

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 2, Number 38 (2017), 225 – 232

D. A. Kozhamkulov, E. S. Sarkynov, A. A. YakovlevKazakh national agrarian university, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: estaidake@mail.ru, sarkynove@mail.ru, iakovlev38@mail.ru**RESULTS OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES
OF WATER HAMMER IN A PRESSURE VACUUM- PUMPING UNIT**

Abstract. The article addresses the problem of increasing the efficiency of water supply mechanization peasant and farmer RK agribusiness farms. Theoretical and experimental research on pressure- vacuum process for water lifting from watercourses, which are based on theoretical assumptions to determine the main technological parameters of pressure-vacuum pump device for use in process water hammer: hydraulic pressure punch immersion in the pipeline and the working pressure of the pump unit. Based on studies theoretically and experimentally proven efficiency in the process increasing the operating pressure of the pump unit more than 10 times, and experimentally confirmed the accuracy of the definition of hydraulic formulas and operating pressure in pressure- vacuum pump unit.

Studies have shown that the use of water hammer effect in the process water rise significantly improves one of the main parameters - pressure H_p pump unit, confirming the need for its use. To study the water hammer process, validate and clarify the formula for determining the pressure pumping unit experimental studies with positive results.

The proposed method of theoretical analysis of the main dependencies: head H , Q H and feed efficiency η developed by pressure-vacuum pump device identified ways of its further improvement, aimed at optimizing the parameters of the shock valve and the ejector.

Keywords: results, theoretical study, experimental study, pressure-vacuum pump unit, water lifting, watercourse, the effect of water hammer, pressure.

УДК 631.3:621.65/68

Д. А. Кожамкулов, Е. С. Саркынов, А. А. Яковлев

Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ГИДРОУДАРА
В НАПОРНО-ВАКУУМНОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКЕ**

Аннотация. Статья направлена на решение проблемы повышения эффективности механизации водоснабжения крестьянских и фермерских хозяйств АПК РК. Проведены теоретические и экспериментальные исследования по напорно-вакуумному способу водоподъема из водотоков, на основании которых даны теоретические предпосылки по определению основных технологических параметров напорно-вакуумной насосной установки при использовании в технологическом процессе гидроудара: гидроударного напора в погружном трубопроводе и рабочего напора насосной установки. На основании исследований теоретически и экспериментально доказана эффективность использования в технологическом процессе повышение рабочего напора насосной установки, а также экспериментально подтверждена достоверность формул по определению гидроударного и рабочего напора в напорно-вакуумной насосной установке.

Исследования показали, что использование эффекта гидроудара в технологическом процессе водоподъема, значительно повышает один из основных параметров – напор H_p насосной установки, подтверждая необходимость его применения. Для изучения процесса гидроудара, подтверждения достоверности и уточнения формулы по определению напора насосной установки проведены экспериментальные исследования с положительными результатами.

Предложенный метод теоретического анализа основных зависимостей: напора H_p , подачи Q_n и КПД η разработанной напорно-вакуумной насосной установки определил пути ее дальнейшего совершенствования, направленные на оптимизацию параметров ударного клапана и эжектора.

Ключевые слова: результат, теоретическое исследование, экспериментальное исследование, напорно-вакуумная насосная установка, водоподъём, водоток, эффект гидроудар, рабочее давление.

Введение. Статья направлена на решение проблемы повышения эффективности механизации водоснабжения крестьянских и фермерских хозяйств АПК за счёт использования для привода насосных установок нетрадиционных источников энергии, в данной работе – гидроэнергии воды водотоков, т.е. применение энергосберегающей и экологически чистой технологии водоподъёма в замен традиционной технологии с приводом насосных установок от двигателей внутреннего сгорания. Применение энергосберегающей и экологически чистой технологии водоподъёма с использованием предложенной напорно-вакуумной насосной установки, преобразующей кинетическую энергию забираемой воды из водотоков в потенциальную - гидроударное и вакуумное давление, создающее подачу и напор, позволит у потребителя снизить эксплуатационные затраты в 5,45 раз [1-5].

Запас водных ресурсов в указанных зонах АПК РК значительный [6]: 8643 водотока, имеющих постоянный или сезонный гидрогеологический режим, протяженностью 123 тыс.км, в том числе 5076 водотоков протяженностью 75,3 тыс.км - постоянно действующие. Дебиты малых горных рек колеблются от 0,1 до 1 м³/с и более, крупных рек, например, Или - от 137 м³/с до 2450 м/с, скорость течения воды - от 1 до 5м/с. Горные реки протяженностью до 25 км в основном имеют потенциальную мощность до 0,25 млрд. кВт·ч/год.

