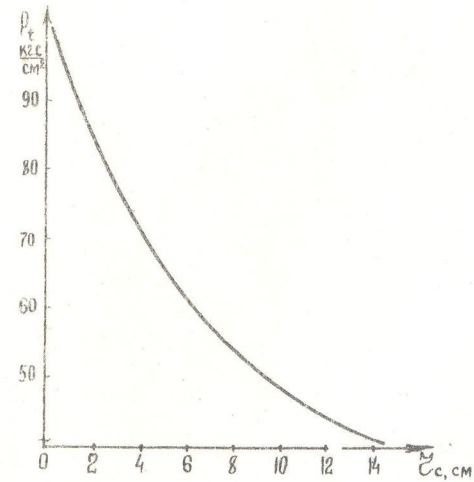


Рис. 5. Уменьшение давления взрыва в зависимости от изменения радиуса скважины.

Устройство состоит из взрывной камеры и газогенератора (рис.6). Все необходимые технологические операции для очистки скважины предлагаемым устройством освещены в описании а.с.1491975 и диссертационной работе.

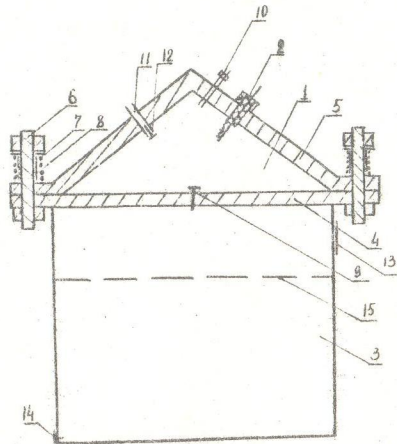


Рис. 6. Общий вид газозрывного устройства:

- 1 - взрывная камера; 2 - свеча; 3 - газогенератор;
 4 - неподвижная и 5 - подвижная части взрывкамеры;
 6 - шпильки; 7 - пружины; 8 - втулки; 9 - обратный клапан;
 10 - выпускной вентиль; 11 - то же, впускной; 12 - клапан;
 13 - крышка; 14 - пробка; 15 - решетка.

Для осуществления взрывов газовой смеси рекомендуемым устройством (модельный образец) в скважинах ВД в условиях Кызылординской области использовали оборудование агрегата АСП-Т. В начале работы электролизер (в качестве газогенератора) был подключен в сеть электрического тока, а воздухопроводный шланг соединен с баллонами агрегата. Рабочая смесь была получена с использованием раствора КОН (20 %).

Скважины, где велись восстановительные работы газозрывным способом, были построены в 1978-1979 гг. Откачиваемая вода имела минерализацию 1,2-1,4 г/л. Диаметр скважин составлял 325-377 мм; они были оборудованы металлическими трубчатыми фильтрами с круглой перфорацией, снаружи каркас обмотан стальной проволокой.

Для осуществления взрыва демонтировали внутрискважинное оборудование; после этого с помощью лебедки устройство опускали в скважину. Обработку начинали с верхнего уровня фильтрового каркаса. Взрывы осуществлялись через каждый 0,20 м в глубине скважины и обратно.

Результаты испытаний показали, что дебит скважины 4 в начальный период эксплуатации составлял 32 л/с, удельный дебит 2,8.

Через 10 лет дебит снизился до 5,6 л/с, а удельный дебит до 0,42. После обработки скважины взрывом газовой смеси дебит увеличился до 9,8 л/с при динамическом уровне 5,5 м; удельный дебит повысился до 2,88 л/с, что на 0,10 л/с больше, чем исходный (увеличение составило в 6,86 раз против таковой до начала очистки).

Другая скважина в момент ввода в эксплуатацию была оборудована центробежным насосом типа ЭЦВ 10-120-60. В апреле 1989 г. удельный дебит составил 0,83 л/с на 1 м понижения. В результате применения взрыва дебит скважины увеличился до 25,0 л/с при динамическом уровне 16 м ($q = 1,56$ л/с). Сила взрыва составила 90 кг $\text{с}/\text{см}^2$ при регулировании степени сжатия на 10 кг $\text{с}/\text{см}^2$. Коэффициенты фильтрации водоприемной части скважин в результате обработки их газозрывным устройством заметно изменились (табл. 5).

