

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-2-91-98.15>

МРНТИ 70.19.11

УДК 626.24

Е. Саркынов¹, А. А. Яковлев², Ж. З. Жакупова*³, А. Ж. Алимбетова⁴

¹ К. т. н., профессор (Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан; yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz)

² К. т. н., доцент (Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан; alexandr.yakovlev@kaznaru.edu.kz)

³ PhD (Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан; zhanar.zhakupova@kaznaru.edu.kz)

⁴ К. т. н. (Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан; Alia_13.03@mail.ru)

ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ НЕОБХОДИМЫХ ТИПОРАЗМЕРОВ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ГИДРОТАРАННОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВОДОПОДЪЕМА ИЗ ВОДОТОКОВ

Аннотация. Определены исходные параметры трёх необходимых типоразмеров усовершенствованной гидротаранной насосной установки: один типоразмер НУВ-7-12 для обводнения пастбищ и два типоразмера НУВ-17-20 и НУВ-35-20 для орошения земель при водоподъёме из водотоков с приводом от водной энергии, разработанных в НАО КазНАИУ при выполнении НИР по прикладным исследованиям и по проекту ИРН-ДР21682075 «Насосные установки для подъёма воды из водотоков с приводом от водной энергии» по линии АО «Фонд науки» МОН РК (договор № 102 от 10.11.2023 г.). Приведены формулы по определению исходных параметров усовершенствованной гидротаранной насосной установки: подачи $Q_{\text{ну}}$, напора $H_{\text{ну}}$ и расхода воды Q для привода насосной установки для обводнения пастбищ и орошения земельных участков крестьянских и фермерских хозяйств АПК РК, определены их числовые размеры для каждого типоразмера.

Ключевые слова: гидротаранная насосная установка, типоразмер, водоток, водная энергия, исходный параметр, формула, числовое значение.

Введение. В Послании народу Казахстана «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания» от 1 сентября 2020 года Президент Республики Казахстан К.-Ж. Токаев отметил, что серьезным барьером остаются технологически устаревшие системы орошения [1]. Для полноценного обеспечения нынешнего поголовья скота питьевой водой и кормовой базой необходимо ввести в оборот около 30 млн га естественных и культурных пастбищ за счет их обводнения посредством использования для привода насосных установок от возобновляемых источников энергии, преимущественно водной.

Однако из-за отсутствия на рынке альтернативных насосных установок для подъёма воды из водотоков сельскохозяйственные и другие потребители, расположенные в зонах водотоков, вынуждены использовать традиционные центробежные насосные установки АН-2К-9-М1 и АНС-60Д с приводом от двигателей внутреннего сгорания мощностью 1,5 и 5,9 кВт, требующие больших эксплуатационных затрат, в том числе дорогостоящего топлива [2, 3].

В Казахском национальном аграрном исследовательском университете проведены НИР по прикладным исследованиям для повышения эффективности водоснабжения из водотоков в системе орошения земель и обводнения пастбищ крестьянских и фермерских хозяйств АПК РК посредством насосных установок с приводом от водной энергии трёх типоразмеров: гидротурбинной, напорно-вакуумной и гидротаранной, из которых наиболее конструктивно простой, надёжной в эксплуатации и с повышенными энергетическими показателями является усовершенствованная гидротаранная насосная установка [4].

Гидротаранная насосная установка состоит из приёмной части с приёмным фильтром и гидроударной части в виде питающего трубопровода с ударным, нагнетательным и обратным эластичными клапанами, воздушного колпака с водоподающим трубопроводом.

При этом питающий трубопровод имеет устройство для запуска и остановки гидроударного процесса в виде задвижки, установленной на выходе питающего трубопровода.

Ударный клапан и обратный клапаны имеют регулирование их хода на оптимальный режим работы насосной установки для повышения основных её параметров: подачи, напора и КПД.

Приемная часть предназначена для приёма воды из водотока, создания над приёмным фильтром питающего трубопровода подпора воды за счёт преобразования скоростного напора в потенциальный и выполнена в виде перемычки, имеющей форму полукруглой ёмкости, которая соединяется фланцево с питающим трубопроводом и приёмным фильтром.