Реки Казахстана относятся к бассейнам Северного Ледовитого Океана и замкнутой области внутреннего стока Евразии, где система рек направляют свои воды в Каспийскую, Аральскую и Балхашскую впадины.

На территории Алматинской области имеется 496 водотоков протяженностью 10 тыс.км [7-11].

Проблема эффективного водоснабжения с использованием естественных энергетических ресурсов воды в современных условиях перспективна и актуальна, решение которой рационально осуществить из водотоков напорно-вакуумными насосными установками, конструкции которых по техническому решению просты и надёжны в эксплуатации и не ухудшают экологию окружающей среды.

Материалы и методы. В работе использованы патентные, теоретические и экспериментальные методы исследования.

Авторами обоснована и разработана энергосберегающая и экологически чистая технология водоподъёма из водотоков и новая конструктивно-технологическая схема напорно-вакуумной насосной установки, которая защищена двумя предпатентами и патентом КЗ и по сравнению с существующими аналогами улучшают энергетические показатели в увеличении рабочего напора, подачи и КПД.

Результаты исследований и их обсуждение. Рассмотрены теоретические и экспериментальные исследования по определению эффективности использования гидроудара в напорно-вакуумной насосной установке.

Для подъёма воды из водотоков (рек, каналов и водонакопительных водоёмов) насосными установками с использованием для привода кинетической энергии движущейся воды в условиях, требующих большой напор (до 150 м), рационально в технологическом процессе создавать циклический гидроудар и использовать его эффект в увеличении давления.

Наиболее простым техническим решением создания гидроудара является использование ударного клапана на всасывающем трубопроводе насосной установки по типу гидротарана.

В разработанной конструктивно-технологической схеме напорно-вакуумной насосной установки предусмотрено использование эффекта гидроудара, для этого на погружном трубопроводе установлен ударный клапан, конструкция которого отличается от ударного клапана гидротарана (рисунок 1).

Новизна направлена на уменьшение времени его закрытия, т.е. приближение процесса к прямому гидравлическому удару, при котором в насосной системе создается максимальный напор.

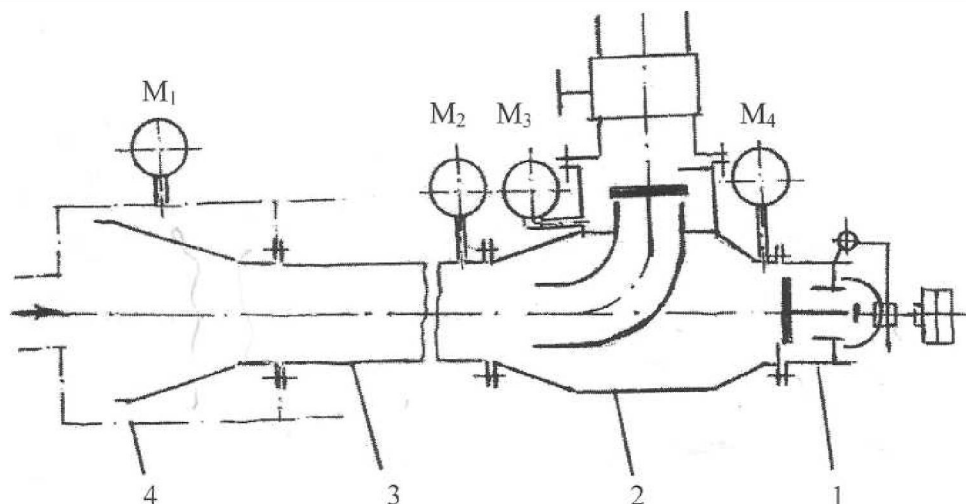


Рисунок 1 – Схема напорной части насосной установки с измерительными приборами: M_1 – манометр в лотке водотока; M_2, M_3 – манометры на входе и выходе расширительного патрубка; M_4 – манометр на входе ударного клапана; 1 – ударный клапан; 2 – расширительный патрубок; 3 – погружной трубопровод; 4 – лоток водотока.