Таблица 5
 Результаты восстановления производительности и коэффициента фильтрации водоприемной зоны скважин вертикального дренажа

Номер скважины	Срок эксплуатации, лет	Изменение удельного дебита, л/с м			Увеличение раз	Изменение коэффициента фильтрации м/сут		Увеличение раз
		Исходный	До очистки	После очистки		До очистки	После очистки	
3	11	1,95	0,83	1,56	2,21	1,83	11,7	6,05
4	10	2,75	0,42	2,88	6,86	3,62	26,03	7,19

В четвертой главе приведены результаты расчета экономической эффективности внедрения в производство устройств и технологий восстановления производительности скважин вертикального дренажа.

Годовой экономический эффект устанавливался по разности приведенных затрат сравниваемых вариантов с учетом годового объема работ внедряемого варианта:

$$Э = (3_1 - 3_2) \cdot A_1$$

где $3_1, 3_2$ - приведенные затраты на единицу продукции (работ) по сравниваемым вариантам, руб.; A_1 - годовой объем продукции (воды), полученной в результате внедрения новой техники, $\text{м}^3/\text{ч}$.

В качестве базового варианта при расчетах экономической эффективности приняты существующие способы очистки с применением механического ерша и пневмоимпульсного агрегата (АСП-Т).

Установлено, что экономический эффект от внедрения долото-ерша составит 2,21 тыс.руб. на каждую скважину, а эффект от изготовления установки, работающей на основе газозарыва - 92,6 тыс.руб. на одну установку (с учетом увеличения объема воды, откачиваемой скважинами, эффект составит - 384 тыс.руб.).

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО

1. Все эксплуатируемые скважины ВД в Средней Азии и Южном Казахстане построены с использованием в качестве фильтрового каркаса металлических труб с различной перфорацией отверстий и некондиционного состава песчано-гравийной обсыпки. На таких скважинах, работающих в подземных водах с повышенной минерализацией, протекает смешанный процесс колюматации фильтра и прифилтровой зоны - механический (заиление) и физико-химический (отложение солей и продуктов коррозии металла). Поэтому на всех системах ВД, построенных с использованием конструкции фильтров из металлических труб с некондиционным составом гравийно-песчаной обсыпки, снижение дебитов скважин - неизбежный процесс. Коэффициент старения (β) скважин в условиях Ферганской долины составляет 0,039-0,077; 0,057-0,12 соответственно в условиях Голодной степи и низовьях Сырдарьи. Во всех регионах в пескующих скважинах коэффициент снижения (β_1) производительности скважин в 1,5-2,0 раза больше, чем коэффициент старения.

2. Механический колюматаж формируется на пескующих скважинах, где водоносный горизонт сложен из тонко- и мелкозернистых песков. В то же время основной причиной пескования скважин является нарушение подбора гранулометрического состава гравийно-песчаной обсыпки, а также неправильный выбор каркасов фильтра. Количество скважин, где необходима очистка стволов от заиления, в условиях Ферганской долины составляет 4-6%; в условиях Голодной степи - 15-20, а в низовьях достигает до 30% от их общей мощности.

3. Химический колюматаж зависит, главным образом, от степени минерализации и химического состава откачиваемых подземных вод, что вызывает старение (β) скважин. Значение коэффициента старения в условиях Ферганской долины (гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-сульфатный тип засоления воды) составляет 0,039-0,057;

чем выше минерализация, тем больше коэффициент старения.

4. При химическом колюматаже скважин и коррозии каркасов фильтра основными продуктами, откладываемыми в фильтрах и прифилтровой зоне являются соединения Fe_2O_3 (70-90%) по весу колюматирующих элементов и SiO_2, FeO, CaO (до 5,0%) при прочности до 6,0 кг/см². Поэтому все мероприятия по восстановлению работоспособности скважин должны быть направлены:

- на удаление заиления из ствола скважины;
- на разрушение и удаление продуктов химического колюматажа.

5. Процесс химической и механической колюматации в итоге приводит к резкому ухудшению эксплуатационной надежности системы вертикального дренажа и, как следствие, ухудшению мелиоративного состояния земель, а также возрастанию эксплуатационных затрат.

6. Для предотвращения снижения дренированности территории и ухудшения мелиоративного состояния вновь проектируемые скважины необходимо оборудовать фильтрами из новых некорродируемых материалов с кондиционным составом гравийно-песчаной обсыпки, а работоспособность эксплуатируемых скважин необходимо восстанавливать профилактическими ремонтами:

- в начальный период работы на заиленных скважинах лучше проводить очистку с помощью бурового агрегата разбуриванием и последующей эрлифтной прокачкой с применением эрлифтного оголовка конструкции САНИИРИ. Периодичность эрлифтной прокачки устанавливается по интенсивности пескования: на сильнопескующих скважинах прокачка должна осуществляться не реже одного раза в год, а слабопескующих - один раз в 3-5 лет. В дальнейшем очистку скважин от заиления следует совместить с технологией ремонтно-восстановительных работ по ликвидации последствий физико-химической колюматации.

