

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 5, Number 41 (2017), 87 – 92

A. A. Niyetaliyeva, A. A. Yakovlev

Kazakh national agrarian university, Almaty, Kazakhstan

**SUBSTANTIATION OF THE DESIGN AND TECHNOLOGICAL SCHEME
 OF A PUMPING UNIT FOR LIFTING WATER FROM WATER
 INTAKE WELLS USING A SUBMERSIBLE ELECTRIC PUMP
 AND SUCTION DEVICES ON THE PRESSURE PART**

Abstract. The justification of the design and technological scheme of a pumping unit for lifting water from water intake wells with the possibility of immersing an electric pump and suction devices on the pressure part is given, providing an improvement in the technological parameters of the pumping unit - an increase in the supply and height of the water lift by 1.2-1.3 times due to water sucking and atmospheric air in a water-lifting pipeline. A brief analysis of the known developments in technology of water lifting from water intake wells with the use of jet devices installed on the pump pressure line is mainly used to increase the delivery of the pumping unit is given. The constructive technological scheme of the developed pumping unit in NPC KazNAU with description of devices, technological process, distinctive features and novelty in comparison with analogues is given. On the design of a pumping unit with a submersible electric pump for water wells, apply for a patent of the invention KZ, the patent holder of which is the NPC KazNAU, and one of the authors is the authors of this article.

Key words: pumping unit, submersible electric pump, water intake well, suction device, constructive technological scheme, device, technological process, novelty, patent.

УДК 631.3:621.3

A. A. Nietaliyeva, A. A. Yakovlev

Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
 НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДЪЁМА ВОДЫ
 ИЗ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
 ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОНАСОСА И
 ВСАСЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА НАПОРНОЙ ЧАСТИ**

Аннотация. Дано обоснование конструктивно-технологической схемы насосной установки для подъёма воды из водозаборных скважин с использованием погружного электронасоса и всасывающих устройств на напорной части, обеспечивающих улучшение технологических параметров насосной установки – увеличения подачи и высоты водоподъёма в 1,2 -1,3 раза за счёт подсоса воды и атмосферного воздуха в водоподъемный трубопровод. Дан краткий анализ известных разработок по технологии подъёма воды из водозаборных скважин с использованием струйных устройств, устанавливаемых на напорной линии насоса, с целью преимущественно увеличения подачи насосной установки. Приведена конструктивно – технологическая схема разработанной насосной установки в НАО КазНАУ с описанием устройства, технологического процесса, отличительных признаков и новизны по сравнению с аналогами. На конструкцию насосной установки с погружным электронасосом для водозаборных скважин подана заявка на патент изобретения KZ, патентообладателем которой является НАО КазНАУ, а одними из авторов – авторы данной статьи.

Ключевые слова: насосная установка, погружной электронасос, водозаборная скважина, всасывающее устройство, конструктивно-технологическая схема, устройство, технологический процесс, новизна, патент.

Введение. На основании обзора работ и патентных исследований по насосным установкам для подъёма воды из водозаборных скважин с использованием погружных электронасосов и струйных устройств, устанавливаемых на напорной линии между напорным патрубком насоса и водоподъёмным трубопроводом, направленных на повышения их эффективности проводились работы в странах СНГ и за рубежом [1-3]. Установлено, что основным видом водоподъёмного оборудования для подъёма воды из водозаборных скважин в Казахстане, странах СНГ и за рубежом являются напорные насосы, преимущественно погружные электронасосы типа ЭЦВ, которых в Казахстане для пастбищного водоснабжения используется до 22% от имеющегося водоподъёмного оборудования [1, 4].

