

7. Кудряшев С.Н. К вопросу фено – экологии некоторых видов флоры Ср. Азии. «Тр.Ср – Азии.г.у. Ботаника 1930. -101-109с.
8. Баранов. « К познанию растительности горных каменистых осыпей. « Бюлл. Ср – Аз. г. Ун-та». № 97 1925.-172-179с.

Есиркепов У.Ш., Еликбаев Б.К.

БИОРАЗНООБРАЗИЯ КСЕРОФИТОВ ИХ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ПРИСПОСОБЛЕННЫЕ К ПУСТЫННОЙ ЗОНЕ ЮГО ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация

В статье приведены результаты о ксерофитах и мезофитах, их биологических особенностей. Указаны пути рационального использования и улучшения этих культур.

Ключевые слова: изень, терискен, кейреуик, караматау, саксаул.

Esirkeпов В.К., Elikbaev W.Ş.

BIODIVERSITY OF KSEROPHYTES, THEIR BIOLOGICAL FEATURES IN CONDITION OF DRY ZONES OF SOUTHEASTERN KAZAKHSTAN

Annotation

In this article have shown information about Kserophyte and mezophyte plants, their biological features and searching ways for their usefull utilization for epy cropimproving.

Keywords: Kochia prostrate, Ceratoides papposa, Salsola orientalis, Camphorosma lessingii.

УДК631.3: 631.672

Жакупова Ж.З., Яковлев А.А., Саркынов Е.С.

Казахский национальный аграрный университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА БЕСТРУБНОГО ВОДОПОДЪЕМА ИЗ СКВАЖИН ПОГРУЖНЫМ ЭЛЕКТРОНАСОСОМ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПАКЕРОМ

Аннотация

Цель исследований – проведение экспериментальных исследований по определению параметров усовершенствованного технологического процесса беструбного водоподъема (по обсадным трубам скважин), проверке достоверности и уточнения теоретических предпосылок по технологическому процессу и проведение сравнительных лабораторных испытаний насосной установки с экспериментальными образцами обоснованных типоразмеров гидравлических пакеров с эжектором.

В работе использованы следующие методы исследования: патентные, теоретические, расчётные, методические, экспериментальные и сравнительные.

Даны методические основы и результаты выполненных экспериментальных исследований по технологическому процессу беструбного водоподъема из скважин погружным электронасосом с предложенным новым типом гидравлического пакера с эжектором, которые подтвердили достоверность предложенных теоретических предпосылок и будут использованы при разработке необходимых их типоразмеров. Экспериментально определены: коэффициент местных сопротивлений в гидравлическом

пакере, потери напора при технологическом процессе водоподъема и основные технологические параметры: подача, напор, потребляемая мощность и КПД. Приведены результаты сравнительных лабораторных испытаний насосной установки с экспериментальными образцами известных аналогичных и новых типов пакерных гидравлических устройств УПГ-168М и УПГ-219М по беструбной технологии водоподъема в комплекте с погружным электронасосом ЭЦВ 6-10-80, которые показали, что использование нового гидравлического пакерного устройства по сравнению с известным позволит улучшить основные технологические параметры насосной установки - подачу и КПД в 1,2 раза при устойчивом протекающем технологическом процессе и соответствии технических параметров техническому заданию.

Таким образом, проведенные исследования с положительными результатами нового типа пакерного гидравлического устройства с эжектором, защищенного патентом на изобретение, может пополнить рынок сбыта необходимыми их типоразмерами к погружным электронасосам для внедрения ресурсосберегающей технологии водоподъема как для общего водоснабжения, так и для мелиорации, которая по сравнению с существующей технологией водоподъема (по водоподъемным трубам) снижает металлоёмкость в 2-3 раза, уменьшает эксплуатационные затраты на монтажно-демонтажные работы, повышает срок службы обсадных труб скважин, исключает загрязнение воды и засорение скважин и улучшает энергетические показатели насосной установки.

Ключевые слова: Технология беструбного водоподъема, подземная вода, скважина, погружной электронасос, гидравлический пакер, лабораторный образец, технологический процесс, экспериментальное исследование, лабораторное испытание, технологический параметр, подача, напор, потребляемая мощность, коэффициент полезного действия.

Введение

Актуальность. По существующей традиционной технологии водоподъема из скважин погружными электронасосами необходимы водоподъемные трубы, масса которых на одну насосную установку составляет 500...1000 кг и требует больших эксплуатационных затрат на монтажно-демонтажные работы.

Применение прогрессивной технологии беструбного водоподъема (по обсадным трубам скважин) с использованием пакерных устройств различных конструкций, устанавливаемых на нагнетательном патрубке насоса, разделяя в скважине всасывающую часть насоса от нагнетательной, позволяет снизить металлоёмкость в 2...3 раза, улучшить энергетические показатели насосной установки, уменьшить значительно эксплуатационные затраты на монтажно-демонтажные работы, повысить срок службы обсадных труб, исключить загрязнение воды и засорение скважин.

Однако внедрение технологии беструбного водоподъема в водоснабжении и мелиорации сдерживается из-за отсутствия на рынке сбыта необходимых типоразмеров перспективных пакерных устройств к погружным электронасосам в связи с недостаточностью проведенных методических и технологических исследований по данному направлению. Поэтому методические основы разработки необходимых типоразмеров пакерных гидравлических устройств и проведение по ним исследований, в том числе экспериментальных с погружными электронасосами для технологии беструбного водоподъема в водоснабжении и мелиорации, является актуальной проблемой.

Обзор работ. Важное значение в проведении исследований ресурсосберегающей технологии беструбного водоподъема из скважин (по обсадным трубам) уделяется экспериментальным исследованиям технологического процесса [1-6].

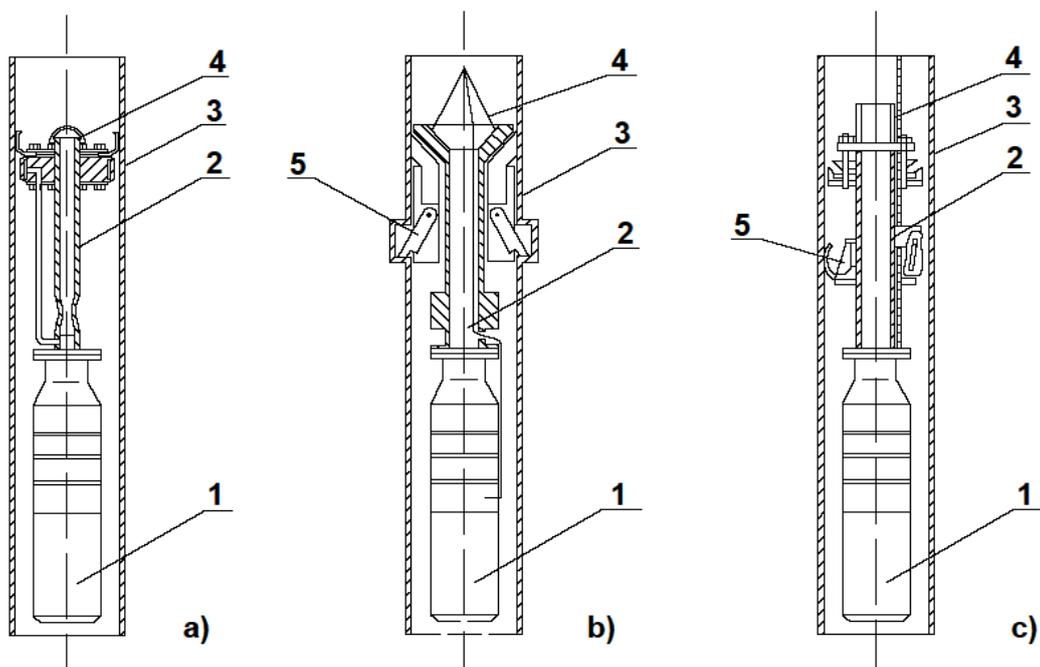
В странах СНГ, в том числе в Казахстане, имеются положительные наработки по эффективному использованию в системе водоснабжения и мелиорации беструбного водоподъема подземных вод из скважин посредством погружных электронасосов и пакерных устройств.