Гидроударная часть предназначена для создания гидроударного давления внутри приёмной камеры питающего трубопровода посредством периодического закрытия и открытия ударного клапана, создающего напор и подачу насосной установки от нагнетания воды в ёмкость воздушного колпака.

Гидротаранная насосная установка относится к типу установок, в которых для создания напора и подачи используется кинетическая энергия движущейся воды. Принцип работы основан на создании в водоподъёмной системе гидроудара от периодического закрытия и открытия ударного клапана в камере питающего трубопровода, от которого в ней циклически повышается давление, и вода через нагнетательный клапан нагнетается в ёмкость воздушного колпака и по водоподъёмному трубопроводу (рукаву) подаётся потребителю [2, 3].

Проблема эффективного водоснабжения с использованием естественных энергетических ресурсов воды в современных условиях для подъёма воды из водотоков перспективна и актуальна. Решение позволяет рационально осуществить необходимыми типоразмерами насосных установок водоподъем гидротаранным способом. Конструкция установки имеет новизну, защищена патентом на изобретение KZ № 34027, патентообладателем которой является НАО «КазНАИУ». По техническому решению насосная установка проста и надёжна в эксплуатации и не ухудшает экологию окружающей среды [2-4].

В этой связи для практического решения проблемы разработаны рекомендации по внедрению инновационных насосов в крестьянских и фермерских хозяйствах на объектах АПК РК. Внедрение предлагаемой конструкции гидротаранной насосной установки (рисунки 1, 2) позволит устранить технологические и технические недостатки аналогов, улучшить основные показатели необходимых типоразмеров. Применение на практике усовершенствованной гидротаранной насосной установки обеспечит увеличение подачи и КПД на 20-30%, повышение надёжности и упрощение эксплуатации, по сравнению с базовыми насосными установками достигается снижение эксплуатационных затрат в 8-11 раз.

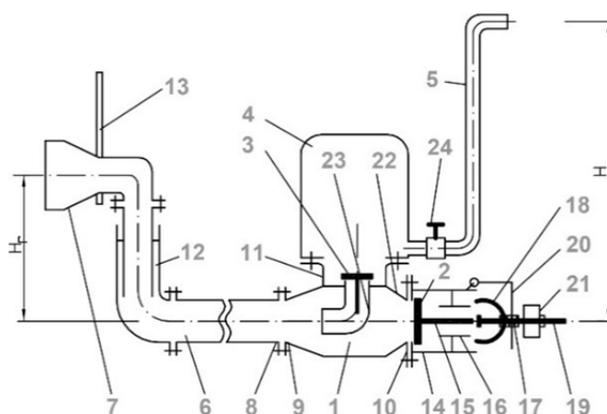


Рисунок 1 – Конструктивно-техническая схема гидротаранной насосной установки конструкции КазНАИУ [3, 4]:

1 – корпус ударного клапана; 2, 3 – ударный и нагнетательный клапаны; 4 – воздушный колпак;

5 – водоподающий трубопровод; 6 – питающий трубопровод; 7 – приемная часть;

8 – выходная часть питающего трубопровода; 9-11 – патрубки входной, выходной и средней;

12 – телескопическое соединение; 13 – рама-щит; 14 – корпус ударного клапана;

15 – направляющая ударного клапана; 16 – седло ударного клапана; 17 – противовес; 18 – полусферический диск;

19-21 – шток, кронштейн и груз противовеса; 22 – расширительный диффузорно-конфузорный патрубок;

23 – колено корпуса; 24 – вентиль; Н, Нг – высота водоподъема, геометрический напор