Однако погружные электронасосы имеют низкий КПД (до 45 %) [4] и соответственно низкий КПД насосной установки с использованием погружных электронасосов, который может быть повышен с использованием усовершенствованной технологии водоподъёма посредством снабжения погружных электронасосов всасывающими устройствами, устанавливаемыми на нагнетательных патрубков насосов, способствуя увеличению подачи насосных установок за счёт подсоса воды в водоподъёмный трубопровод, повышая в целом подачу насосной установки на 20–30% по сравнению с подачей используемого погружного электронасоса. А также снабжения водоподъёмного трубопровода, не погружённого под динамический уровень воды в скважине, всасывающим устройством для подсоса атмосферного воздуха в водоподъёмный трубопровод, создавая в водоподъёмном трубопроводе водо-воздушную смесь с меньшим удельным весом в 1,5-2 раза, тем самым снижая потребный напор в 1,5-2 раза для технологического процесса принятой технологии, снижая соответственно потребляемую мощность насосной установки в 1,5-2 раза, при этом увеличивая КПД насосной установки до 65-85%.

Известны другие типы насосных установок [5], в которых применение струйных устройств в технологическом процессе водоподъёма повышает их эффективность в увеличении подачи и КПД насосной установки.

Например, известно пакерное устройство к погружному электронасосу [2, 5] для обеспечения подъёма воды из скважин по обсадным трубам, пакер которого снабжён эжектором для увеличения подачи насосной установки. Пакер выполнен в виде активного сопла, совмещённого с его входной крышкой, снабжённой диффузором и всасывающими отверстиями, соединёнными через щелевое отверстие с нижней полостью корпуса, входная часть которого выполнена в виде пассивного сопла.

Недостатком этого пакерного устройства к погружному электронасосу насосной установки является сложность конструкции эжектора, а также не возможность увеличения высоты водоподъёма за счет уменьшения удельного веса поднимаемой воды.

Причиной недостатка является конструкция эжектора пакерного устройства к погружному электронасосу и применяемая технология водоподъёма насосной установкой.

Известна насосная установка с погружным электронасосом для подъёма воды из скважин по водоподъёмным трубам, состоящая из погружного электронасоса, кабеля, водоподъёмных труб, опорного колена, крана, манометра и задвижки для регулирования и подачи воды потребителю.

Недостатком этой насосной установки является отсутствие всасывающих устройств по использованию в технологическом процессе кинетической энергии воды, подающей насосом, с целью увеличения подачи, высоты водоподъёма и КПД насосной установки. Причиной недостатка является конструкция насосной установки.

Известна скважинная насосная установка для водозаборных скважин (патент РФ № 2132969) [3], состоящая из колонны насосно-компрессорных труб, погружного электронасоса и установленного последовательно с ним струйного насоса, устройства для регулирования режима работы и средства для измерения динамического уровня.

Струйный насос указанного патента выполнен в виде активного и пассивного сопел и имеет радиальные приёмные каналы в пассивном сопле, связанными с динамическим уровнем воды в скважине. Устройство для регулирования режима работы выполнено в виде подвижно установленных на струйном насосе кольцевого поплавка и соединённого с ним тягами корпуса с радиальными приёмными каналами, участком перекрытия каналов струйного насоса и упорами для

положений с раскрытыми и перекрытыми каналами, обеспечивающими работу насосной установки в оптимальном режиме с минимальными потерями энергии.

Недостатком этой насосной установки является сложность конструкции струйного насоса и устройства для регулирования режима работы насосной установки по увеличению подачи в зависимости от изменения динамического уровня воды в скважине, а также не возможности увеличения высоты водоподъёма насосной установки и подачи насоса из за отсутствия всасывающего устройства для подсоса атмосферного воздуха, с целью уменьшения удельного веса поднимаемой воды по колонне насосно-компрессорных (водоподъёмных) труб. Причиной недостатка является конструкция насосной установки.

Объект и методы исследования. Объектом исследования является конструктивно-технологическая схема насосной установки для подъёма воды из водозаборных скважин с использованием погружного электронасоса и всасывающих устройств на напорной части. Технологические процессы, протекающие во всасывающих устройствах подсоса воды и атмосферного воздуха в водоподъёмный трубопровод.

Методы исследования: патентные и аналитические.

Результаты исследований. Задачей обоснования и разработки конструктивно-технологической схемы новой насосной установки для подъёма воды из водозаборных скважин с использованием погружного электронасоса и всасывающих устройств на напорной части является создание насосной установки с улучшенными параметрами: увеличением подачи, высоты водоподъёма и КПД.