Разработкам конструкций, теоретическим и экспериментальным исследованиям по беструбному водоподъему из скважин с пакерным устройством посвящены отечественные и зарубежные работы, авторами которых являются: Луговской М.В., Кашеков Л.Я., Лихоеденко П.К. (1966-1977) [7,8], Желобовский А.Г., Усенко В.С., Гуринович А.Д., Гладков В.Д., Лавров М.А. (1975-1990) [9-12], Фабриков А.И., Сильченко А.А., Костюкевич В.М., Ариель Р.С. (1982-1985) [13,14,15], Фисенко В.Н., Трусов М.М., Райт В.Я. (1985-1994) [16,17,18], Морозов С.В., Певзнер А.А., Калмыков Ю.П., Колодюк Л.А., Полещук С.С. (1986-1990) [19], Яковлев А.А., Конырбаев А.Б. (1986-2000) [1,2,20,21], Крапивин В.Д. [22], Саркынов Е., Жакупова Ж.З. [4,5,6].

В ВИЭСХ (1976-77 гг., Россия) [7,8] проводились исследования технологии беструбного водоподъема с разработкой пакерных устройств (корпус с самоуправляющейся манжетой) к водоструйным насосным установкам двух типоразмеров под скважину внутреннего диаметра 150-154 мм и 100-104 мм, выпускались серийно, результаты положительны.

В 1975-95 гг. в ЦНИИКИВРе (Минск, Беларусь) [9-12], Союз гипроводхозе (г. Москва) и ЮжНИИГиМе (г. Новочеркасск, Россия) [13,14,15] была проведена большая работа по исследованию и созданию пакерных устройств к погружным электронасосам для беструбного подъема воды из скважин условного диаметра 8, 10 и 12 дюймов. Пакерные устройства были выполнены преимущественно с самоуплотняющимися резиновыми манжетами (рисунок 1, а и б). Фиксирующий механизм – в виде планок с конусными пазами, привод которых осуществляли механически с помощью штанг, на которых опускали пакерное устройство с погружным электронасосом. Изготавливались опытные образцы трех типоразмеров, результаты испытаний положительны.

В Казахском НИИ водного хозяйства (1980-2000 гг., Казахстан) [16-18] проведены исследования технологии беструбного водоподъема и разработаны пакерные устройства к погружным электронасосам трех типоразмеров для скважин условного диаметра 8, 10 и 12 дюймов, имеющих дебит $10 \text{ дм}^3/\text{с}$ и более, с использованием в системе мелиорации. Пакерное устройство (рисунок 1 в) было выполнено из корпуса в виде трубы, соединенной к нагнетательному патрубку насоса, на которой установлен фиксирующий механизм из раздвижных клиньев и уплотнительная манжета, фланцево закрепленная к трубе и помещенная в цилиндрический стакан, перемещаемый по трубе. Фиксирование и предварительное уплотнение пакерного устройства внутри скважины осуществляется механически посредством штанг, на которых опускается пакерное устройство с погружным насосом во внутрь скважины. Разработка завершена выпуском опытной партии пакерных устройств, внедренных с положительными результатами в системе мелиорации Казахстана.

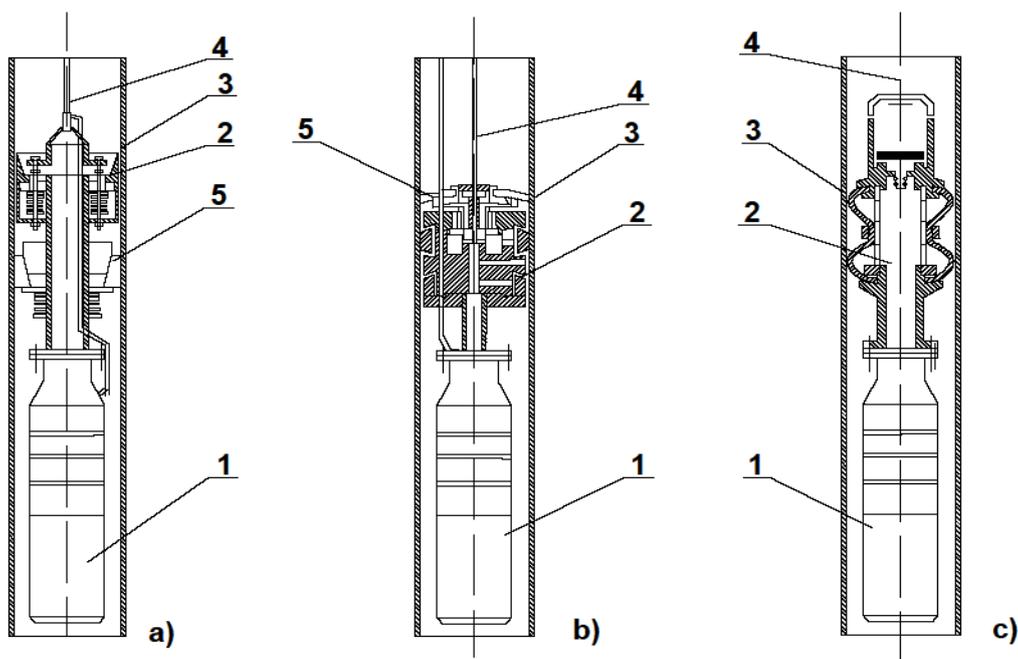


1 - насос; 2 - пакер; 3 - обсадные трубы скважины; 4,5 - спуско-подъемный и фиксирующий механизмы.
 а) конструкция ЮжНИИГиМа; б) конструкция ЦНИИКИВРа;
 с) конструкция КазНИИВХ.

Рисунок 1 - Схемы известных пакерных устройств для беструбного водоподъема к погружным электронасосам

В 1986-90 гг. в НИС Ровенского государственного педагогического института (г.Ровно) [19] на договорных условиях с Госагропромом Казахстана проведены исследования и разработано пакерное устройство к погружному электронасосу под маркой УБВ "Горынь" (рисунок 2,а) для подъема воды по обсадным трубам скважины диаметром 6 дюймов (внутренний диаметр 150мм-154мм).

Уплотнительная часть устройства была принята аналогичной конструкции Казахского НИ водного хозяйства - в виде уплотнительной манжеты, фланцево закрепленной с корпусом-трубой пакера и помещенной в цилиндрический стакан, перемещаемый по трубе. Однако были внесены элементы новизны, направленные на облегчение демонтажных работ (уменьшения усилия отрыва манжеты) путем выполнения боковой стенки стакана, контактирующей с манжетой, переменной высотой по длине его окружности. Был изготовлен экспериментальный образец, результаты положительные.