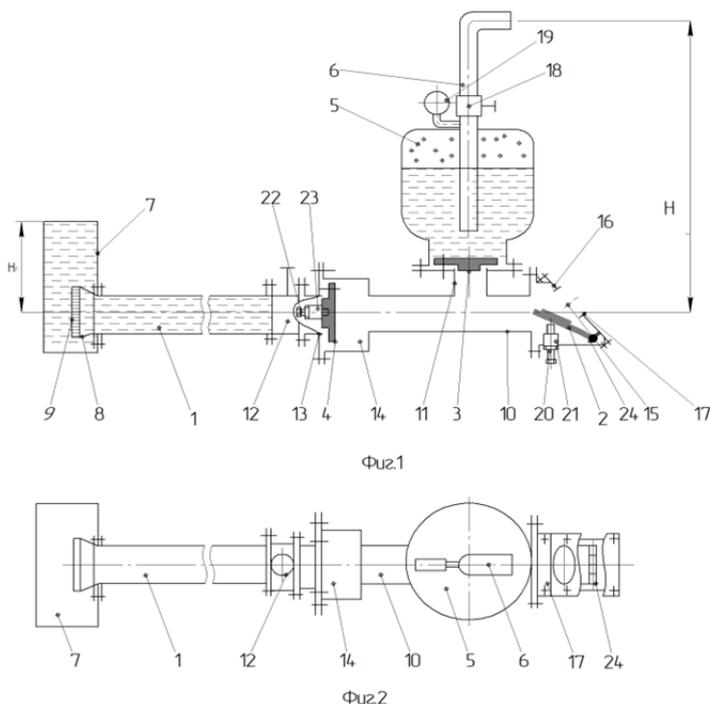


Рисунок 2 – Конструктивно-технологическая схема гидротаранной насосной установки конструкции КазНАИУ:
 1 – питающий трубопровод; 2-4 – ударный, нагнетательный и обратный эластичные клапана; 5 – воздушный колпак;
 6 – водоподающий трубопровод; 7 – подпитывающая перемычка; 8 – приёмная часть питающего трубопровода;
 9 – решетчатая сетка; 10 – камера питающего трубопровода; 11 – опорное седло нагнетательного клапана;
 12 – устройство для запуска и остановки гидроударного процесса (затворка); 13 – седло обратного клапана;
 14 – корпус обратного клапана; 15 – седло ударного клапана; 16 – корпус ударного клапана; 17 – крышка с седлом;
 18 – вентиль; 19 – манометр; 20, 22 – упорный винт; 21, 23 – втулка; 24 – шарнирное соединение;
 H_1 , H – создающий гидравлический перепад и высота водоподъёма

В результате при выполнении НИР по прикладным исследованиям в НАО «КазНАИУ» и при реализации проекта ИРН-ДР21682075 «Насосные установки для подъёма воды из водотоков с приводом от водной энергии» по линии АО «Фонд науки» МОН РК (договор № 102 от 10.11.2023 г.) разработаны три необходимых типоразмера усовершенствованной гидротаранной насосной установки: один типоразмер НУВ-7-12 для обводнения пастбищ и два типоразмера НУВ-17-20 и НУВ-35-20 для орошения земель крестьянских и фермерских хозяйств в зонах водотоков при выращивании сельскохозяйственных культур и трав для культурных пастбищ. Их внедрение позволит получить годовой экономический эффект на одну насосную установку от 540 тыс. до 1324 тыс. тенге с общим эффектом от внедрения потребного количества от 5,5 млрд до 13,5 млрд тенге.

В статье даются обоснование исходных параметров усовершенствованной гидротаранной насосной установки для водоподъема из водотоков и характеристика их типоразмеров в системе орошения земель и обводнения пастбищ в зонах прилегающих водотоков.

Метод исследования – теоретический и эмпирический заключается в обосновании исходных параметров: подачи $Q_{ну}$, потребного напора $H_{ну}$ и расхода воды Q для привода гидротаранной насосной установки необходимых типоразмеров. Критерием обоснования является потребное суточное водопотребление $q_{сут}$ хозяйств АПК РК, расположенных в зонах водотоков с учётом природно-хозяйственных факторов.

Результаты исследования. Исходные параметры необходимых типоразмеров гидротаранной насосной установки определены по приведённым формулам [5-8].