Технический результат конструктивно-технологической схемы – улучшение технологических параметров насосной установки с использованием погружного электронасоса путем совершенствования технологического процесса водоподъёма по повышению подачи и высоты водоподъёма насосной установки за счёт подсоса воды и атмосферного воздуха из скважины в водоподъёмный трубопровод посредством установленных на нём, ниже и выше динамического уровня воды в скважине, всасывающих устройств, обеспечивающих создание вакуума от кинетической энергии подаваемой через них воды погружным электронасосом. При этом подача насосной установки повышается за счёт подсоса воды из скважины в водоподъёмные трубы и уменьшения в них удельного веса воды за счёт подсоса атмосферного воздуха, при котором уменьшается потребный напор электропогружного насоса и соответственно увеличивается его подача, а возможная высота водоподъёма увеличивается от уменьшения удельного веса поднимаемой воды при полном потребном напоре электропогружного насоса.

Технический результат достигается тем, что насосная установка с погружным электронасосом для водозаборных скважин, состоящая из колонны насосно-компрессорных (водоподъёмных) труб, погружного электронасоса и установленного последовательно с ним струйного насоса и устройства для регулирования режима работы насосной установки, согласно конструктивно-технологической схеме, струйный насос выполнен в виде всасывающего устройства, снабжённого активным соплом с приёмной камерой, переходящей в камеру смешения с диффузором и углобразным пассивным соплом, соосно установленным внутри приёмной камеры активного сопла, входное отверстие которого имеет связь с динамическим уровнем воды в скважине для её подсоса через активное сопло в водоподъёмные трубы, повышая подачу насосной установки.

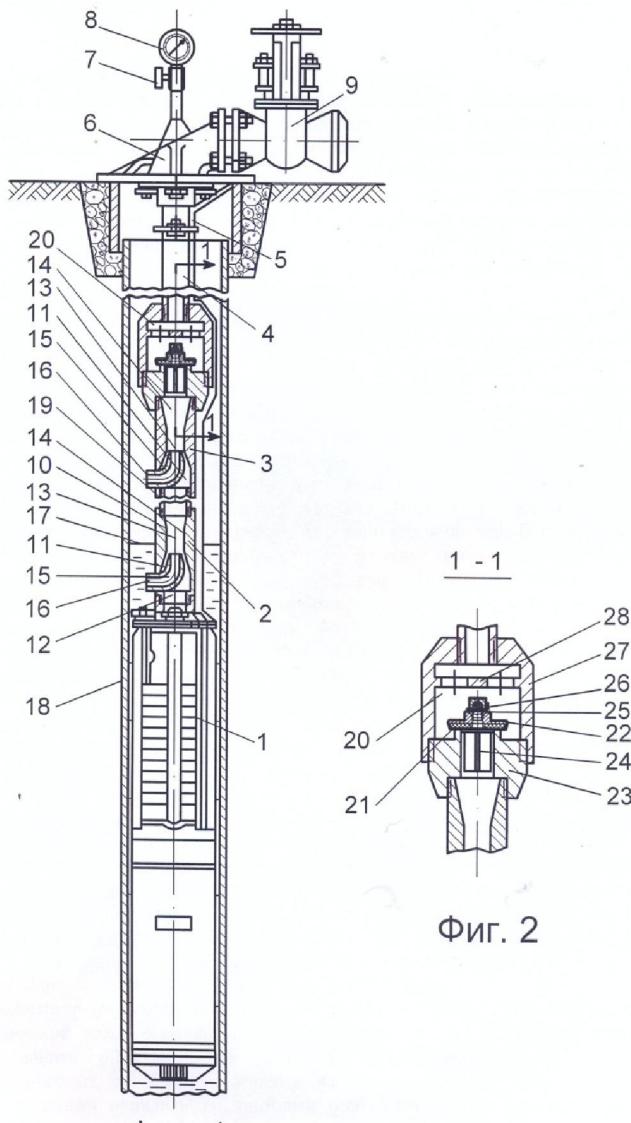
Устройство для регулирования режима работы насосной установки выполнено в виде последовательно установленного аналогичного всасывающего устройства, снабжённого обратным клапаном, при этом входное отверстие пассивного сопла имеет связь с атмосферным воздухом межтрубного пространства скважины для его подсоса через активное сопло в водоподъёмные трубы, уменьшая удельный вес поднимаемой воды.