1 - насос; 2 - пакерное устройство; 3 - обсадные трубы скважины; 4,5 - спуско-подъемный и фиксирующий механизмы.

a) конструкция НИС Ровенского педагогического института; б) конструкция НПО «Казсельхозмеханизация»; с) конструкция В.Д.Крапивина;

Рисунок 2 - Схемы известных пакерных устройств для беструбного водоподъема к погружным электронасосам

В НПО «Казсельхозмеханизация» (КазНИИМЭСХ) (1986-2000 г., Казахстан) [1,2,20,21] проведены исследования беструбного водоподъема с разработкой трех типоразмеров пакерных устройств гидравлического типа к погружным электронасосам типа ЭЦВ для скважин условного диаметра 5, 6, 8 дюймов для условий пастбищного водоснабжения. Отличительная особенность конструкции пакерного устройства (рисунок 2,б) заключается в выполнении уплотнительной части в виде двух попеременно работающих уплотнительных манжет, установленных в корпусе с осевым отверстием, который крепится к нагнетательному патрубку насоса. Пакерное устройство имеет фиксирующий, противоскручивающий и спускоподъемный механизмы, взаимосвязанных между собой и герметичного оголовка скважины с отводящим патрубком. Пакерное устройство с насосом опускается во внутрь скважины на тросе со спускоподъемным захватом, который после фиксации насоса внутри скважины, вынимается из скважины, уплотнение манжет осуществляется в момент пуска от давления воды, создаваемое насосом, а при остановке насоса - от давления воды в обсадных трубах скважины. Работа завершена разработкой опытных образцов, проведением в 1997 г. государственных приемочных испытаний с типоразмером УПГ-168М для скважин 6 дюймов с рекомендацией для постановки на производство.

Из других конструкций пакерных устройств интерес представляет надувной автора Крапивина В.Д. [22] (рисунок 2,в), разработанный по авт.свид.№252867 СССР, однако сведения по его разработке не имеются.

Направление исследований

Таким образом, исследования были направлены на изучение технологии беструбного водоподъема с использованием преимущественно погружных электронасосов и разработанных ими собственных конструкций пакерных устройств по обоснованию параметров, однако исследований по методическим основам разработки необходимых типоразмеров пакерных гидравлических устройств к погружным электронасосам и

технологическому процессу беструбного водоподъема, с целью эффективного внедрения в условиях пастбищного, общего водоснабжения и мелиорации, не проводились.

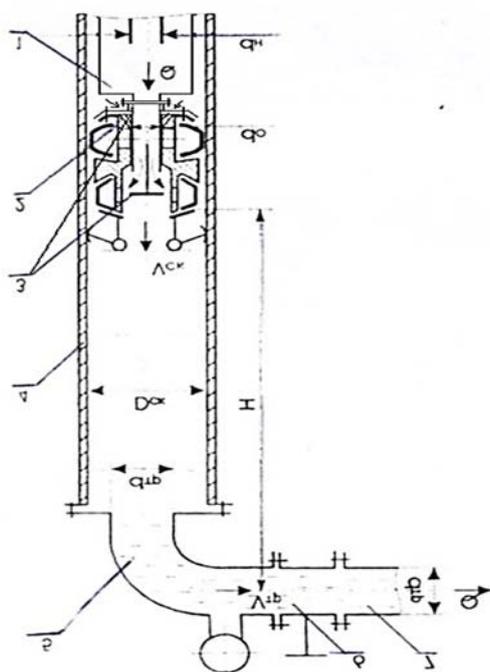
Не проводились исследования по усовершенствованию технологического процесса подъема воды погружным электронасосом по обсадным трубам скважин с использованием эффекта подсоса в них воды от действия вакуума, создаваемого в пакерном устройстве посредством эжектора, в результате чего улучшаются энергетические показатели насосной установки – повышаются по сравнению с существующим технологическим процессом водоподъема подача и КПД насосной установки на 20-30%.

Цель и задачи исследований

Цель исследований – проведение экспериментальных исследований по определению параметров усовершенствованного технологического процесса беструбного водоподъема, проверке достоверности и уточнения теоретических предпосылок по технологическому процессу и проведение сравнительных лабораторных испытаний насосной установки с экспериментальными образцами обоснованных типоразмеров гидравлических пакеров с эжектором.

В КазНАУ (2011-2014гг, Казахстан) [3-6] нами проведены исследования по усовершенствованию технологии беструбного водоподъема для повышения эффективности использования подземных вод в системе общего водоснабжения и мелиорации.

Была обоснована и принята для исследований технологическая схема беструбного водоподъема подземных вод с новым типом гидравлического пакера, снабженного эжектором, которая по сравнению с существующими аналогами повышает подачу насосной установки и КПД на 20-30% (рисунок 3).



1 – погружной электронасос; 2 – пакерное гидравлическое устройство; 3 – обратный клапан и эжектор пакера; 4 – обсадные трубы скважин; 5 – оголовок скважины с отводным патрубком; 6 – задвижка; 7 – отводной трубопровод; Q – подача; H – высота водоподъема; N_p – напор насоса; $D_{ск}$ – внутренний диаметр скважины; $d_{тр}$ – внутренний диаметр отводного патрубка; d_n – внутренний диаметр нагнетательного патрубка насоса; d_o – диаметр осевого проходного отверстия пакера; $v_{ск}$ – скорость движения воды в обсадной трубе скважины; $v_{тр}$ – скорость движения воды в отводном патрубке.

Рисунок 3 - Принципиальная технологическая схема беструбного водоподъема из скважин погружным электронасосом с использованием гидравлического пакера с эжектором

Технологическая схема беструбного водоподъема включает: погружной электронасос 1; пакерное гидравлическое устройство 2 с обратным клапаном и эжектором 3; обсадные трубы скважины 4; оголовок скважины с отводным патрубком 5, задвижкой 6 и отводным трубопроводом 7; спуско-подъемный механизм (не показан).

Пакерное гидравлическое устройство 2 состоит из корпуса, соединенного с нагнетательным патрубком насоса 1, двух попеременно работающих манжет, обратного клапана и эжектора 3, фиксирующего и противоскручивающего узлов.

Технологический процесс беструбного водоподъема. При установке погружного электронасоса с пакерным устройством во внутрь скважины на необходимую глубину, т.е. под динамический уровень воды, и запуске насоса, вода из насоса, проходя через корпус пакера, уплотняет нижнюю манжету с внутренней поверхностью обсадной трубы скважины, обеспечивая герметичное разделение всасывающей части насоса от нагнетательной, и процесс подъема воды с подсосом через эжектор осуществляется по обсадным трубам скважины, а при открытии задвижки 6 вода подается по отводному трубопроводу 7 потребителю для общего водоснабжения или (в систему мелиорации) для орошения земельных участков.

При закрытии задвижки 6 и выключении насоса 1, обратный клапан 3 закрывается, верхняя манжета пакерного устройства от давления столба воды над пакером уплотняется с внутренней поверхностью обсадной трубы скважины, обеспечивая разделение всасывающей части насоса от нагнетательной и удерживания столба воды над пакером, а нижняя манжета разгружается.

При повторном запуске насоса 1 и открытии задвижки 6, технологический процесс беструбного водоподъема повторяется: верхняя манжета уплотняется, нижняя разгружается, вода от насоса движется по обсадным трубам 4 и через отводной патрубок 5 герметичного оголовка скважины, задвижку 6 и отводной трубопровод 7 подается потребителю.

Для осуществления поставленной цели и намеченных задач по проведению экспериментальных исследований технологического процесса беструбной технологии водоподъема были определены [5,6]:

-наиболее существенные факторы, влияющие на технологический процесс совместной работы погружного электронасоса и гидравлического пакерного устройства с эжектором, выраженные функциональными и аналитическими зависимостями:

$$h_{\omega\pi}, \zeta_{\pi}, H, H_p, N_y, \eta_y = f(Q); \quad (1)$$

- основные аналитические зависимости технологического процесса беструбной технологии водоподъема для проверки их достоверности:

1) потери напора

$$\sum_{i=1}^n h_{\omega\pi} = \frac{8Q_{\text{НУ}}^2}{\pi^2 \cdot g} \left(\lambda_{\text{СК}} \cdot \frac{H}{D_{\text{СК}}^5} + \zeta_{\pi} \cdot \frac{1}{d_0^4} + \lambda_{\text{ТР}} \cdot \frac{l_{\text{ТР}}}{d_{\text{ТР}}^5} + \sum \zeta \cdot \frac{1}{d_{\text{ТР}}^4} \right), \quad (2)$$

2) напор насосной установки

$$H_p = H + \sum_{i=1}^n h_{\omega\pi}, \quad (3)$$

3) потребляемая мощность насосной установки

$$N_{\text{НУ}} = \frac{\gamma Q_{\text{Т}} H_p}{\eta_{\text{НУ}}} = \frac{\gamma Q_{\text{НУ}} H_p}{\eta_{\text{НУ}} \cdot \eta_0} = \frac{\rho g Q_{\text{НУ}} H_p}{\eta_{\text{НУ}} \cdot \eta_0}, \quad (4)$$

4) КПД насосной установки

$$\eta_{\text{НУ}} = \frac{N_{\text{П}}}{N_{\text{Н}}} = \frac{\gamma Q_{\text{НУ}} H}{N_{\text{Н}}} = \frac{\gamma Q_{\text{НУ}} H}{\gamma Q_{\text{Н}} H_p} \cdot \eta_{\text{Н}} \cdot \eta_0 = K \cdot \eta_{\text{Н}} \cdot \eta_0 \cdot \eta_{\text{Г}}, \quad (5)$$

где K –повышение подачи насосной установки с использованием в пакере эжектора.

