

ISSN 2518-170X (Online),  
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
Satbayev University

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Satbayev University

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
Satbayev University

**SERIES  
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES**

**6 (444)**

**NOVEMBER – DECEMBER 2020**

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

---

---

*NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of geology and technical sciences scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of geology and technical sciences in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of geology and engineering sciences to our community.*

*Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді геология және техникалық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.*

*НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по геологии и техническим наукам для нашего сообщества.*

Б а с р е д а к т о р ы  
э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

**И.К. Бейсембетов**

Бас редакторының орынбасары  
**Жолтаев Г.Ж.** проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Абаканов Т.Д.** проф. (Қазақстан)  
**Абишева З.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Абсадықов Б.Н.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Агабеков В.Е.** академик (Беларусь)  
**Алиев Т.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Бакиров А.Б.** проф., (Қырғызстан)  
**Буктуков Н.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Булат А.Ф.** проф., академик (Украина)  
**Ганиев И.Н.** проф., академик (Тәжікстан)  
**Грэвис Р.М.** проф. (АҚШ)  
**Жарменов А.А.** проф., академик (Қазақстан)  
**Конторович А.Э.** проф., академик (Ресей)  
**Курскеев А.К.** проф., академик (Қазақстан)  
**Курчавов А.М.** проф., (Ресей)  
**Медеу А.Р.** проф., академик (Қазақстан)  
**Мұхамеджанов М.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Оздоев С.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Постолатий В.** проф., академик (Молдова)  
**Степанец В.Г.** проф., (Германия)  
**Хамфери Дж.Д.** проф. (АҚШ)  
**Штейнер М.** проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы».

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде  
29.07.2020 ж. берілген № **KZ39VPY00025420** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *геология және техникалық ғылымдар бойынша мақалалар жариялау.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2020

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыр көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «NurNaz GRACE», Алматы қ., Рысқұлов көш., 103.

Главный редактор  
д. э. н., профессор, академик НАН РК

**И. К. Бейсембетов**

Заместитель главного редактора  
**Жолтаев Г.Ж.** проф., доктор геол.-мин. наук

Редакционная коллегия:

**Абаканов Т.Д.** проф. (Казахстан)  
**Абишева З.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Абсадыков Б.Н.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Агабеков В.Е.** академик (Беларусь)  
**Алиев Т.** проф., академик (Азербайджан)  
**Бакиров А.Б.** проф., (Кыргызстан)  
**Буктуков Н.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Булат А.Ф.** проф., академик (Украина)  
**Ганиев И.Н.** проф., академик (Таджикистан)  
**Грэвис Р.М.** проф. (США)  
**Жарменов А.А.** проф., академик (Казахстан)  
**Конторович А.Э.** проф., академик (Россия)  
**Курскеев А.К.** проф., академик (Казахстан)  
**Курчавов А.М.** проф., (Россия)  
**Медеу А.Р.** проф., академик (Казахстан)  
**Мухамеджанов М.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Оздоев С.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Постолатий В.** проф., академик (Молдова)  
**Степанец В.Г.** проф., (Германия)  
**Хамфери Дж.Д.** проф. (США)  
**Штейнер М.** проф. (Германия)

**«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».**

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ39VPY00025420**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *публикация статей по геологии и технических наукам.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2020

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.  
Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: «NurNaz GRACE», г. Алматы, ул. Рыскулова, 103.

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

**I. K. Beisembetov**

Deputy editor in chief

**Zholtayev G.Zh.** prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

**Abakanov T.D.** prof. (Kazakhstan)  
**Abisheva Z.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Absadykov B.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Agabekov V.Ye.** academician (Belarus)  
**Aliyev T.** prof., academician (Azerbaijan)  
**Bakirov A.B.** prof., (Kyrgyzstan)  
**Buktukov N.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Bulat A.F.** prof., academician (Ukraine)  
**Ganiyev I.N.** prof., academician (Tadjikistan)  
**Gravis R.M.** prof. (USA)  
**Zharmenov A.A.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kontorovich A.Ye.** prof., academician (Russia)  
**Kurskeyev A.K.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kurchavov A.M.** prof., (Russia)  
**Medeu A.R.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Muhamedzhanov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Ozdoyev S.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Postolatii V.** prof., academician (Moldova)  
**Stepanets V.G.** prof., (Germany)  
**Humphery G.D.** prof. (USA)  
**Steiner M.** prof. (Germany)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.**

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan **No. KZ39VPY00025420**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *publication of papers on geology and technical sciences.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2020

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev

69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: «NurNaz GRACE», 103, Ryskulov str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 6, Number 444 (2020), 14 – 22

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.125>

UDC 626.82:622.755

**Ш. А. Абдрешов, А. Е. Алдиярова, Е. Т. Кайпбаев**

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный аграрный  
исследовательский университет», Алматы, Казахстан.