Напор насосной установки с использованием эффекта гидроудара будет равен

$$H_p = H_n + H_y, \quad (1)$$

где H_n – напор насосной установки, создаваемый без использования эффекта гидроудара, м; H_y – напор в насосной установке, создаваемый от использования эффекта гидроудара, м:

$$H_y = H_{y\max} \cdot \frac{t_{3\min}}{t_{3\phi}}, \quad (2)$$

где $H_{y\max}$ – максимальный напор в насосной установке, создаваемый от использования эффекта прямого гидроудара, определяемый по формуле Н. Е. Жуковского [12], м:

$$H_{y\max} = \frac{1}{g} \cdot (v - v_3) \cdot a, \quad (3)$$

где v – скорость воды в погружном (всасывающем) трубопроводе насосной установки, м/с; v_3 – средняя скорость в погружном трубопроводе при закрытии клапана ($v_3 = f(t_{3\phi})$), м/с; $t_{3\phi}$, $t_{3\min}$ – время закрытия ударного клапана фактическое и при прямом гидроударе, $t_{3\min}$ определяется из условия, с:

$$t_{3\min} \leq \frac{2L_{\text{пгр}}}{a}, \quad (4)$$

где $L_{\text{пгр}}$ – длина погружного (всасывающегося) трубопровода, м; a – скорость распространения ударной волны при гидроударе, м/с:

$$a = \frac{\alpha_0}{\sqrt{1 + \frac{dK}{\delta E}}}, \quad (5)$$

где α_0 – скорость распространения звука в жидкости (для воды при температуре 10 С и избыточном давлении 0,1...2,5 МН/м² $\alpha_0 = 1435$ м/с); d – внутренний диаметр погружного трубопровода, м; δ – толщина стенки погружного трубопровода, м; K – объемный модуль жидкости (для воды $K = 1,89 \dots 2,06$ кН/м² при температуре 0...20 С и избыточном давлении 0,5...2 МН/м); E – модуль продольной упругости материала трубопровода (для стальных трубопроводов $E = 21 \cdot 10^{10}$ Н/м²).

Подставив значение $H_{y\max}$ из (3) в (2) и введя обозначение $i = t_{3\min}/t_{3\phi}$, получим:

$$H_y = \frac{1}{g} (v - v_H) \cdot a \cdot \frac{t_{3\min}}{t_{3\phi}} = \frac{1}{g} (v - v_3) \cdot a \cdot i, \quad (6)$$

где i – коэффициент закрытия ударного клапана, $i \rightarrow 1$;

$$i = \frac{t_{3\min}}{t_{3ф}} \leq \frac{2L_{\text{птр}}}{a \cdot t_{3ф}}, \quad (7)$$

Подставив в уравнение (1) значение H_v из (6), получим в окончательном виде напор H_p насосной установки с использованием эффекта гидроудара:

$$H_p = H_H + \frac{1}{g} (\vartheta - \vartheta_H) \cdot a \cdot i, \quad (8)$$

или в упрощенном виде при замене I из (7):

$$H_p = H_H + \frac{1}{g} (\vartheta - \vartheta_3) \cdot \frac{2L_{\text{ВТР}}}{t_{3ф}}. \quad (9)$$

Из (9) следует, что напор насосной установки при использовании эффекта гидроудара зависит не только от собственного напора насоса H_H , скоростей воды в погружном (всасывающем) трубопроводе максимальной v и средней при закрытии ударного клапана v , но и от длины $L_{\text{птр}}$ погружного трубопровода и фактического времени $t_{3ф}$ закрытия ударного клапана. Для разработанной напорно-вакуумной насосной установки при использовании эффекта прямого гидроудара можно теоретически согласно (9) повысить напор до 140 м при параметрах: $v=2,29$ м/с, $L_{\text{птр}}=6$ м и $t_{3ф}=0,02$ с.

Исследования показали, что использование эффекта гидроудара в технологическом процессе водоподъема, значительно повышает один из основных параметров - напор H_p насосной установки, подтверждая необходимость его применения. Экспериментально подтверждена достоверность по определению напора насосной установки [13, 14].

Фрагмент экспериментальных исследований гидроударного процесса в напорной части напорно-вакуумной насосной установки при разных длинах погружного трубопровода показан на рисунке 2.