Материалы и методы

Методика проведения экспериментальных исследований. Все эксперименты проводили однофакторным методом. Пределы интервала напора погружного электронасоса ЭЦВ 6-10-80 принимали $H_p = 20\text{м}; 30\text{м}; 50\text{м}; 70\text{м}; 80\text{м}; 90\text{м}$. Пределы диаметров обсадных стеновых труб $D_{ск} = 152\text{мм}$ и 203мм .

Изменение факторов достигалось: напором электропогружного насоса H_p - дросселированием на выходе отводного патрубка герметичного оголовка стеновой обсадной трубы с помощью вентиля по установленному на отводном патрубке манометру; диаметр обсадной трубы $D_{ск}$ - сменной трубой.

Во время опытов проводили следующие замеры не менее 3-х кратной повторности по известным и собственным методикам [23-25]: визуально - подачу насоса Q объемным способом с помощью мерной тарированной емкости, вместимостью $50-70\text{ дм}^3$ и секундомера, потребляемую мощность по фазовым показаниям ваттметра прибора КИП, подключенного к кабелю электродвигателя погружного электронасоса и электросети; температуру и давление атмосферного воздуха, температуру поднимаемой воды; в записи на осциллографе и визуально показания датчиков давления и образцовых манометров, установленных на впускном патрубке пакера и на выходе из пакера (в стеновой обсадной трубе в плоскости выходного отверстия пакера); в записи на осциллографе показания датчика давления, установленного в стеновой обсадной трубе в зоне уплотнительных колец пакера. Опыты осуществлялись в следующей последовательности. Устанавливали параметры пакерного устройства и, изменяя напор насоса H_p в заданных интервалах, производили визуальные замеры и запись показаний датчиков на осциллографе.

Технологический процесс совместной работы пакерного устройства с погружным насосом исследовались по осциллограммам, записанным на осциллографе. Реактивный момент при запуске электродвигателя насоса M_R и сила расклинивания и подъема пакерного устройства с насосом измерялись динамометром.

Обработку и анализ полученных экспериментальных данных проводили с использованием известных методик [23-27]. По полученным данным опытов вычисляли параметры насосной установки с пакерным гидравлическим устройством по следующим формулам [2,6]:

Подача насосной установки

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^m V_i}{\sum_{i=1}^m t_i}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (6)$$

где V_i - объем поднятой воды за опыт, м^3 ;

t_i - время замера поднятого объема воды за опыт, с;

m - количество опытов.

Потребляемая мощность

$$N = \frac{1}{m} k \cdot \sum_{i=1}^m (W_A + W_B + W_C), \text{ Вт}, \quad (7)$$

где k - коэффициент перевода показаний ваттметра КИП, Вт/ед;

W_A, W_B, W_C - фазовые показания ваттметра КИП, ед.

Коэффициент полезного действия насоса η_n и насосной установки $\eta_{ну}$:

$$\eta_n = \frac{\gamma Q H_p}{N}, \quad (8)$$

$$\eta_{ну} = \frac{\gamma Q_{HY} H}{N_{HY}}, \quad (9)$$

где $Q_{ну}$ - подача насосной установки при соответствующем напоре, м³/с;
 H , H_p - высота водоподъема и напор насоса, м;
 γ - удельный вес поднимаемой воды, Н/м³.

Местные потери в пакерном устройстве

$$h_{\omega n} = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_{\Pi i} - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_{КЛ i}}{\gamma}, \text{ м}, \quad (10)$$

где $P_{\Pi i}$, $P_{КЛ i}$ - избыточное давление воды на входе и выходе пакерного устройства, Па.
 Коэффициент местных сопротивлений в пакерном устройстве

$$\xi_n = \frac{h_{\omega n} \cdot 2g}{v_0^2} = \frac{\pi^2 g \cdot d_0^4 \cdot h_{\omega n}}{8Q^2}, \quad (11)$$

где d_0 - внутренний диаметр осевого отверстия пакера, м;

v_0 - скорость движения воды внутри пакера, м/с:

$$v_0 = \frac{4Q}{\pi d_0^2}, \quad (12)$$

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения;

Q - подача, соответствующая местным потерям в пакере $h_{\omega n}$, м³/с.

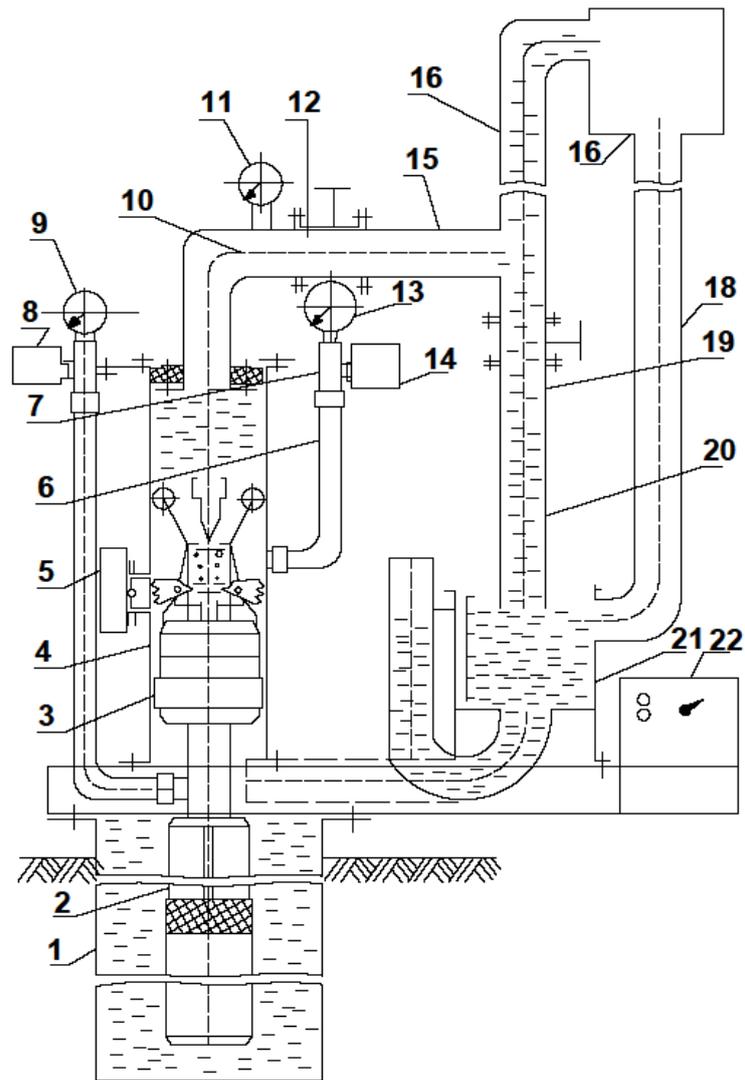
Достоверность теоретических зависимостей осуществляли методом аппроксимации опытных данных, принимая за критерий оценки коэффициент корреляции не ниже 0,95, т.е. расхождение опытных данных с теоретическими в пределах 5%.