E-mail: a\_shamil-80@mail.ru, ainur\_005@mail.ru, yerbolat.kaipbayev@yandex.ru

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ГИДРОСТРУЙНОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

**Аннотация.** Дано обоснование классификации гидроструйных насосных установок, разработка экспериментального образца усовершенствованной гидроструйной насосной установки, обосновано проведение экспериментальных исследований – определение подачи полезной  $Q_{гн}$  в зависимости от подачи используемого центробежного насоса  $Q_n$  для двух вариантов насосной установки, работающих по традиционной и альтернативной технологии водоподъёма, определение потерь напора  $h_{снп}$  и коэффициентов трения  $\xi_{снп}$  в струйных насосах, повышение коэффициента эжекции  $K_e$ , от параметра закрутки  $S$  подвода воды в приёмную камеру струйного насоса и на лабораторные испытания гидроструйной насосной установки для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ. Приведены результаты экспериментальных исследований и лабораторных испытаний экспериментального образца усовершенствованной гидроструйной насосной установки, разработанной в НАО КазНАУ. Дан анализ результатов сравнительных испытаний гидроструйной насосной установки для двух вариантов технологического процесса: альтернативного и традиционного с повышением полезной подачи альтернативного варианта в 2-4 раза, снижением потребного напора в 1,5-2 раза и повышения КПД в 1,1-2 раза.

Целью исследования является получение результатов по обоснованию классификации гидроструйных насосных установок, по проведению экспериментальных исследований и лабораторных испытаний усовершенствованной гидроструйной насосной установки, работающей по альтернативной технологии водоподъёма, позволяющей снизить потребный напор насосной установки, повысить полезную подачу и увеличить КПД усовершенствованной гидроструйной насосной установки.

На основании анализа выполненных работ и патентных исследований по технологиям водоподъёма из подземных водоисточников гидроструйными насосными установками и разработанных по ним конструкций, предложена обоснованная классификация гидроструйных насосных установок, которая позволяет, в зависимости от поставленной задачи, правильно выбрать необходимую конструктивно-технологическую схему, тип струйного насоса и его исполнение при разработке необходимых эффективных типоразмеров гидроструйной насосной установки.

Представлена схема испытательного стенда и экспериментального образца усовершенствованной гидроструйной насосной установки с измерительным оборудованием и приборами для проведения экспериментальных исследований и лабораторных испытаний на стендовой скважине.

**Ключевые слова:** классификация, гидроструйная насосная установка, экспериментальное исследование, результат, лабораторное испытание, сравнительный анализ испытания, подача, напор, КПД.

**Введение.** В системе сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ в Казахстане для подъёма воды из подземных водоисточников ранее широко использовались гидроструйные насосные установки, состоящие из центробежного насоса, установленного на поверхности земли и насосной части со струйным насосом, опущенных во внутрь скважины под динамический уровень воды. Преимуществом которых по сравнению с другими насосными установками аналогичного назначения является высокая эксплуатационная надёжность насосной части, а основным недостатком – низкий общий КПД до 0,18 – 0,44 из-за высокого потребного давления для выполнения технологического процесса водоподъёма, которые могут быть устранены посредством использования усовершенствованной гидроструйной насосной установки, работающей по альтернативной технологии водоподъёма, позволяющей снизить потребный напор насос-

ной установки в 1,5 – 2 раза, повысить полезную подачу в 2-4 раза и увеличить КПД в 1,1-2 раза [1-4]. Классификация гидроструйных насосных установок не разрабатывалась, что затрудняло выбрать эффективную конструктивно-технологическую схему гидроструйной насосной установки. Экспериментальные исследования и лабораторные испытания по технологии водоподъема из скважин с использованием усовершенствованной гидроструйной насосной установки не проводились, однако практическое применение отдельно каждого процесса имело место: подсос воды использовался в струйных насосах [1-4], в технологии беструбного водоподъема [5] и погружных электронасосов со всасывающими устройствами [6], в эрлифтных водоподъемниках [7], при этом использование каждого процесса имеет положительный результат и актуален в прикладных исследованиях.