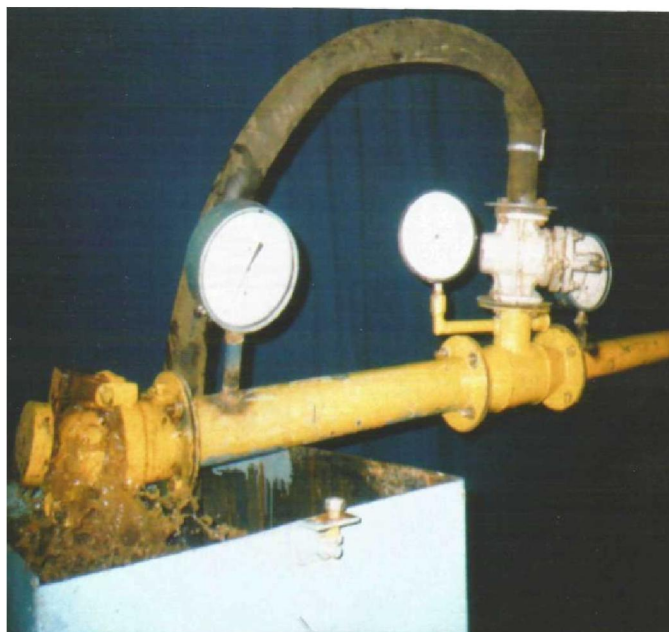


Рисунок 2 – Фрагмент исследования напорной части напорно-вакуумной насосной установки

Критерием оценки при определении гидроударного напора H_v приняты: напор водотока H_H (скорость воды v в погружном трубопроводе), частота переключения n ударного клапана и длина погружного трубопровода $L_{\text{птр}}$.

Зависимости гидроударного давления H_v от напора водотока H_H и частоты переключения ударного клапана получены по образцовым манометрам (см. рисунок 1) и по осциллограммам (рисунок 3) датчиков давления, установленных на погружном трубопроводе возле ударного клапана и в приемной части трубопровода.

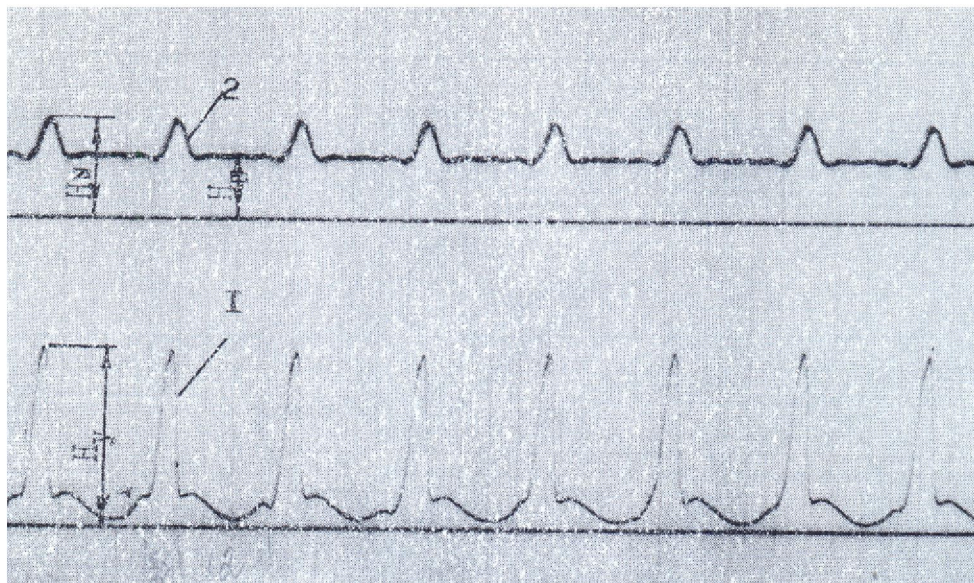
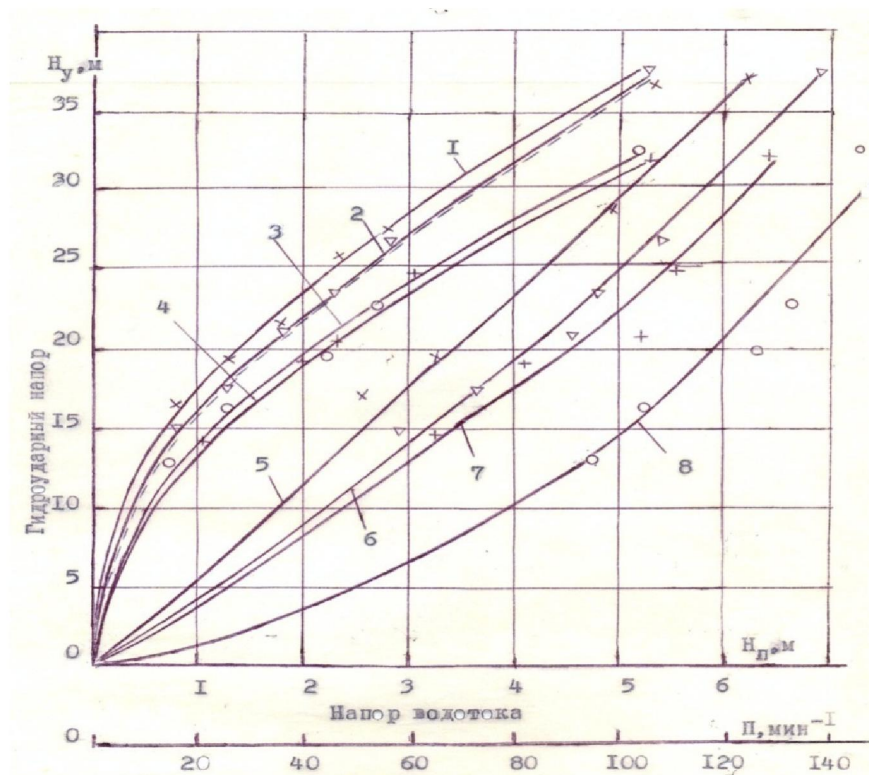