Предусмотрены следующие варианты регулирования: вариант 1 – увеличение высоты водоподъёма насосной установки при полном использовании напора погружного электронасоса; вариант 2 – повышение подачи насосной установки при неполном использовании напора погружного электронасоса; вариант 3 – одновременного частичного увеличения высоты водоподъёма и повышение подачи насосной установки при среднем использовании напора погружного электронасоса.

При этом устройство для регулирования режима работы насосной установки снабжено подводным трубопроводом, обеспечивающим связь входного отверстия его пассивного сопла с атмосферным воздухом межтрубного пространства скважины, а его обратный клапан выполнен тарельчатым с эластичным резиновым уплотнением для контакта с седлом проходного отверстия и крестообразными направляющими для перемещения в осевом направлении, а его корпус снабжён ограничителем хода обратного клапана.

Причинно-следственная связь между техническим результатом и существенными признаками очевидна. Предусмотренная группа признаков обеспечивает улучшение технологических параметров насосной установки с погружным электронасосом и всасывающими устройствами, установленными на нагнетательной линии насоса и водоподъёмных труб ниже и выше динамического уровня воды в скважине, по использованию в технологическом процессе кинетической энергии воды, подающей насосом, с целью, за счёт создающего вакуума, обеспечить подсос воды и атмосферного воздуха из скважины в водоподъёмные трубы, обеспечивая увеличения подачи, высоты водоподъёма и КПД насосной установки и насоса, т.е. технический результат достигается.

Конструктивно-технологическая схема обоснованной и разработанной насосной установки для подъёма воды из водозаборных скважин с использованием погружного электронасоса и всасывающих устройств на напорной части показана на рисунке (фигуры 1 и 2).



Конструктивно-технологическая схема насосной установки насосной установки для подъёма воды из водозаборных скважин с использованием погружного электронасоса и всасывающих устройств:

- 1 - погружной электронасос; 2 - струйный насос;
- 3 - устройство для регулирования режима работы;
- 4 - водоподъёмные трубы; 5 - кабель;
- 6 - опорное колено; 7 - кран; 8 - манометр;
- 9 - задвижка; 10 - всасывающее устройство;
- 11 - активное сопло; 12 - приемная камера;
- 13 - камера смешения; 14 - диффузор;
- 15 - уголобразное пассивное сопло;
- 16 - входное отверстие;
- 17 - динамический уровень воды;
- 18 - скважина; 19 - подводной трубопровод;
- 20 - обратный клапан; 21 - эластичное уплотнение;
- 22 - металлическая обойма;
- 23 - седло; 24 - направляющая;
- 25 - накидная гайка; 26 - шплинт;
- 27 - корпус клапана; 28 - ограничитель хода

Насосная установка состоит из погружного электронасоса 1 и установленного последовательно с ним струйного насоса 2 и устройства 3 для регулирования режима работы насосной установки, колонны насосно-компрессорных (водоподъёмных) труб 4, кабеля 5, опорного колена 6, крана 7, манометра 8 и задвижки 9 для регулирования и подачи воды потребителю.

Струйный насос 2 выполнен в виде всасывающего устройства 10, снабжённого активным соплом 11 с приёмной камерой 12, переходящей в камеру смешения 13 с диффузором 14 и уголообразным пассивным соплом 15, соосно установленным внутри приёмной камеры 12 активного сопла 11, входное отверстие 16 которого имеет связь с динамическим уровнем воды 17 в скважине 18 для её подсоса через пассивное 15 и активное 11 сопла в водоподъёмные трубы 4, повышая подачу насосной установки.