**Цель исследования:** получение результатов по обоснованию классификации гидро-струйных насосных установок, по проведению экспериментальных исследований и лабораторных испытаний усовершенствованной гидроструйной насосной установки, работающей по альтернативной технологии водоподъема, позволяющей снизить потребный напор насосной установки в 1,5-2 раза, повысить полезную подачу в 2-4 раза и увеличить КПД в 1,1-2 раза.

**Метод.** В работе использовались патентные исследования с обзором работ, которые выполнялись по существующим методикам: выявлением близких аналогов, анализом существующих работ и использованием их в разработке [8,9]. Экспериментальные исследования проводились по изучению технологического процесса водоподъема из скважин, протекающих процессов в используемых струйных насосах – определение подачи полезной в зависимости от подачи центробежного насоса, определение потерь напора и коэффициентов трения в струйных насосах, коэффициента эжекции и проверке достоверности полученных теоретических предпосылок [10].

**Результаты и обсуждение.** На основании анализа выполненных работ и патентных исследований по технологиям водоподъема из подземных водоисточников гидроструйными насосными установками и разработанных по ним конструкций, предложена обоснованная классификация гидроструйных насосных установок (рисунок 1), которая позволяет, в зависимости от поставленной задачи, правильно выбрать необходимую конструктивно-технологическую схему, тип



Рисунок 1 – Классификация гидроструйных насосных установок

струйного насоса и его исполнение при разработке необходимых эффективных типоразмеров гидроструйной насосной установки [1-4,10].

Согласно обоснованной классификации, гидроструйные насосные установки разделены по технологии водоподъёма и конструктивно-технологическим схемам их исполнения, отличительным техническим и технологическим способам водоподъёма на типы и подтипы [10].

На основании обоснованной классификации разработан усовершенствованный экспериментальный образец гидроструйной насосной установки для проведения экспериментальных исследований и лабораторных испытаний.

Испытательный стенд и экспериментальный образец усовершенствованной гидроструйной насосной установки были разработаны для проведения экспериментальных исследований по традиционной и альтернативной технологии водоподъёма из скважин с использованием струйных насосов для подсоса воды и атмосферного воздуха, и проведения лабораторных испытаний гидроструйной насосной установки.

Экспериментальные исследования и лабораторные испытания экспериментального образца усовершенствованной гидроструйной насосной установки проведены на специально подготовленном испытательном стенде с измерительным оборудованием и приборами (рисунок 2) [10].