Рисунок 3 – Осциллограмма протекающего гидроударного процесса в погружном трубопроводе напорно-вакуумной насосной установки: 1 – гидроударный напор H_v (давление) воды в нагнетательном патрубке погружного трубопровода при закрытии и открытии ударного клапана; 2 – напор водотока H_n и гидроударное давление H_v в приемной части погружного трубопровода.



1; 2; 3; 4 – кривые измерения гидроударного напора H_v от напора водотока H_n при длине погружного трубопровода $L_{пгп}=10$ (1); 7(2); 5(3) и 3,5м (4); 5;6;7;8 - кривые изменения гидроударного напора H_v от частоты переключения ударного клапана при $L_{пгп} = 10$ м (5); 7м (6); 5м (7) и 3,5м (8); экспериментальные; ----- теоретические

Рисунок 4 – Зависимость гидроударного напора H_v , создаваемого в напорной части насосной установки, от напора водотока H_n , частоты переключения ударного клапана n и длины погружного трубопровода $L_{пгп}$

На осциллограмме (см. рисунок 3) кривые отражают изменение протекающего гидроударного процесса в напорной части насосной установки: 1 – гидроударный напор H_v (давление) поднимаемой воды в нагнетательном патрубке при закрытии и открытии ударного клапана; 2 – напор водотока H_n и гидроударное давление H_v в приемной части погружного трубопровода [15-19].

Все кривые 1, 2 по времени фиксируют частоту переключения ударного клапана, продолжительность действия ударного давления и время открытия и закрытия ударного клапана.

По результатам исследований гидроударного процесса определены зависимости гидроударного напора H_v от напора водотока H_n , частоты переключения ударного клапана n и длины погружного трубопровода $L_{\text{пгр}}$, т.е. $H_v=f(H_n, n \text{ и } L_{\text{пгр}})$, представленные графиком (рисунок 4).

Из графика (см. рисунок 4) следует, что гидроударный напор H_v (кривые 1, 2, 3 и 4) на всех режимах работы увеличивается с увеличением напора H_n водотока, а также увеличивается (кривые 5, 6, 7 и 8) с увеличением частоты переключения ударного клапана n и длины погружного трубопровода $L_{\text{пгр}}$ [20-23].