Подача гидротаранной насосной установки:

$$Q_{ну} = \frac{q_{сут}}{t_{см} \cdot \eta_{см}} \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где $q_{\text{сут}}$ – суточное водопотребление на объектах АПК РК для сельскохозяйственных потребителей, $\text{м}^3/\text{сут}$:

$$q_{\text{сут}} = \sum_{i=1}^n q_n \cdot z \cdot \alpha \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (2)$$

где q_n – единичные нормы водопотребления в сутки (для поения животных, полива 1 м^2 площадей приусадебных участков, 1 га орошаемых земельных площадей), м^3 ; z – количество нормируемых величин (число животных, м^2 поливных участков, га орошаемых площадей); α – $1,09-1,15$ – коэффициент, учитывающий водопотребление на собственные нужды обслуживающего персонала [9]; $\eta_{\text{см}}$ – коэффициент использования рабочего времени смены для насосных установок (водоподъёмников) разрабатываемого типа ($\eta_{\text{см}} = 0,73$) [10].

Суточное водопотребление сельскохозяйственных потребителей (крестьянских и фермерских хозяйств) АПК РК для обводнения пастбищ изменяется в широких пределах – от минимального значения в осенне-зимний периоды водопользования до $3,3 \text{ м}^3$ (на водопой животных, приготовление корма и бытовые нужды) до максимального значения в летний период до $18,4 \text{ м}^3$ (при водообеспечении животных) и до 36 м^3 с учётом полива приусадебных участков (при норме полива на 1 м^2 площади участка – $0,3 \text{ м}^3$ воды, площади участка – 420 м^2 и полива 1 раз в неделю). Для орошения земель, прилегающих к водотокам, суточное водопотребление составит до $140 \text{ м}^3/\text{сут}$ при норме полива 1 га земельной площади 2900 м^3 воды, средней площади земель на одного потребителя 15 га ($64,5\%$ потребителей), из них подлежащих орошению – 10% , или $1,5 \text{ га}$, количество поливов за сезон – 3 и продолжительность полива – 10 дней и до $280 \text{ м}^3/\text{сут}$ при средней площади земель на одного потребителя – 30 га (70% потребителей), из них подлежащих орошению – 10% , или 3 га при аналогичных требованиях [2-4].

Согласно формуле (1) при $q_{\text{сут}} = 3,3-18,4 \text{ м}^3/\text{сут}$ и $\eta_{\text{см}} = 0,73$ пределы подач гидротаранной насосной установки составят:

– при рабочем времени смены $t_{\text{см}} = 7 \text{ ч}$:

$$Q_{\text{ну}} = \frac{3,3 \dots 18,4}{7 \cdot 0,73} = 0,64 - 3,6 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,00018 - 0,001 \text{ м}^3/\text{с},$$

– при рабочем времени смены $t_{\text{см}} = 24 \text{ ч}$:

$$Q_{\text{ну}} = \frac{3,3 \dots 18,4}{24 \cdot 0,73} = 0,18 - 1,05 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,00005 - 0,00029 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Подача гидротаранной насосной установки в пределах средних значений при $t_{\text{см}} = 24$ и 7 ч составит $Q_{\text{ну}} = 0,41-2,3 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,00011-0,00064 \text{ м}^3/\text{с}$. Принимаем подачу гидротаранной насосной установки для обводнения пастбищ без учёта полива приусадебного участка по наибольшему значению $Q_{\text{ну}} = 2,3 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,00064 \text{ м}^3/\text{с}$.

При $q_{\text{сут}} = 36 \text{ м}^3/\text{сут}$ пределы подач гидротаранной насосной установки будут согласно формуле (1):

– при рабочем времени смены $t_{\text{см}} = 7 \text{ ч}$

$$Q_{\text{ну}} = \frac{36}{7 \cdot 0,73} = 7,04 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,001956 \text{ м}^3/\text{с};$$

– при рабочем времени смены $t_{\text{см}} = 24 \text{ ч}$

$$Q_{\text{ну}} = \frac{36}{24 \cdot 0,73} = 2,05 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,00057 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Подача гидротаранной насосной установки при $t_{\text{см}} = 24$ и 7 ч составит $Q_{\text{ну}} = 2,05-7,04 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,00057-0,001956 \text{ м}^3/\text{с}$. Принимаем подачу гидротаранной насосной установки для обводнения пастбищ с учётом полива приусадебного участка по наибольшему значению округлённо до $Q_{\text{ну}} = 0,0019 \text{ м}^3/\text{с} = 6,84 \text{ м}^3/\text{ч}$.