7. Ремонтно-восстановительные работы от физико-химической колюматации на СВД следует выполнять через 3-5 лет после их ввода в эксплуатацию, по величине коэффициента общего снижения производительности насосных колодцев ($K_{ср.с} = q_1/q_2$). Очистку скважины необходимо начинать при $K_{ср.с} \leq 0,8-0,85$. При сильно минерализованных подземных водах, необходимость очистки скважин наступает через 3 года, а слабоминерализованных - через 5-6 лет.

8. Из всех технических средств, применяемых при очистке скважин вертикального дренажа от механической и физико-химической колюматации, испытанных в Средней Азии, наиболее эффектив-

ными оказался импульсный способ восстановления (коэффициент восстановления) при использовании ТДШ $K_g > 0,85$, газозрывного устройства конструкции САНИИРИ, изготовленного по а.с.1491975 $K_g > 0,90$.

Обработка ствола скважины устройством "долото-ерш" конструкции САНИИРИ с использованием эрлифтного оголовка новой конструкции позволяет повысить дебиты от 1,6 до 1,85 раз (K_g до 76 %).

Однако очистка ствола скважины методом торпедирования (ТДШ) и реагентным способом менее приемлемые методы не отвечают требованиям экологии, сохранности стрепера. В связи с этим для очистки скважин рекомендуется обработка их долото-ершом с использованием газозрывного устройства конструкции САНИИРИ.

9. В Средней Азии, несмотря на широкое развитие вертикального дренажа в целях мелиорации засоленных земель, до настоящего времени слабое внимание обращается на профилактические ремонтно-восстановительные работы. Ремонтно-эксплуатационные организации не оснащены совершенной технологией и техническими средствами очистки скважин от механической и химической колыматации, а имеющиеся средства и технологии не дают необходимого эффекта.

В связи с этим во всех ремонтно-производственных организациях, в зоне обслуживания которых развиты СВД, необходимо создать специализированные бригады бурового отряда, оснащенные долото-ершом и газозрывными устройствами конструкции САНИИРИ. Каждая такая бригада ремонтников может обеспечить очистку от 65 до 85 скважин при использовании долото-ерша и 180-200 скважин при использовании газозрывного устройства.

10. Экономический эффект от внедрения разработанных технических средств и технологии восстановления работоспособности скважин составляет от 2,10 до 3,5 тыс.рублей при применении долото-ерша и до 4,0 тыс.- при применении газозрывного устройства.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Факторы, влияющие на снижение дебита водозаборных скважин. - Тезисы докладов юбилейной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов. - Ташкент, 1985, с.69-70.

2. Физико-химические аспекты формирования процессов коррозии и колыматажа в скважинах // Депонирована в ЦЕНТИ Минводхоза

СССР, "Мелиорация и водное хозяйство" № 10, 1985 (в соавторстве с Х.И.Якубовым).

3. Повышение эффективности эксплуатации скважин вертикального дренажа. // Тезисы докладов всесоюзной конференции "Повышение эффективности мелиорируемых земель и водохозяйственное строительство", Тбилиси, 1987.

4. Применение механического способа очистки с обратной промывкой и его технологическая схема для фильтров скважин вертикального дренажа. // Депонирована в ЦЕНТИ Минводхоза СССР, "Мелиорация и водное хозяйство" М., 1987, вып.10.

5. К вопросу изучения колыматажа в скважинах. // Сборник научных трудов СредазНИИ ирригации, вып.172, Ташкент, 1987, с.108-113.

6. Совершенствование ремонтно-восстановительных работ на скважинах вертикального дренажа. Сб.научн.тр.СредазНИИ ирригации, вып.172, Ташкент, 1987, с.114-121.

7. Авторское свидетельство СССР № 1491975 // Б.И.№ 25, 1989 (в соавторстве с Х.И.Якубовым, В.Г.Насоновым).

8. Руководство по восстановлению дебитов скважин вертикального дренажа механическим способом. - Ташкент, 1988, с.57 (в соавторстве с Х.И.Якубовым, В.Г.Насоновым, Ш.Т.Абидовым).

Якубов