Выводы. Исследования показали, что использование эффекта гидроудара в технологическом процессе водоподъема, значительно повышает один из основных параметров – напор H_p насосной установки, подтверждая необходимость его применения. Экспериментально подтверждена достоверность по определению напора насосной установки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] 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.
- [2] Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. –М.-Л.: Госиздательство технико-теорет. лит., 1949.-104 с.-284.
- [3] Яковлев А.А., Саркынов Е., Асанбеков Б.А., Биримкулова Б.А. Исследование гидроударного способа водоподъема из водотоков // Исследование, результаты: Журнал №2 (050). – Алматы: КазНАУ, 2011. -С.146-149.
- [4] Яковлев А.А., Саркынов Е. Использование эффекта гидроудара в насосной установке для подъема воды из водотоков // Вестник КазНТУ: Журнал №4.-Алматы, 2005. -С.53-57.
- [5] Каплан Р.М., Яковлев А.А. Механизация водоснабжения на пастбищах.- Алма-ата: Кайнар, 1986.-184 с.
- [6] Усаковский В.М. Водоснабжение и водоотведение в сельском хозяйстве. -М.: Колос, 2002. -328 с.
- [7] Насос без электропривода для подачи воды из предгорных речек и ручьев // Межотраслевой кооперативный центр "Поиск", - Алматы: КазНИИНТИ, 1989. -3 с.
- [8] Иванов Е.Г., Культяпов С. Ю., Кадылкин А. В. Повышение эффективности безмоторного водоподъемника роторно-пластинчатого типа//Энергообеспечение и энергоснабжение в сельском хозяйстве: Тр.4-й Межд.научно-практ. конф. В 4-х частях. -М.: ГНУ ВИЭСХ, 2004. -Ч.3-С. 388-393.
- [9] Иванов Е.Г., Культяпов С.Ю., Кадылкин А.В. Оценка эффективности безмоторных водоподъемников роторно-пластинчатого типа // Энергообеспечение и энергоснабжение в сельском хозяйстве: Тр.4-й Межд.научно-практ. конф. В 4-х частях. - М.: ГНУ ВИЭСХ, 2004. -Ч.3-С.394-399.
- [10] Портативный свободно поточный водоподъемник (турболифт) // Технологии и оборудование возобновляемой энергетики: каталог технологий и изделий, разработ. и производ. в сист. ГНУ ВИЭСХ,-М.: ГНУ ВИЭСХ, 2003. -С.25.
- [11] Агрегат насосный АНС-60Д. - М.: Внешторгиздат, 1990. -9 с.
- [12] Насосный агрегат АН-2К-9-М1. -М.: Внешторгиздат, 1988. -3 с.
- [13] Обоснование и разработка энергосберегающей технологии и технических средств водоподъема с использованием для привода гидроэнергии водотоков: Отчёт о НИР (заключительный)/ № госрегистрации 0112РК00178. Руководитель Е.Саркынов. -Алматы, 2014. -159 с.
- [14] Патент №29910 KZ. Напорно-вакуумная насосная установка/
- [15] Пред патент 17787 KZ. Напорно-вакуумная насосная установка / Яковлев А.А., Саркынов Е. Оpubл.15.09.2006, бюл.9
- [16] Предпатент 17788 KZ Эжектор/Яковлев А.А., Саркынов Е. Оpubл. 15.09.2006, бюл.9
- [17] Яковлев А.А., Саркынов Е., Кожамкулов Д.Ж., Ибраимов А.К., Домалаков Д.А. Обводнение пастбищ в Казахстана с использованием энергосберегающей технологии водоподъема с приводом от гидроэнергии водотоков // Водоснабжение и управление водными ресурсами в орошаемом земледелии и обводнения пастбищ: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию образования КазНАУ и 100-летию засл. деятеля науки РК Тажимаеву Л.Е.- Алматы, 2015г. С.201-209.
- [18] Яковлев А.А., Саркынов Е., Асанбеков Б.А., Биримкулова Б.А. Исследование гидроударного способа водоподъема из водотоков // Исследование, результаты: Журнал №2 (050). – Алматы: КазНАУ, 2011. -С.146-149.
- [19] Яковлев А.А., Саркынов Е. Теоретические исследования напорно-вакуумного способа водоподъема из водотоков // Агроинженерная наука – повышению эффективности АПК: материалы межд. научно-практ. конф.: в 2-х книгах. -Алматы: Агроуниверситет, 2003.-Кн.2. -С.181-185.
- [20] Яковлев А.А., Асанбеков Б.А., Саркынов Е.С., Кожамкулов Д.А., Садикбек Г.С. Результаты исследований энергосберегающей технологии водоподъема с использованием гидроэнергии водотоков// Энергообеспечение и энергосбере-

жение в сельском хозяйстве: Труды 9-й международной научно-технической конференции Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве -РФ, Москва, 2014.

[21] Яковлев А.А., Саркынов Е. Техничко-экономические показатели напорно- вакуумной насосной установки с приводом от энергии движущейся воды в водотоках //Вестник КазНТУ: Журнал № 1. - Алматы, 2005, - С.69-74.

[22] Яковлев А.А., Нестеров Е.В., Саркынов Е. Механизация водоснабжения сельхоз формирований АПК в рыночных условиях // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана: Журнал № 12. – Алматы, 2004. -С.61-62.

[23] Смоляр В.А., Буров Б.В., Махмутов Т.Т., Касымбеков Д.А. Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние) // Справочник – Алматы: НИЦ «Фылым», 2002. - 596 с.