Схема испытательного стенда и экспериментального образца пакерного гидравлического устройства с погружным электронасосом представлены на рисунке 4, а общий вид на рисунке 5 [6]. Стенд состоял из колодца 1 диаметром 1м и глубиной 3,5м, заполненного водопроводной водой, сменных обсадных стендовых труб 4 высотой 1,2м и внутренним диаметром 152мм и 203мм, соответствующих испытываемым типоразмерам, погружного электронасоса 2 с кабелем и электрощитом управления 22, пакерных устройств 3, герметичных оголовков 10 с манометром 11, вентилем 12 и 19, сливной трубой 15 и рукавом 20, спуско-подъемного разъемного механизма с тросом (на рисунке не показан), электрической лебедки, трос которой устанавливали на блоке над центром колодца (на схеме не показаны), мерной емкости 21 и водоподъемных труб 16 высотой 18,5м с емкостью 17 и сливным рукавом 18.

Для измерения избыточного давления воды на входе и выходе из пакерного устройства, стенд оборудован датчиком давления 8 и 14 и образцовыми дублирующими манометрами 9 и 13, подсоединенные через тройники 7 и гидрошланги 6 с входным патрубком пакера 3 и обсадной трубой, а для измерения силы нормального давления на фиксирующие упоры - датчиком силы 5.

Для создания натуральной высоты водоподъема стенд имел водоподъемные трубы 16 высотой 18,5м с емкостью 17 и сливным рукавом 18, что давало возможность проверять срабатывание верхнего уплотнительного кольца пакера при выключении насоса 2.

В экспериментальных исследованиях пакерных гидравлических устройств использованы следующие записывающие и измерительные приборы: осциллограф Н-041; образцовые манометры со шкалой 1570 кПа; барометр aneroid, технические термометры; динамометр.



1 - шахтный колодец; 2 - погружной электронасос; 3 - пакерное гидравлическое устройство;
 4 - обсадная труба; 5 - датчик силы; 6 - гидрошланг; 7 - переходник; 8,14 - датчики давления;
 9,11,13 - манометры образцовые; 10 - оголовок с отводным патрубком; 12,19 - вентили;
 15,16 - водоподъемные трубопроводы; 17,21 - емкости сливная и мерная; 20 - рукав сливной;
 22 - щит управления насоса.

Рисунок 4 - Схема испытательного стенда и экспериментальной установки пакерного гидравлического устройства с погружным электронасосом.



Рисунок 5 - Общий вид стенда по экспериментальному исследованию пакерных гидравлических устройств в комплекте с погружным электронасосом

Результаты экспериментальных исследований

Исследование технологического процесса беструбного водоподъема с использованием пакерного гидравлического устройства и погружного электронасоса. Исследования провели по осциллограммам и визуальным замерам исследуемых параметров согласно приведенной методики [6].

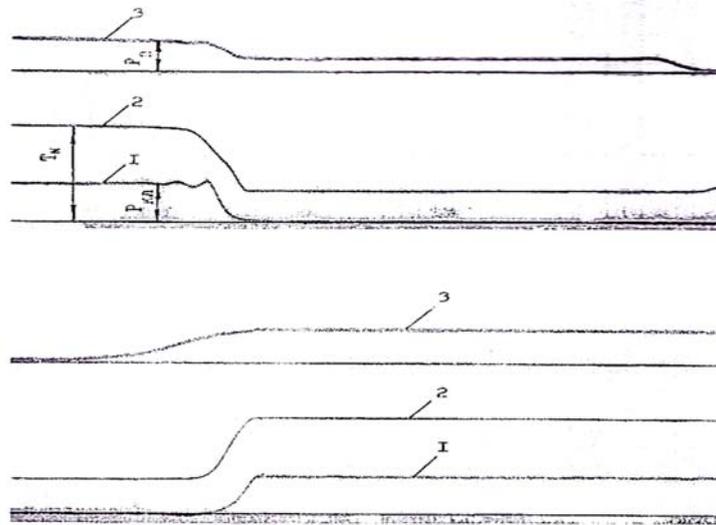
На осциллограмме (рисунок 6) кривые отражают изменение протекающих процессов в пакерном гидравлическом устройстве при совместной работе с погружным электронасосом во время запуска насоса, при его работе и остановке: 1,3 - давление поднимаемой воды на входе P_n в пакер и на выходе из пакера (обратного клапана) $P_{кл}$, 2 - силы нормального давления на фиксирующий упор T_N . Все кривые 1,2,3 по времени фиксируют пусковую характеристику пакерного устройства и режим его установки. По кривой 1 определяется минимальное избыточное давление воды внутри пакера P_{min} , при котором срабатывает уплотнительное кольцо, давление воды на нижнее уплотнительное кольцо в процессе имитирования высоты водоподъема H методом дросселирования и определяется действительный напор насоса H_p . По кривой 3 определяется давление воды $P_{кл}$, действующее на пакер и сила его гидравлического давления R_g . По разности показаний кривых 1 и 3 определяются потери давления в пакерном устройстве $h_{оп}$.

По кривой 2 определяется общая сила нормального давления на фиксирующий упор T_N , в том числе от действия массы пакера m_n и насоса m_n . Представленная осциллограмма протекающих процессов в пакерном устройстве записана при следующих параметрах: диаметр проходного отверстия пакера $d_o = 50$ мм, внутренний диаметр обсадной трубы скважины $D_{ск} = 154$ мм, напор насоса $H_p = 36,9$ м и подача насоса $Q = 4,32$ дм³/с.

Основным критерием оценки параметров технологического процесса согласно методики была принята подача насосной установки $Q_{ну}$.

Исследования по осциллограммам датчиков давления и визуальным замерам по образцовым манометрам показали, что потери напора в пакерном устройстве $h_{оп}$ (рисунок 6), с увеличением подачи Q увеличивается при постоянном значении его основного параметра - диаметра осевого отверстия $d_o = const$. Так при $d_o = 35$ мм ($d_{ф} = 31$ мм) с увеличением Q от 1 дм³/с до 5 дм³/с

$h_{оп}$ увеличивается с 0,5 м до 12,5 м, а при $d_o = 50$ мм ($d_{ф} = 43,3$ мм) с увеличением Q от 1 дм³/с до 10 дм³/с $h_{оп}$ увеличивается с 0,1 м до 12,0 м.



3,1 - давление воды на входе в пакер $P_{п}$ и на выходе из пакера $P_{кл}$;
2 - сила нормального давления на фиксирующий упор T_N .

Рисунок 6 - Осциллограмма протекающих процессов в пакерном гидравлическом устройстве при совместной работе с погружным электронасосом

На графике (рисунок 7) даны теоретические зависимости потерь напора в пакере в зависимости от подачи насосной установки $h_{оп} = f(Q_{ну})$ для $d_o = 35$ мм и 50 мм и экспериментальная для $d_o = 35$ мм, по данным которой определены экспериментальные значения коэффициентов местных сопротивлений в пакере $\xi_{п}$.

Из зависимости $\xi_{п} = f(Q_{ну})$ следует, что увеличение $Q_{ну}$ от 2,2 $дм^3/с$ до 4,6 $дм^3/с$ при $d_o = const$ $\xi_{п}$ почти не изменяется и составляет 5,5...5,6 исключение составляет при $Q_{ну} = 1,15$ $дм^3/с$, где $\xi_{п} = 8,4$, это вызвано тем, что напор насоса был максимальный $H_p = 90,4$ м, потери незначительны и трудно фиксировались с большой точностью.