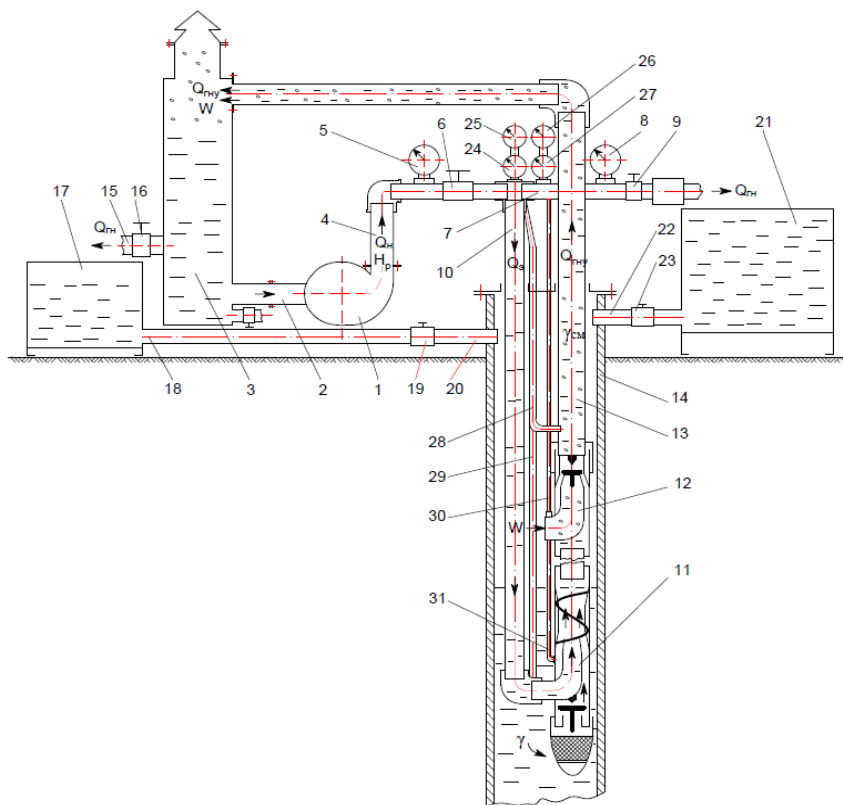


Рисунок 2 – Схема испытательного стенда и экспериментального образца усовершенствованной гидроструйной насосной установки с измерительным оборудованием и приборами

Испытательный стенд (см. рисунок 2) состоит из центробежного насоса 1, всасывающего патрубка 2, ёмкости приёмной 3, напорного патрубка центробежного насоса 4, манометра центробежного насоса 5, задвижки насоса 6, трубы отводной 7, манометра отводной трубы 8, задвижки отводной 9, трубопровода нагнетаемого 10, струйного насоса для подсоса воды 11, струйного насоса для подсоса атмосферного воздуха, водоподъёмного трубопровода 13, стендовой скважины 14, трубы отвода воды из ёмкости 15, задвижки ёмкости приёмной 16, мерной ёмкости замера полезной подачи для варианта 2 17, отводной трубы мерной ёмкости 18, задвижки мерной ёмкости для варианта 2 19, отводного патрубка 20, мерной ёмкости для варианта 1 21, отводной трубки 22, задвижки мерной ёмкости для варианта 1 23, образцового манометра струйного насоса с подсосом воды 24, образцового манометра струйного насоса с подсосом воздуха 25, вакуумметра струйного

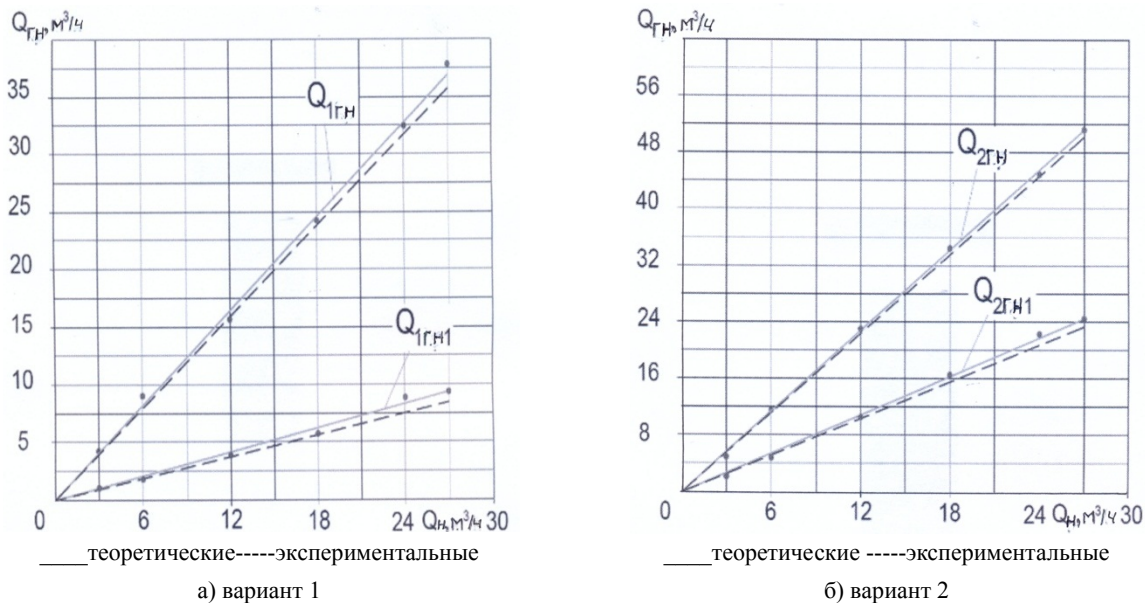


насоса с подсосом воздуха 26, вакуумметра струйного насоса с подсосом воздуха 27 и соединительных гидрошлангов манометров и вакуумметров 28,29,30,31.