REFERENCES

[1] Smoljar V.A., Burov B.V., Mahmutov T.T., Kasymbekov D.A. Vodnye resursy Kazahstana (poverhnostnye i podzemnye vody, sovremennoe sostojanie) // Spravochnik – Almaty: NIC «Fylym», 2002. - 596 s.

[2] Zhukovskij N.E. O gidravlicheskom udare v vodoprovodnyh trubah. –M.-L.: Gosizdatel'stvo tehniko-teoret. lit., 1949.-104 s. -284.

[3] Jakovlev A.A., Sarkynov E., Asanbekov B.A., Birimkulova B.A. Issledovanie gidroudarnogo sposoba vodopod#ema iz vodotokov // Issledovanie, rezul'taty: Zhurnal №2 (050). – Almaty: KazNAU, 2011. -S.146-149.

[4] Jakovlev A.A., Sarkynov E. Ispol'zovanie jeffekta gidroudara v nasosnoj ustanovke dlja pod#ema vody iz vodotokov // Vestnik KazNTU: Zhurnal №4.-Almaty, 2005. -S.53-57.

[5] Kaplan R.M., Jakovlev A.A. Mehanizacija vodosnabzhenija na pastbishhah.- Alma-ata: Kajnar, 1986.-184 s.

[6] Usakovskij V.M. Vodossnabzhenie i vodootvedenie v sel'skom hozjajstve. -M.: Kolos, 2002. -328 s.

[7] Nasos bez jelektroprivoda dlja podachi vody iz predgornyh reчек i ruch'ev // Mezhotraslevoj kooperativnyj centr "Poisk", - Almaty: KazNIINTI, 1989. -3 s.

[8] Ivanov E.G., Kul'tjapov S. Ju., Kadylkin A. V. Povyszenie jeffektivnosti bezmotornogo vodopod#emnika rotornoplastinchatogo tipa//Jenergoobespechenie i jenergosnabzhenie v sel'skom hozjajstve: Tr.4-j Mezhd.nauchno-prakt. konf. V 4-h chastjah. -M.: GNU VIJeSH, 2004. -Ch.Z-S. 388-393.

[9] Ivanov E.G., Kul'tjapov S.Ju., Kadylkin A.V. Ocenka jeffektivnosti bezmotornyh vodopod#emnikov rotornoplastinchatogo tipa//Jenergoobespechenie i jenergosnabzhenie v sel'skom hozjajstve: Tr.4-j Mezhd.nauchno-prakt. konf. V 4-h chastjah. - M.: GNU VIJeSH, 2004. -Ch.Z-S.394-399.

[10] Portativnyj svobodno potochnyj vodopod#emnik (turbolift) //Tehnologii i oborudovanie vozobnovljaemoj jenergetiki: katalog tehnologij i izdelij, razrabot. i proizvod. v sist. GNU VIJeSH,-M.: GNU VIJeSH, 2003. -S.25.

[11] Agregat nasosnyj ANS-60D. - M.: Vneshtorgizdat, 1990. -9 s.

[12] Nasosnyj agregat AN-2K-9-M1. -M.: Vneshtorgizdat, 1988. -3 s.

[13] Obosnovanie i razrabotka jenergosberegajushhej tehnologii i tehniceskikh sredstv vodopod#ema s ispol'zovaniem dlja privoda gidrojenergii vodotokov: Otchjot o NIR (zakljuchitel'nyj)/ № gosregistracii 0112RK00178. Rukovoditel' E.Sarkynov. - Almaty, 2014. -159 s.

[14] Patent №29910 KZ. Naporno-vakuumnaja nasosnaja ustanovka/

[15] Pred patent 17787 KZ. Naporno-vakuumnaja nasosnaja ustanovka / Jakovlev A.A., Sarkynov E. Opubl.15.09.2006, bjul.9

[16] Predpatent 17788 KZ. Jezhektor/Jakovlev A.A., Sarkynov E. Opubl. 15.09.2006, bjul.9

[17] Jakovlev A.A., Capkynov E., Kozhamkylov D.Zh., Ibraimov A.K., Domalakov D.A. Obvodnenie pastbishh v Kazahstana c ispol'zovaniem jenergosberegajushhej tehnologii vodopod#joma c privodom ot gidrojenergii vodotokov //Vodossnabzhenie i upravlenie vodnymi resursami v oroshaemom zemledelii i obvodnenija pastbishh: Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-ppakticheckoj konferencii, posvjashhjonnoj 85-letiju obrazovanija KazNAU i 100-letiju zasl. dejatelja nauki RK Tazhibaevu L.E.- Almaty, 2015g. C.201-209.