Расхождения экспериментальных значений $h_{оп}$ от теоретических не превышали 2 %, подтверждая достоверность предложенной формулы [2-6].

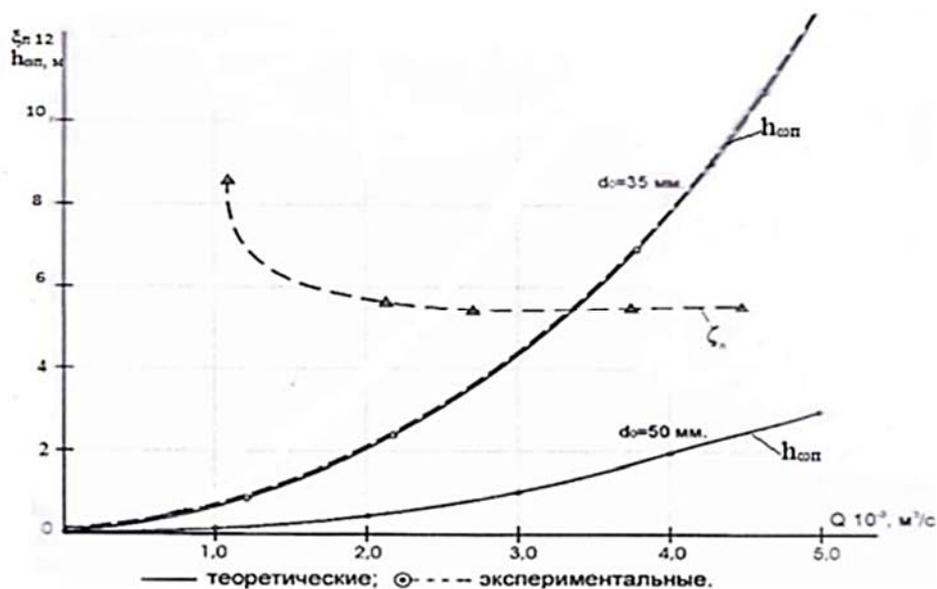


Рисунок 7 - Зависимость потерь напора $h_{оп}$ в пакерном устройстве и коэффициента трения $\xi_{п}$ от подачи $Q_{ну}$ насосной установки

Теоретические и экспериментальные зависимости H_p , H , N , η_n и $\eta_y = f(Q_{HY})$ - напора H_p , высоты водоподъема H , потребляемой мощности N , КПД насоса η_n и насосной установки η_y от подачи Q_{HY} насосной установки (насоса) при совместной работе погружного электронасоса ЭЦВ6-10-80 и пакерного гидравлического устройства типоразмера для диаметра обсадной трубы скважины $D_{ск} - 154$ мм представлены графиком (рисунок 8). Из графика следует, что по КПД η_n и η_y оптимальное значение выходных параметров насосной установки с пакерным гидравлическим устройством будут находиться в пределах подачи $Q_{HY} = 2 \text{ дм}^3/\text{с} \dots 3 \text{ дм}^3/\text{с}$.

При подаче насосной установки $Q_{HY} = 4,27 \text{ дм}^3/\text{с} \dots 2,08 \text{ дм}^3/\text{с}$ параметры изменяются в следующих пределах: по экспериментальным данным $H_p = 31,5 \text{ м} \dots 85,5 \text{ м}$, $H = 23 \text{ м} \dots 83 \text{ м}$, $N = 6,0 \text{ кВт} \dots 4,88 \text{ кВт}$, $\eta_n = 0,22 \dots 0,36$ и $\eta_y = 0,15 \dots 0,348$, по теоретическим $H = 22 \dots 83,1 \text{ м}$, $N = 5,99 \text{ кВт} \dots 4,98 \text{ кВт}$, $\eta_y = 0,15 \dots 0,35$.

Расхождения теоретических данных с экспериментальными не превышают: по Q_{HY} - 3%, по H и N - 5% и по η_y - 4,5%, подтверждая достоверность теоретических предпосылок технологического процесса водоподъема по обсадным трубам скважин.

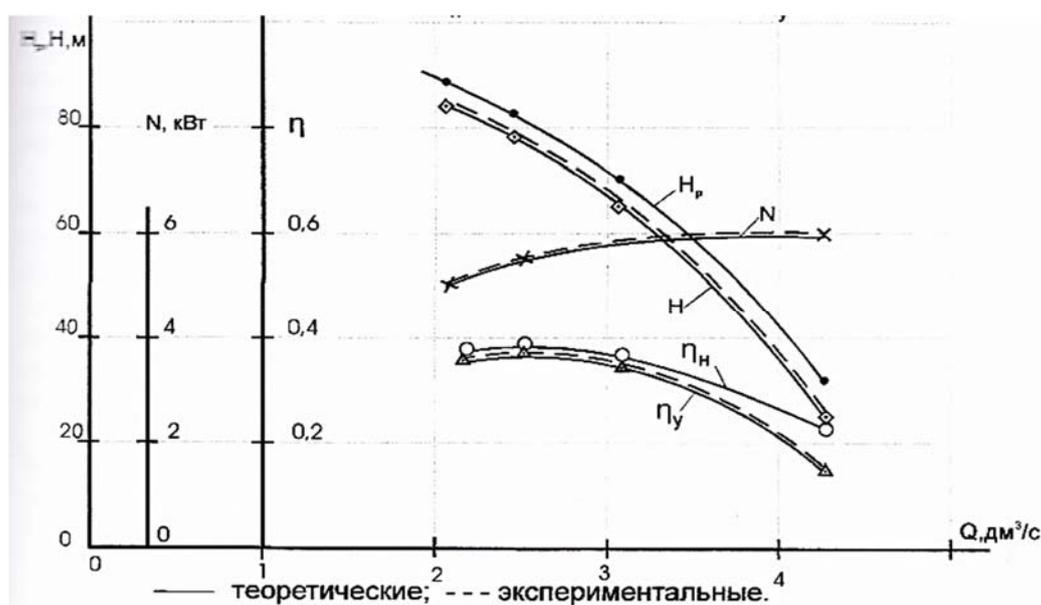
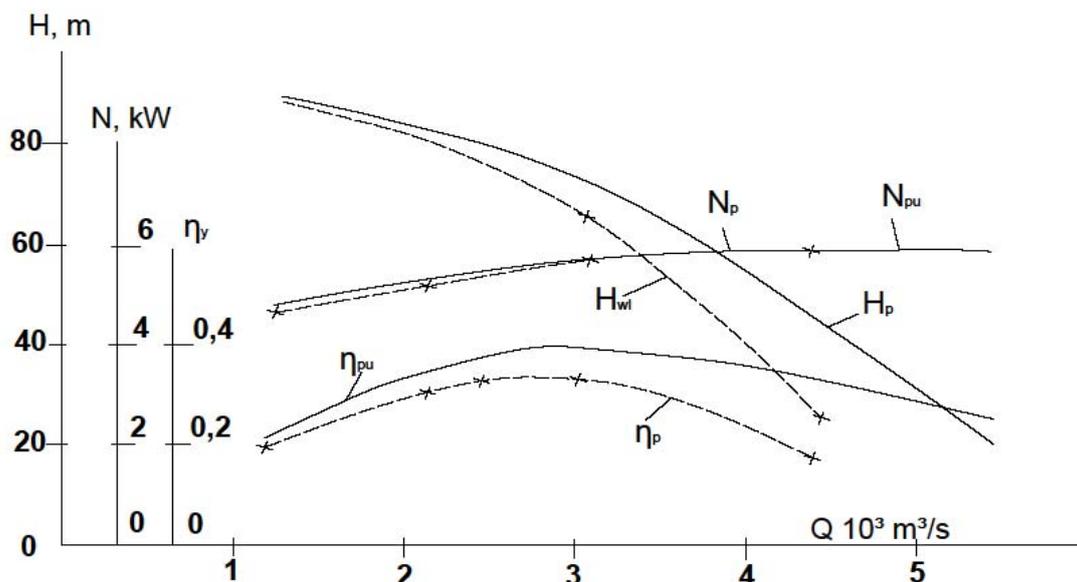


Рисунок 8 - Зависимости напора H_p , высоты водоподъема H , потребляемой мощности N и КПД насосной установки η_y и насоса η_n от подачи Q_{HY}

Результаты лабораторных сравнительных испытаний насосной установки с погружным электронасосом ЭЦВ6-10-80 по беструбной технологии водоподъема и традиционной

Результаты лабораторных сравнительных испытаний насосной установки с погружным электронасосом ЭЦВ6-10-80 в комплекте с пакерным гидравлическим устройством УПГ-168М при подъеме воды по обсадным трубам скважин и при подъеме воды по водоподъемным трубам представлены графиком (рисунок 9), где даны зависимости напора H_p , потребляемой мощности N_{HY} и КПД η_{HY} насосной установки от подачи Q_{HY} [2,6].