Экспериментальные исследования проведены на экспериментальном образце гидроструйной насосной установки с центробежным насосом СР 220 В с параметрами: подача  $Q_n = 3-27 \text{ м}^3/\text{ч}$  при напоре  $H_p = 37,5-25 \text{ м}$ , потребляемая мощность  $N_n = 1,7 - 3,2 \text{ кВт}$  и КПД  $\eta_n = 0,18 - 0,60$  и струйными насосами с оптимальными параметрами активных и пассивных сопел:  $D_{ca1} = 35 \text{ мм}$ ,  $D_{cp1} = 56 \text{ мм}$ ,  $D_{ca2} = 56 \text{ мм}$ ,  $D_{cp2} = 26,5 \text{ мм}$ .

Результаты экспериментальных исследований технологического процесса гидроструйной насосной установки представлены графиками (рисунок 3) - зависимость: полезной подачи гидроструйной насосной установки  $Q_{гн}$  от подачи  $Q_n$  центробежного насоса СР 220 В:  $Q_{1гн1}$  - по традиционной технологии водоподъёма (а) вариант 1) и  $Q_{1гн}$  - по альтернативной технологии водоподъёма (а) вариант 1);  $Q_{2гн1}$  - по традиционной технологии водоподъёма (б) вариант 2) и  $Q_{2гн}$  - по альтернативной технологии водоподъёма (б) вариант 2).

В результате исследований установлено, что подача гидроструйной насосной установки полезная составляет: для традиционной технологии водоподъёма (см. рисунок 3 а)  $Q_{1гн1} = 6-9 \text{ м}^3/\text{ч}$  (вариант 1) и (см. рисунок 3 б)  $Q_{2гн1} = 16,2-24,3 \text{ м}^3/\text{ч}$  (вариант 2) и для альтернативной технологии водоподъёма (см. рис.3а и рис.3б)  $Q_{1гн} = 24-36 \text{ м}^3/\text{ч}$  (вариант 1) и  $Q_{2гн} = 34,2-51,3 \text{ м}^3/\text{ч}$  (вариант 2) при изменении подачи центробежного насоса от  $18 \text{ м}^3/\text{ч}$  до  $27 \text{ м}^3/\text{ч}$  при высотах водоподъёма  $H = 20 - 30 \text{ м}$  и коэффициенте эжекции струйного насоса с подсосом воды: для варианта 1  $K_{э1} = 0,5$ , для варианта 2  $K_{э1} = 0,9$  [9,10,11,12].



$Q_{1гн1}$  - по традиционной технологии водоподъёма (а) вариант 1) и  $Q_{1гн}$  - по альтернативной технологии водоподъёма (а) вариант 1);  $Q_{2гн1}$  - по традиционной технологии водоподъёма (б) вариант 2) и  $Q_{2гн}$  - по альтернативной технологии водоподъёма (б) вариант 2)

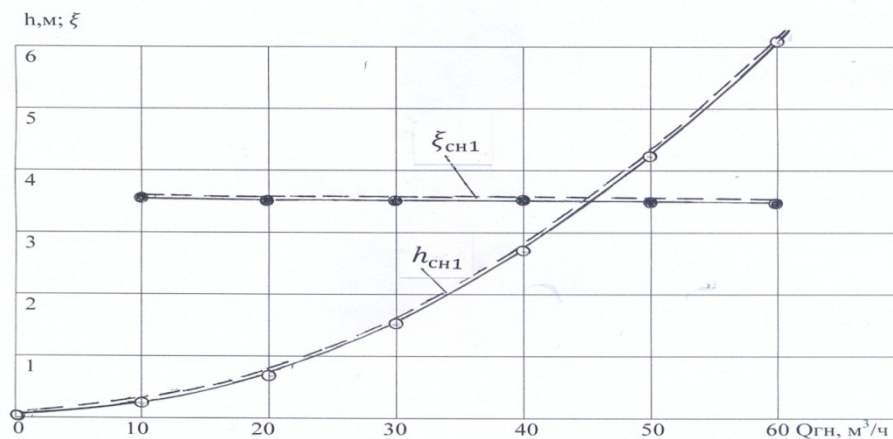
Рисунок 3 – Зависимость полезной подачи гидроструйной насосной установки  $Q_{гн}$  от подачи  $Q_n$  центробежного насоса СР 220 В