При $q_{\text{сут}} = 140 \text{ м}^3/\text{сут}$ пределы подач гидротаранной насосной установки будут согласно формуле (1):

– при рабочем времени смены $t_{см} = 7$ ч:

$$Q_{ну} = \frac{140}{7 \cdot 0,73} = 27,4 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0076 \text{ м}^3/\text{с};$$

– при рабочем времени смены $t_{см} = 24$ ч:

$$Q_{ну} = \frac{140}{24 \cdot 0,73} = 7,99 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0022 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Подача гидротаранной насосной установки при $t_{см} = 24$ и 7 ч составит $Q_{ну} = 7,99-27,4 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0022-0,0076 \text{ м}^3/\text{с}$. Принимаем подачу гидротаранной насосной установки для орошения земель (типоразмер 1) по среднему значению $Q_{ну} = 17,7 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0049 \text{ м}^3/\text{с}$.

При $q_{сут} = 280 \text{ м}^3/\text{сут}$ пределы подач гидротаранной насосной установки будут согласно формуле (1):

– при рабочем времени смены $t_{см} = 7$ ч:

$$Q_{ну} = \frac{280}{7 \cdot 0,73} = 54,8 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0152 \text{ м}^3/\text{с};$$

– при рабочем времени смены $t_{см} = 24$ ч:

$$Q_{ну} = \frac{280}{24 \cdot 0,73} = 16 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0044 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Подача гидротаранной насосной установки при $t_{см} = 24$ и 7 ч составит $Q_{н} = 16-54,8 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0044-0,0152 \text{ м}^3/\text{с}$. Принимаем подачу гидротаранной насосной установки для орошения земель (типоразмер 2) по среднему значению $Q_{ну} = 35,4 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0098 \text{ м}^3/\text{с}$.

Напор насосной установки определяется по формуле

$$H_{ну} = H + hv \text{ м}, \quad (3)$$

где H – высота водоподъема, м; hv – потери напора при транспортировании воды от водотока до потребителя, м:

$$hv = \lambda \cdot \frac{L_p}{d_p} \cdot \frac{v_p^2}{2g} + \sum_{i=1}^n \zeta_i \cdot \frac{v_i^2}{2g} \text{ м}, \quad (4)$$

где λ – коэффициент трения воды в водоподающем рукаве или трубопроводе ($\lambda = 0,026$); L_p – длина подающего рукава, м; d_p – внутренний диаметр рукава, м; v_p – допустимая скорость воды в рукаве, м/с; ζ_i – коэффициенты местных сопротивлений в подающей системе; v_i – скорость воды в проходных сечениях подающей системы, создающие местные сопротивления, м/с.

Внутренний диаметр водоподающего рукава вычисляется как

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{ну}}{\pi \cdot v}} \text{ м}, \quad (5)$$

где $Q_{ну}$ – подача необходимого типоразмера гидротаранной насосной установки, $\text{м}^3/\text{с}$; v – скорость движения воды в водоподающем рукаве, который принимается по среднему допустимому значению $v = 2,25 \text{ м/с}$.

Вычисленные значения параметров:

– по гидротаранной насосной установке для обводнения пастбищ

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0019}{3,14 \cdot 2,25}} = 0,0327 \text{ м};$$

– по гидротаранной насосной установке для орошения земель прилегающих водотоков:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0049}{3,14 \cdot 2,25}} = 0,0526 \text{ м (типоразмер 1)},$$

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0098}{3,14 \cdot 2,25}} = 0,0744 \text{ м (типоразмер 2)}.$$

Принимаем рукава, близкие по расчётному диаметру.