Из графика хорошо видно, что применение в технологии беструбного водоподъема нового типа пакерного устройства УПГ-168М с эжектором улучшаются параметры насосной установки в увеличении подачи Q_{HY} и КПД η_{HY} в 1,2 раза при одинаковых затратах мощности на привод электропогружного насоса за счет использования процесса эжектирования.



H - высота водоподъема; N - потребляемая мощность; η - КПД насосной установки;
 Q - подача.

зависимости экспериментальные с УПГ-168М;
 зависимости экспериментальные с использованием водоподъемных труб.

Рисунок 9 - Сравнительная характеристика насосной установки с погружным электронасосом ЭЦВ6-10-80 в комплекте с пакерным устройством УПГ-168М при водоподъеме по обсадным трубам скважины и по водоподъемным трубам.

Получены следующие сравнительные основные показатели насосной установки с погружным насосом ЭЦВ6-10-80: в комплекте с пакерным устройством - при изменении высоты водоподъема (напора) $H_p=20...90\text{м}$ подача $Q=5,42...1,35 \text{ дм}^3/\text{с}$, при которой потребляемая мощность $N_{пу}=5,85...4,4\text{кВт}$ и КПД $\eta_{пу}=0,22...0,398...0,28$ при максимальном его значении $Q_{пу}=2,2...4,5\text{дм}^3/\text{с}$; в комплекте с водоподъемными трубами - при изменении высоты водоподъема (напора) $H_p=28,4...89,3\text{м}$ подача $Q_n=4,27...1,17\text{дм}^3/\text{с}$, при которой потребляемая мощность $N=5,99...4,5\text{кВт}$ и КПД $\eta_p=0,20...0,35...0,22$ при максимальном его значении при $Q_n=2...3,5\text{дм}^3/\text{с}$.

Таким образом, проведенные сравнительные лабораторные испытания экспериментальных образцов новых типов пакерных гидравлических устройств с эжектором УПГ-168М и УПГ-219М по беструбной технологии водоподъема в комплекте с погружным электронасосом ЭЦВ 6-10-80 показали, что использование нового пакерного гидравлического устройства позволяет улучшить основные технологические параметры насосной установки - подачу и КПД в 1,2 раза при устойчивом протекающем технологическом процессе и соответствии технических параметров техническому заданию.

Обсуждение и выводы

На основании выполненных экспериментальных исследований по усовершенствованному технологическому процессу беструбного водоподъема из скважин погружным электронасосом с предложенным новым типом гидравлического пакера с эжектором подтверждена достоверность предложенных теоретических предпосылок и гипотеза по улучшению энергетических показателей насосной установки от использования эффекта подсоса воды в обсадных трубах скважины от действия вакуума, создаваемого в пакерном устройстве посредством эжектора. Новизна технического решения нового типа пакерного устройства к погружному электронасосу подтверждена патентом КЗ на изобретение № 30044[28]. При подаче насосной установки $Q_{пу} = 4,27 \text{ дм}^3/\text{с}...2,08 \text{ дм}^3/\text{с}$

параметры изменялись в следующих пределах: по экспериментальным данным $H_p = 31,5\text{ м} \dots 85,5\text{ м}$, $H = 23\text{ м} \dots 83\text{ м}$, $N = 6,0\text{ кВт} \dots 4,88\text{ кВт}$, $\eta_n = 0,22 \dots 0,36$ и $\eta_y = 0,15 \dots 0,348$, по теоретическим $H = 22 \dots 83,1\text{ м}$, $N = 5,99\text{ кВт} \dots 4,98\text{ кВт}$, $\eta_y = 0,15 \dots 0,35$.

Расхождения теоретических данных с экспериментальными не превышали: по $Q_{ну}$ - 3%, по H и N - 5% и по η_y - 4,5%, подтверждая достоверность теоретических предпосылок технологического процесса водоподъема по обсадным трубам скважин.

Проведенные сравнительные лабораторные испытания экспериментальных образцов новых типов пакерных гидравлических устройств с эжектором УПГ-168М и УПГ-219М по беструбной технологии водоподъема в комплекте с погружным электронасосом ЭЦВ 6-10-80 показали, что использование нового пакерного гидравлического устройства позволяет улучшить основные технологические параметры насосной установки (подачу и КПД). Получены следующие сравнительные параметры при изменении высоты водоподъема (напора) $H_p = 20 \dots 90\text{ м}$: в комплекте с пакерным устройством - подача $Q = 5,42 \dots 1,35\text{ дм}^3/\text{с}$, потребляемая мощность $N_{ну} = 5,85 \dots 4,4\text{ кВт}$ и КПД $\eta_{ну} = 0,22 \dots 0,398 \dots 0,28$; в комплекте с водоподъемными трубами - подача $Q_n = 4,27 \dots 1,17\text{ дм}^3/\text{с}$, потребляемая мощность $N = 5,99 \dots 4,5\text{ кВт}$ и КПД $\eta_y = 0,20 \dots 0,35 \dots 0,22$; т.е. подача и КПД в среднем увеличиваются в 1,2 раза при одинаковой потребляемой мощности.

Выводы

1. Выполненные экспериментальные исследования технологического процесса беструбного водоподъема (по обсадным трубам скважин) погружным электронасосом с предложенным новым типом пакерного гидравлического устройства с эжектором подтвердили достоверность предложенных теоретических предпосылок для использования их при разработке необходимых типоразмеров нового типа пакерных гидравлических устройств при совершенствовании технологии беструбного водоподъема.

2. Экспериментально определены: коэффициент местных сопротивлений пакерного устройства $\zeta_n = 5,5 \dots 5,6$, избыточное минимальное давление поднимаемой воды, необходимое для расширения уплотнительного кольца - 107,9 кПа, сила на расклинивание пакера - не более 0,75 кН.

3. Проведенные сравнительные лабораторные испытания экспериментальных образцов новых типов пакерных гидравлических устройств УПГ-168М и УПГ-219М по беструбной технологии водоподъема в комплекте с погружным электронасосом ЭЦВ 6-10-80 показали, что использование нового гидравлического пакерного устройства с эжектором позволяет улучшить основные технологические параметры насосной установки - подачу $Q_{ну}$ и КПД $\eta_{ну}$ в 1,2 раза при устойчивом протекающем технологическом процессе и соответствии технических параметров техническому заданию.

4. Результаты исследований могут быть рекомендованы для практического применения.

Литература

1. Яковлев А.А., Коньрбаев А.Р. Исследование технологического процесса подъема воды из скважин при совместной работе электропогружного насоса и пакерного гидравлического устройства. Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана: Журнал №5.-Алматы, Казахстан, 1998-с.108-115.