Достоверность теоретических формул, приведённых на графиках зависимостей  $Q_{гн} = f(Q_n)$ , подтверждены экспериментально (расхождение не превышает 3-5%). Из графиков (см. рис. 3 а) и б) явно прослеживается преимущество альтернативной технологии водоподъёма с использованием усовершенствованной гидроструйной насосной установки по сравнению с традиционной технологией водоподъёма.

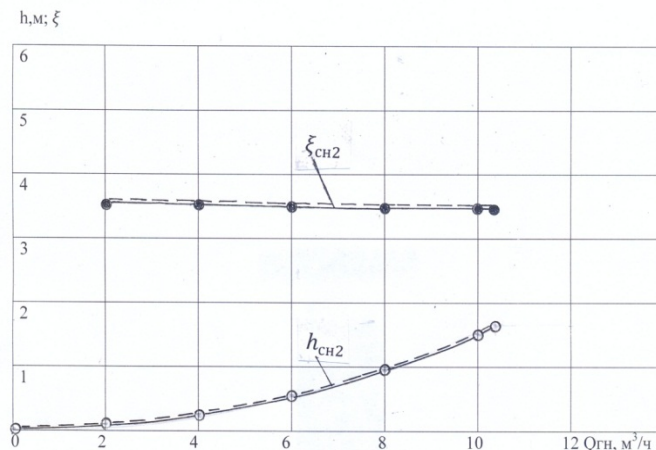
Результаты исследований по определению потерь напора  $h_{сн1}$  и коэффициентов трения  $\xi_{сн1}$  в струйных насосах гидроструйной насосной установки представлены графиками зависимостей  $h_{сн1}$ ,  $\xi_{сн1} = f(Q_{гн1})$  для двух вариантов насосных установок: сельскохозяйственного водоснабжения (вариант 1) при проектной подаче насосной установки  $Q_n = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$  (рисунок 4) и обводнения

пастбищ (вариант 2) при проектной подаче насосной установки  $Q_{п} = 3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$  (рисунок 5), из которых следует, что потери напора  $h_{сн1}$  в струйных насосах с увеличением подачи гидроструйной насосной установки  $Q_{гн1}$  увеличиваются при постоянном значении их основных параметров – внутренних диаметров активных сопел  $D_{сai} = \text{const}$ , которые составили для гидроструйной насосной установки сельскохозяйственного водоснабжения (вариант 1) при изменении подачи от  $25 \text{ м}^3/\text{ч}$  до  $61,3 \text{ м}^3/\text{ч}$   $h_{сн} = 1,2 \text{ м} - 6,1 \text{ м}$  и  $\xi_{сн} = 3,4 - 3,6$ , а для гидроструйной насосной установки обводнения пастбищ (вариант 2) при изменении подачи от  $3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$  до  $10,3 \text{ м}^3/\text{ч}$   $h_{сн} = 0,2 \text{ м} - 1,6 \text{ м}$  и  $\xi_{сн} = 3,4 - 3,6$ .

Расхождения экспериментальных значений  $h_{сн1}$  и  $\xi_{сн1}$  от теоретических не превышают 2-3 %. Экспериментально определены вакуумные напоры в струйных насосах с подсосом воды  $H_{\text{вак1}}$  и с подсосом атмосферного воздуха  $H_{\text{вак2}}$ , которые составили от 1,38 м до 7,5 м при средних значениях соответственно 1,9 м и 5,8 м. Достоверность теоретических формул по определению вакуумного напора  $H_{\text{вак1}}$  и  $H_{\text{вак2}}$ , подтверждено экспериментально (расхождение составляет до 3-5%).