Устройство 3 для регулирования режима работы насосной установки выполнено в виде последовательно установленного аналогичного всасывающего устройства 10, снабжённого подводным трубопроводом 19 и обратным клапаном 20, при этом входное отверстие 16 пассивного сопла 15 имеет связь с атмосферным воздухом межтрубного пространства скважины 18 для его подсоса через пассивное 15 и активное 11 сопла в водоподъёмные трубы 4, уменьшая удельный вес поднимаемой воды. Устройство 3 в нижней части имеет подводной трубопровод 19, обеспечивающий гарантирующую связь входного отверстия 16 его пассивного сопла 15 с атмосферным воздухом скважины 18, который соединён со всасывающим устройством 10 струйного насоса 2.

В верхней части устройства 3 для регулирования режима работы насосной установки имеется обратный клапан 20, удерживающий столб воды в водоподъёмных трубах 4 при выключенным электропогружном насосе. Обратный клапан 20 выполнен тарельчатым с эластичным резиновым уплотнением 21 в металлической обойме 22 для контакта с седлом 23 проходного отверстия и крестообразными направляющими 24 для перемещения в осевом направлении, к которым крепится обойма 22 с эластичным резиновым уплотнением 21 посредством накидной глухой гайки 25 к резьбовой его части с фиксацией от выкручивания при помощи шплинта 26, а корпус 27 снабжён ограничителем хода 28.

Насосная установка с погружным электронасосом для водозаборных скважин работает следующим образом (см. рисунок). Опустив погружной электронасос 1 в сборе со струйным насосом 2 и устройством 3 для регулирования режима работы насосной установки на требуемую глубину, при погружении всасывающее устройство 10 струйного насоса 2 под динамический уровень воды, а верхнее всасывающее устройство 3 для регулирования режима работы насосной установки выше динамического уровня воды, запускают электронасос 1.

Вода из электронасоса 1 подаётся в водоподъёмные трубы 4 через всасывающее устройство 10 струйного насоса 2 и всасывающее устройство 3 для регулирования режима работы насосной установки при открытии задвижки 9. Вода, проходя через активное сопло 11 всасывающего устройства 10 струйного насоса 2, создаёт разрежение (вакуум) в приёмной камере 12, камере смешения 13 с диффузором 14 и пассивном сопле 15, в результате чего вода из скважины 18 по всасывающему отверстию 16 пассивного сопла 15 подаётся через всасывающее устройство 3 для регулирования режима работы насосной установки в водоподъёмные трубы 4, увеличивая подачу насосной установки на 20-30% и более.

Далее вода, проходя через активное сопло 11 всасывающего устройства 3 для регулирования режима работы насосной установки, создаёт в нём разрежение (вакуум), в том числе в пассивном сопле 15, в результате чего атмосферный воздух из скважины 18 по всасывающему отверстию 16 пассивного сопла 15 подаётся в водоподъёмные трубы 4, уменьшая в них удельный вес поднимаемой воды, увеличивая подачу и высоту водоподъёма насосной установки.

Выходы:

1. На основании выполненных исследований обоснована конструктивно-технологической схемы насосной установки для подъёма воды из водозаборных скважин с использованием погружного электронасоса и всасывающих устройств на напорной части, обеспечивающих улучшение технологических параметров насосной установки – увеличения подачи и высоты водоподъёма в 1,2-1,3 раза за счёт подсоса воды и атмосферного воздуха в водоподъёмный трубопровод.

2. Данная конструктивно-технологическая схема разработанной насосной установки в НАО КазНАУ с описанием устройства, технологического процесса, отличительных признаков и новизны по сравнению с аналогами, на конструкцию которой подана заявка на патент изобретения KZ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Усаковский В.М. Водоснабжение и водоотведение в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 2002. – 328 с.
- [2] Патент РК № 30044. Пакерное устройство к погружному электронасосу // Яковлев А.А., Саркынов Е., Асанбеков Б.А., Тлеуколов А.Т., Жакупова Ж.З. Опубл. 15.06.2015, бюл. № 6.
- [3] Патент РФ № 2132969. Скважинная насосная установка для водозаборных скважин. Опубл. 10.07.1999 г.
- [4] Каплан Р.М., Яковлев А.А. Механизация водоснабжения на пастбищах. – Алма-Ата: Кайнар, 1986. – 184 с.
- [5] Жакупова Ж.З., Яковлев А.А., Саркынов Е.С. Новое направление в совершенствовании технологии беструбного водоподъёма из скважин погружными электронасосами в системе водоснабжения и мелиорации Казахстана // Известия НАН РК. Серия аграрных наук. – 2016. – № 3(33). – С. 5-14.