Коэффициент местных сопротивлений в гидродарном устройстве гидротаранной насосной установки определили по формуле

$$\zeta_i = \frac{2gh_{vi}}{v_i^2} = \frac{\pi^2 g \cdot d_i^4 \cdot h_{vi}}{8Q_i^2}, \quad (6)$$

где v_i – скорость движения воды внутри гидродарного устройства, м/с:

$$v_i = \frac{4Q_i}{\pi d_i^2}, \quad (7)$$

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; d_i – внутренний диаметр (условный) проходного сечения гидродарного устройства, м; Q_i – расход воды через гидродарное устройство гидротаранной насосной установки, соответствующий потерям h_{vi} , м³/с.

С учетом природно-хозяйственных факторов [2, 15] высота водоподъема из водотоков $H = 2-8 \text{ м}$, а транспортирование воды может достигать расстояния до 10-30 м для обводнения пастбищ и 50-120 м при орошении земель в зонах водотоков. На этом основании напор гидротаранной насосной установки согласно формулам (3) и (4) составит: для обводнения пастбищ $H_{\text{нп}} = 3-12 \text{ м}$ водяного столба, принимается наибольшее значение $H_{\text{нп}} = 12 \text{ м}$; для орошения земель в зонах водотоков $H_{\text{нп}} = 15-20 \text{ м}$, принимается наибольшее значение $H_{\text{нп}} = 20 \text{ м}$.

Расход воды для привода гидротаранной насосной установки определяется по формуле

$$Q = \frac{Q_{\text{нп}} \cdot H_{\text{нп}}}{H_{\text{в}} \cdot \eta} \text{ м}^3/\text{с}. \quad (8)$$

Расход воды из водотока для привода гидротаранной насосной установки для обводнения пастбищ с учётом полива приусадебных участков равен

$$Q = \frac{0,0019 \cdot 12}{3,42 \cdot 0,5} = 0,013 \text{ м}^3/\text{с},$$

где $Q_{\text{нп}}$ – проектируемая подача насосной установки, м³/с (при $Q_{\text{нп}} = 0,0019 \text{ м}^3/\text{с}$); $H_{\text{нп}}$ – проектируемый напор насосной установки, м ($H_{\text{нп}} = 12 \text{ м}$); $H_{\text{в}}$ – потребный напор водотока для привода гидротаранной насосной установки, м (по опытным данным $H_{\text{в}} = 3,42 \text{ м}$, который принят для расчёта); η – КПД гидротаранной насосной установки (по опытным данным $\eta = 0,5$, который принят для расчёта).

Расход воды из водотока для привода гидротаранной насосной установки для орошения земельных площадей в зонах водотоков составит:

– при подаче насосной установки $Q_{\text{нп}} = 17,7 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0049 \text{ м}^3/\text{с}$:

$$Q = \frac{0,0049 \cdot 20}{3,42 \cdot 0,5} = 0,057 \text{ м}^3/\text{с};$$

– при подаче насосной установки $Q_{\text{нп}} = 35,4 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0098 \text{ м}^3/\text{с}$:

$$Q = \frac{0,0098 \cdot 20}{3,42 \cdot 0,5} = 0,114 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Заключение. В результате исследований определены исходные параметры усовершенствованной гидротаранной насосной установки. Для зоны прилегающих водотоков Казахстана обоснованы три типоразмера насосных установок гидротаранного типа: один типоразмер для обводнения пастбищ с исходными параметрами: подача – 6,84 м³/ч, потребный напор – 12 м и расход воды из водотока для привода гидротаранной насосной установки с учётом полива приусадебных участков – 0,013 м³/с и два типоразмера для орошения земель с исходными параметрами: подача – 17,7 и 35,4 м³/ч, потребный напор – 20 м и расход воды из водотока для привода гидротаранной насосной установки – 0,057 и 0,114 м³/с.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Токаев К.-Ж. К. Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания, 01 сентября 2021 г. // <https://www.akorda.kz>.
- [2] Al Qubeissi, Mansour, Scott Daniel Beard. 2023. "A Hydro-Powered Climate-Neutral Pump: Full Cycle Simulation and Performance Evaluation" *Inventions* 8, No. 6: 147. <https://doi.org/10.3390/inventions8060147>
- [3] Yusupov Zh., Yakovlev A. A., Sarkynov E. S., Zulpykharov B. A. Results of using the hydro-impakt method of water lifting from water courses. ICECAE 2020. Conf. Series: Earth and Environmental Science 614. 2020. 012023 doi: 10.1088/1755-1315/614/1/012023 – 2020. – Vol. 11. Sci. 614012023.
- [4] Патент KZ №34027 Гидротаранная насосная установка // Есполов Т. И., Яковлев А. А., Саркынов Е. С., Зулпыхаров Б. А., Мирдадаев М. С., Каипов Р. Г., Калашников П. А.; опубл. 29.11.2019. Бюл. № 48. – 6 с.
- [5] Тажибаев Л. Е. Основы водоснабжения и обводнения сельскохозяйственных районов Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1969. – 304 с.
- [6] Ухин Б. В., Гусев А. А. Гидравлика: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 432 с.
- [7] Жуковский Н. Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. – М.-Л.: Госиздательство технико-теорет. лит., 1949. – 104 с.
- [8] Смоляр В. А., Буров Б. В., Махмутов Т. Т., Касымбеков Д. А. Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние): Справочник. – Алматы: НИЦ «Гылым», 2002. – 596 с.
- [9] Evangelista, Stefania, Giuseppe Tortora, and Giacomo Viccione. 2023. "Experimental and Numerical CFD Modelling of the Hydrodynamic Effects Induced by a Ram Pump Waste Valve" *Sustainability* 15, No. 17: 13104. <https://doi.org/10.3390/su151713104>
- [10] El-Bayoumi M., Abouel-Fotouh A. M., Berry A. E. Lab-scale system for small ram pump's testing and performance evaluation // *Frontiers in Heat and Mass Transfer*, 2023. 20(1), 1-6. <https://doi.org/10.5098/hmt.20.8>

REFERENCES

- [1] Tokaev K.-Zh. K. Unity of the people and systemic reforms – a solid foundation, September 01, 2021 // <https://www.akorda.kz>. (in Russ.).
- [2] Al Qubeissi, Mansour, Scott Daniel Beard. 2023. "A Hydro-Powered Climate-Neutral Pump: Full Cycle Simulation and Performance Evaluation" *Inventions* 8, No. 6: 147. <https://doi.org/10.3390/inventions8060147>.
- [3] Zh. Yusupov, A. A. Yakovlev, E. S. Sarkynov, B. A. Zulpykharov Results of using the hydro-impakt method of water lifting from watercourses. ICECAE 2020. Conf. Series: Earth and Environmental Science 614. 2020. 012023 doi: 10.1088/1755-1315/614/1/012023 – 2020. Vol. 11. Sci. 614012023.
- [4] Patent KZ No.34027 Hydraulic ram pumping unit // Yespolov T. I., Yakovlev A. A., Sarkynov Ye. S., Zulpykharov B. A., Mirdadaev M. S., Kaipov R. G., Kalashnikov P. A.; publ. 11/29/2019. Bul. No. 48. 6 p. (in Russ.).
- [5] Tazhibayev L. E. Fundamentals of water supply and irrigation of agricultural areas of Kazakhstan. Alma-Ata: Kainar, 1969. 304 p. (in Russ.).
- [6] Ukhin B. V., Gusev A.A. Hydraulics: Textbook. M.: INFRA-M, 2010. 432 p. (in Russ.).
- [7] Zhukovsky N. E. On hydraulic shock in water pipes. M.-L.: State Institution of Technical Theory. lit., 1949. 104 p. (in Russ.).
- [8] Smolyar V. A., Burov B. V., Makhmutov T. T., Kasymbekov D. A. Water resources of Kazakhstan (surface and groundwater, current state): Handbook. Almaty: SIC "Gylm", 2002. 596 p. (in Russ.).
- [9] Evangelista, Stefania, Giuseppe Tortora, and Giacomo Viccione. 2023. "Experimental and Numerical CFD Modelling of the Hydrodynamic Effects Induced by a Ram Pump Waste Valve" *Sustainability* 15, No. 17: 13104. <https://doi.org/10.3390/su151713104>
- [10] El-Bayoumi M., Abouel-Fotouh A. M., Berry A. E. Lab-scale system for small ram pump's testing and performance evaluation // *Frontiers in Heat and Mass Transfer*, 2023. 20(1), 1-6. <https://doi.org/10.5098/hmt.20.8>