2. Коньрбаев А.Б. Обоснование параметров и разработка пакерных гидравлических устройств к погружным электронасосам для пастбищных скважин: Автореф. на соиск. уч. ст. канд. техн.наук -Алматы, Казахстан, 1999.-31с.

3. Яковлев А.А., Саркынов Е., Асанбеков Б.А., Биримкулова Б.А. Эффективное использование в системе водоснабжения и мелиорации беструбного водоподъема подземных вод // Журнал «Известия» №3.-Алматы, Казахстан :Известия НАН РК, 2011.- С.14-16.

4. *Жакупова Ж.З., Яковлев А.А.*, Совершенствование технологии беструбного водоподъема для повышения эффективности использования подземных вод // Проблемы вододеления и пути улучшения качества трансграничных рек Казахстана: материалы междунар. конф. магистрантов, докторантов PhD и молодых ученых. Алматы, Казахстан: КазНАУ, 2012. - С.150-153.
5. *Жакупова Ж.З., Яковлев А.А., Саркынов Е.* Теоретические предпосылки к обоснованию технологической схемы беструбного водоподъема подземных вод // Исследования, результаты: Приложение № 2. - Алматы, Казахстан, 2012, - С.69-75.
6. *Жакупова Ж.З.* Совершенствование технологии беструбного водоподъема для повышения эффективности использования подземных вод в мелиорации: Дис. магистра с-х. наук. - Алматы, Казахстан, 2013. - 105 с.
7. *Усаковский В.М.* Водоснабжение и водоотведение в сельском хозяйстве. - М.: Колос, 2002. - 328 с.
8. Средства механизации и основы расчета сельскохозяйственного водоснабжения / М.В.Луговой, Л.Я.Кашеков, В.М.Усаковский, Н.П.Белозеров, П.К.Лихоеденко и П.Д.Хоружий - М., Россия: Машиностроение, 1969. - 263 с.
9. *Желобовский А.Г., Лавров М.А.* Анализ работы систем беструбной подачи воды из скважин // Совершенствование систем водоснабжения и канализации населенных мест БССР: Сб. тез. докл. Научно-техн. конф. - Минск, Беларусь: БелНИИНТИ, 1975. - С.16-18.
10. *Желобовский А.Г., Гуринович А.Д.* Теоретическое обоснование применения беструбного подъема воды // Пути совершенствования, проектирования, строительства и эксплуатации объектов сельскохозяйственного водоснабжения, повышения их эксплуатационной надежности и увеличение сроков службы: Сб. тез. докл. респ. сем. - Минск, Беларусь: БелНИИНТИ, 1977. - С.15-18.
11. *Желобовский А.Г., Гуринович А.Д., Гладков В.Д.* Эффективность применения устройств беструбной повески погружных электронасосов на водозаборных скважинах. - Минск, Беларусь: БелНИИНТИ, 1979. - 36 с.
12. *Желобовский А.Г.* Технологическая эффективность забора и подъема воды из скважин по обсадным трубам: Автореф. дис. канд. - М., Россия, 1986. - 24 с.
13. *Ариель Р.С.* Опытные устройства беструбного водоподъема // Гидротехника и мелиорация / Журнал № 2. - М., Россия, 1982.
14. *Фабриков А.И., Сильченко А.А., Костюкевич В.М.* Устройство для беструбного водоподъема из скважины погружными электронасосами // Обводнение и сельскохозяйственное водоснабжение / Экспресс-информация. серия 3. Выпуск 2. - М., Россия, 1982.
15. *Скобельцын Ю.А., Фабриков А.И., Сильченко А.А.* Использование погружных насосов при освоении скважин // Гидротехника и мелиорация / Журнал № 2. - М., Россия, 1982.
16. Отчет № 02860047417. КазНИИВХ ММВХ КазССР. Разработка устройства беструбного водоподъема из скважин по обсадной колонне термопластовых труб внутренним диаметром 200 мм и глубиной до 150 м // Дтамбул, Казахстан, 1986.
17. *Фисенко В.Н.* Критери оптимизации режима эксплуатации водозаборной вакуум-скважины // Вклад молодых ученых и специалистов в ускорение научно-технического прогресса // Сб. научн. тр. - Жтамбул, Казахстан, 1988.
18. *Фисенко В.Н.* Гидравлическая оптимизация и оборудование водоподъема из скважин с беструбной установкой погружных электронасосов: Автореф. дис. канд. - М., Россия, 1991. - 25 с.
19. А.С. №1618844 СССР. Устройство для откачки жидкости из скважин // Калмыков Ю.П., Певзнер А.А., Колодюк Л.А., Полещук С.С.М, Россия. Опубл. 07.01.91.
20. Предпатент РК №8432. Пакерное устройство к погружному электронасосу // Яковлев А.А., Конырбаев А.Б., Астана, Казахстан, Заяв. 26.11.98.

21. Протокол №01-42-97 (1.1.016) государственных приемочных испытаний устройства пакерного гидравлического УПГ-168. - с.Октябрь: Казахская МИС, Казахстан,1997. - 17с.

22. А.С. №252867 СССР. Пакерное гидравлическое устройство к погружному насосу// Крапивин В.Д.,М. ,Россия. Оpubл. 22.09.69.

23. Мельников С.В. и др. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / Мельников С.В., Алешкин В.Р., Роцин П.М. - 2-е изд., перераб. и доп.- Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, Россия, 1980.-168с.

24. Веденин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. - М., Россия:Колос,1967.

25. Заволишин Ф.С., Манцев М.Г. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства. - М., Россия:Колос, 1982. - 231 с.

26. Статистические методы обработки эмпирических данных. Рекомендация. - М. , Россия: Изд-во стандартов, 1978. - 232 с.

27. ГОСТ 24026-80. Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения. - М.,Россия: Стандарт, 1980. - 18с.

28. Патент KZ на изобретение № 30044 Пакерное устройство к погружному электронасосу/ЯковлевА.А., Саркынов Е., Асанбеков Б.А., Тлеукулов А.Т.,Жакупова Ж.З., Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Казахский национальный аграрный университет" Министерства образования и науки Республики Казахстан, заявлено 13.12.2013, опубликовано 15.06.2015, бюл. №6.

Жакупова Ж.З., Яковлев А.А., Саркынов Е.С.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖӘНЕ МЕЛИОРАЦИЯ САЛАСЫНДА ҰҢҒЫМАЛАРДАН БАТПАЛЫ ЭЛЕКТРОСОРҒЫЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ СУ КӨТЕРУДІҢ ҚҰБЫРСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУДІҢ ЖАҢА БАҒЫТЫ

Аңдатпа

Мақалада электрі бар пакерлі жаңа типті гидравликалық құрылғымен батпалы электрсорғысы арқылы ұңғымадан құбырсыз су көтеру технологиялық процесінің эксперименталды зерттеу нәтижелері берілді.

Кілт сөздер: Құбырсыз су көтеру технологиясы, жер асты суы, ұңғыма, батпалы электрсорғы, гидравликалық пакер, зертханалық үлгісі, жұмыс ағыны, эксперименттік-зерттеу, зертханалық сынақ, процесс көрсеткіші, ағын, қысым, тұтыну қуаты, тиімділігі.

Zhakupova Zh., Yakovlev A., Sarkynov Y.

ANEW IN THE IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY PIPELESS WATER LIFTING FROM WELLS WITH SUBMERSIBLE MOTOR PUMP IN THE WATER SUPPLY AND IRRIGATION IN KAZAKHSTAN

Annotation

Given the results of experimental studies of the process pipeless water lifting from wells submersible motor pump with a new type of hydraulic packer device with an ejector.

Keywords: Technology pipeless water lift, underground water, deep well, submersible motor pump, the hydraulic packer, laboratory model, workflow, experimental research, laboratory testing, process variable, flow, pressure, power consumption, efficiency.