REFERENCES

- [1] Usakovskij V.M. Vodosnabzhenija i vodootvedenie v sel'skom hozjajstve. M.: Kolos, 2002. 328 p.
- [2] Patent RK № 30044. Pakernoje ustrojstvo k pogruzhnomu jekletronasosu // Jakovlev A.A., Sarkynov E., Asanbekov B.A., Tleukulov A.T., Zhakupova Zh.Z. Opubl. 15.06.2015, bjul. № 6.
- [3] Patent RF № 2132969. Skvazhinnaja nasosnaja ustanovka dlja vodozabornyh skvazhin. Opubl. 10.07.1999 g.
- [4] Kaplan R.M., Jakovlev A.A. Mehanizacija vodosnabzhenija na pastbishchah. Alma-Ata: Kajnar, 1986. 184 p.
- [5] Zhakupova Zh.Z., Jakovlev A.A., Sarkynov E.S. Novoe napravlenie v sovershenstvovanii tehnologii bestrubnogo vodo-pod#joma iz skvazhin pogruzhnymi jekletronasosami v sisteme vodosnabzhenija i melioracii Kazahstana // Izvestija NAN RK. Serija agrarnyh nauk. 2016. № 3(33). P. 5-14.

А. А. Ниеталиева, А. А. Яковлев

Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

АРЫНДЫ БӨЛІКТЕГІ СОРҒЫШ ҚҰРЫЛҒЫ МЕН БАТПАЛЫ ЭЛЕКТРСОРАП ҚОНДЫРҒЫСЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, СУ-БӨГЕТ ҰҢҒЫМАЛАРЫНАН СУДЫҢ ҚӨТЕРІЛУІНЕ АРНАЛҒАН СОРАП ҚОНДЫРҒЫСЫНЫң СЫНДАРЛЫ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СЫЗБАНЫҢ НЕГІЗДЕМЕСІ

Аннотация. Сорғыш құрылғының технологиялық параметрлерін – суды сору мен атмосфералық ауаны сутартқыш құбырға тартуының есебінен су тарту биіктігі мен берілудің 1,2-1,3 ретке артуын жетілдіруді камтамасыз ететін, арынды бөліктегі сорғыш құрылғы мен батпалы электрсорап қондырғысын қолдана отырып, су-бөгет ұңғымаларынан судың қөтерілуіне арналған сорап қондырғысының сындарлы-технологиялық сыйбаның негіздемесі берілген. Сорғыш қондырғының берілудің басым түрде арттыру мақсатында сорғының қысымды жолағында орналастырылатын сорғалап ағатын қондырғыларды қолдану арқылы су-бөгет ұңғымаларынан суды қөтеру технологиясы бойынша белгілі зерттемелердің қысқаша талдауы келтірілген. ҚазҰАУ ФАҚ құрастырылған сорғыш қондырғының сындарлы-технологиялық сыйбасы, қондырғының және технологиялық үдерістің сипаттамасы, айрықша белгілері мен ұқсас өнертабыстармен салыстырғандағы жағалығымен қоса көрсетілген. Су-бөгет ұңғымаларына арналған батпалы электрсорапты сорғыш қондырғының құрылымына патент иегері ҚазҰАУ ФАҚ, ал авторлардың бірі - аталған мақаланың авторы болып табылатын KZ өнертабысының патенті бойынша сұраныс берілген.

Түйін сөздер: сорғыш қондырғы, батпалы электрсорғыш, су-бөгет ұңғима, сорап қондырғы, сындарлы-технологиялық сыйба, қондырғы, технологиялық үдеріс, жағалық, патент.