[18] Jakovlev A.A., Sarkynov E., Asanbekov B.A., Birimkulova B.A. Issledovanie gidroudarnogo sposoba vodopod#ema iz vodotokov // Issledovanie, rezul'taty: Zhurnal №2 (050). – Almaty: KazNAU, 2011. -S.146-149.

[19] Jakovlev A.A., Sarkynov E. Teoreticheskie issledovanija naporno-vakuumnogo sposoba vodopod#joma iz vodotokov // Agrouzhenemaja nauka – povyseniju jeffektivnosti APK: materialy mezhd. nauchno-prakt. konf.: v 2-h knigah. -Almaty: Agrouniversitet, 2003.-Kn.2. -S.181-185.

[20] Jakovlev A.A., Asanbekov B.A., Sarkynov E.S., Kozhamkulov D.A., Sadibek G.S. Rezul'taty issledovanij jenergosberegajushhej tehnologii vodopod#ema s ispol'zovaniem gidrojenergii vodotokov// Jenergoobespechenie i jenergosberezhenie v sel'skom hozjajstve: Trudy 9-j mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii Jenergoobespechenie i jenergosberezhenie v sel'skom hozjajstve -RF, Moskva, 2014.

[21] Jakovlev A.A., Sarkynov E. Tehnico-jekonomicheskie pokazateli naporno- vakuumnoj nasosnoj ustanovki s privodom ot jenergii dvizhushhejsja vody v vodotokah //Vestnik KazNTU: Zhurnal № 1. - Almaty, 2005, - S.69-74.

[22] Jakovlev A.A., Nesterov E.V., Sarkynov E. Mehanizacija vodosnabzhenija sel'hoz formirovanij APK v rynochnyh uslovijah // Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki Kazahstana: Zhurnal № 12. – Almaty, 2004. -S.61-62.

[23] Smoljar V.A., Burov B.V., Mahmutov T.T., Kasymbekov D.A. Vodnye resursy Kazahstana (poverhnostnye i podzemnye vody, sovremennoe sostojanie) // Spravochnik – Almaty: NIC «Fylym», 2002. - 596 s.

Д. А. Қожамқұлов, Е. С. Сарқынов, А. А. Яковлев

Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

**ТЕГЕУРІНДІ ВАКУУМДЫ СОРАП ҚОНДЫРҒЫСЫНДА СҰЙЫҚТЫҚ СОҚҚЫ ӘСЕРІНІҢ
ТЕОРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТӘЖІРБИЕ НӘТЕЖИЕЛЕРІ**

Аннотация. Мақалада энергия көздерін заманауи сорапты жетекті құрылғыны қолдану есебінде фермалық шаруашылық АӨК және шаруақожалығын сумен қамтамасыз ету механизациясының эффектісін жоғарылату мәселелерін шешу болып табылады. Жұмысты орындау барысында ағын сулардан су көтерудің қуат үнемдеуші технологиясын негіздеу мен жасау бойынша және ҚР АӨК ауылшаруашылық және өзге тұтынушыларын сумен жабдықтау үшін ағын сулардың гидроқуатынан жетегі бар қысымды-вакуумды сорап қондырғысын жасау бойынша ғылыми зерттеулер жүргізілді. Ағын сулардың гидроқуатынан жетегі бар қысымды-вакуумды сорап қондырғысының зертханалық және тәжірибелік үлгілеріне бастапқы, технологиялық және техникалық параметрлер анықталды, осылардың негізінде оларға техникалық тапсырмалар мен жұмыс құжаттамасы жасалып, бекітілді.

Зерттулер нәтижесінен байқағанмыз су көтеру технологиясының үрдісінде сұйықтық соққыны әсері, сорап қондырғының негізгі параметрлерінің бірі арынды H_p едәуір жоғарылатады, қолдану мүмкіндігін растайды. Сұйықтық соққының үрдісін зерттеу үшін, арынды вакуумды сорап қондырғысының шындығын растайтын және формуланы анықтайтын ғылыми зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Ұсынылған үлгі теориялық сараптаудың негізгі тәуелділігі: арын H_p , беріліс On және ПӨК η тегеурінді вакуумды сорап қондырғысының жасаушы жолы мен оның болашақ жетілдіру жолдарын анықтады, соққы клапаны мен эжектор параметрлерін оптималдауға жіберу.

Түйін сөздер: теориялық негіздер, технологиялық үрдіс, өңдеу, тегеурінді вакуумды әдіс, су көтеру, вакуум.