Е. Саркынов¹, А. А. Яковлев², Ж. З. Жақұпова^{*3}, А. Ж. Алимбетова⁴

¹ Т. ғ. к., профессор (Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан; yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz)

² Т. ғ. к., доцент (Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан; alexandr.yakovlev@kaznaru.edu.kz)

^{3*} PhD (Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан; zhanar.zhakupova@kaznaru.edu.kz)

⁴ Т. ғ. к. (Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан; Alia_13.03@mail.ru)

**СУ АҒЫНДАРЫНАН СУ КӨТЕРУГЕ АРНАЛҒАН ЖЕТІЛДІРІЛГЕН ГИДРОТАРАН
СОРҒЫ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ҚАЖЕТТІ ТИПТІК ӨЛШЕМДЕРІНІҢ
БАСТАПҚЫ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ**

Аннотация. Жетілдірілген гидротаран сорғы қондырғысының үш қажетті типтік өлшемінің бастапқы параметрлері анықталды: жайылымдарды суландыру үшін бір типтік өлшем НУВ-7-12 және қолданбалы зерттеулер бойынша ФЗЖ орындау кезінде ҚазҰАЗУ КЕАҚ-да әзірленген су энергиясынан жетегі бар су

ағындарынан су көтеру кезінде жерді суару үшін екі типтік өлшем НУВ-17-20 және НУВ-35-20 ҚР БҒМ "Ғылым қоры" АҚ (10.11.2023 ж. № 102 шарт) желісі бойынша "Су энергиясынан жетегі бар су ағындарынан суды көтеруге арналған сорғы қондырғылары" ЖРН-DP21682075 жобасына. Жетілдірілген гидротаран сорғы қондырғысының бастапқы параметрлерін анықтау бойынша формулалар келтірілген: ҚР АӨК шаруа және фермер қожалықтарының жайылымдарын суландыруға және жер учаскелерін суаруға арналған сорғы қондырғысын жүргізу үшін қысымы, биіктігі және су шығыны және олардың әрбір үлгі өлшемі үшін сандық өлшемдері айқындалған.

Түйін сөздер: гидротаран сорғы қондырғысы, стандартты өлшем, су ағыны, су энергиясы, бастапқы параметр, формула, сандық мән.

Ye. Sarkynov¹, A. A. Yakovlev², Zh. Z. Zhakupova^{*3}, A. Zh. Alimbetova⁴

¹ Ph.D., professor (Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; yebol.sarkynov@kaznaru.edu.kz)

² Ph.D., Associate Professor (Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; alexandr.yakovlev@kaznaru.edu.kz)

^{3*} PhD (Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; zhanar.zhakupova@kaznaru.edu.kz)

⁴ PhD (Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; Alia_13.03@mail.ru)

JUSTIFICATION OF THE INITIAL PARAMETERS OF THE REQUIRED STANDARD SIZES OF AN IMPROVED HYDRAULIC RAM PUMPING UNIT FOR WATER LIFTING FROM WATERCOURSES

Abstract. The initial parameters of three required standard sizes of an improved hydraulic ram pumping unit have been determined: one standard size NUV-7-12 for watering pastures and two standard sizes NUV-17-20 and NUV-35-20 for irrigation of land during water lifting from watercourses powered by water energy, developed at KazNARU during research on applied research and DP21682075 project "Pumping units for lifting water from watercourses powered by water energy" through JSC "Science Foundation" of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Contract No. 102 dated 11/10/2023). Formulas are given for determining the initial parameters of an improved hydraulic ram pumping unit: supply, pressure and water flow to drive a pumping unit for watering pastures and irrigation of land plots of peasant and farms of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan, and their numerical sizes for each standard size are determined.

Keywords: hydraulic ram pumping unit, standard size, watercourse, water energy, initial parameter, formula, numerical value.