— теоретические — экспериментальные  
 Рисунок 4 – Зависимости потерь напора  $h_{сн1}$  и коэффициентов трения  $\xi_{сн1}$  в струйных насосах от подачи  $Q_{гн1}$  гидроструйной насосной установки сельскохозяйственного водоснабжения (вариант 1)



— теоретические — экспериментальные  
 Рисунок 5 – Зависимости потерь напора  $h_{сн2}$  и коэффициентов трения  $\xi_{сн2}$  в струйных насосах от подачи  $Q_{гн2}$  гидроструйной насосной установки обводнения пастбищ (вариант 2)

Исследования позволили выявить, что достигаемый положительный эффект в конструкции с вихревым подводом всасываемой жидкости значительно больше, чем для конструкции с обычным прямоточным подводом, на основании чего можно полагать о предпочтительности применения данной конструкции в случаях, когда требуется увеличить подачу струйного насоса.

Полагая, что коэффициент эжекции зависит от интенсивности передачи энергии активного потока пассивному, заключили, что чем больше активный поток передаст кинетическую энергию пассивному, тем эффективнее используется поверхность активной струи, которая является рабочей, тем больше значение коэффициента эжекции [11,12].

Экспериментальные данные показали, что закрутка всасываемого потока оказывает сильное влияние на рабочие характеристики струйных насосов.

При увеличении степени закрутки увеличивается интенсивность смешения потока, возникают большие градиенты давления в радиальном и осевом направлениях, что приводит к увеличению коэффициента эжекции.

Кроме того, критерием оценки повышения коэффициента эжекции  $K$  для закручивающего (вихревого) способа подвода воды в приёмную камеру пассивного сопла струйного насоса является параметр закрутки  $S$  (рисунок 6).

Параметр закрутки  $S$  представляет собой безразмерное отношение осевой компоненты потока момента количества движения к произведению осевой компоненты потока количества движения и эквивалентного радиуса сопла [9]. Параметр закрутки также может быть представлен в виде:

$$S = \frac{G/2}{1 - (G/2)^2}, \text{ где } G = U_w/U_0 - \text{отношение окружной компоненты скорости к осевой.}$$

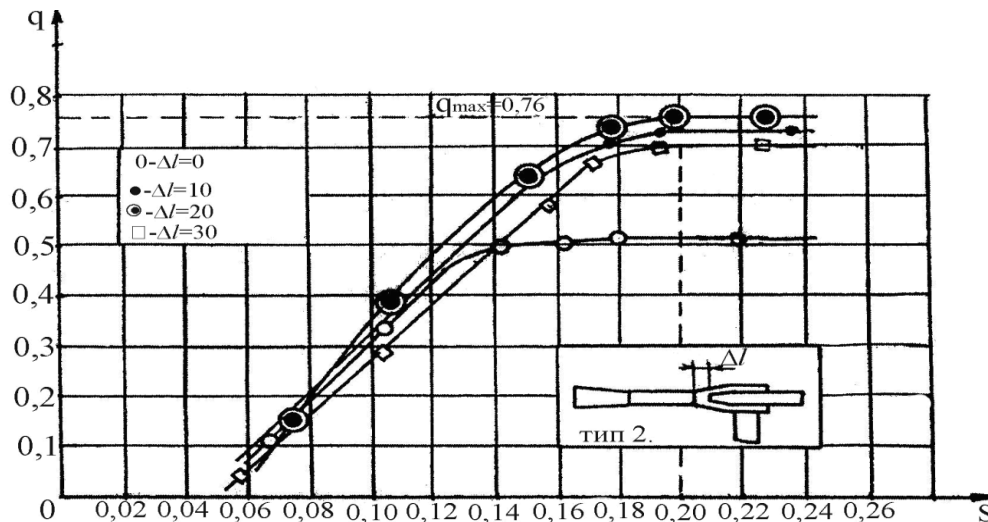


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента эжекции  $K$ , от параметра закрутки  $S$  для закручивающего (вихревого) способа подвода воды в приёмную камеру пассивного сопла струйного насоса

На графиках (см. рис.6) даны экспериментальные зависимости коэффициента эжекции  $K$ , от параметра закрутки  $S$  для закручивающего (вихревого) способа подвода воды в приёмную камеру пассивного сопла струйного насоса при разных значениях расстояния от активного сопла до смесительной камеры  $\Delta l = 0; 10$  мм; 20 мм и 30 мм, из которых следует, что коэффициент эжекции  $K$ , повышается при всех значениях  $\Delta l$  при увеличении параметра закрутки  $S$  до  $S=0,20$  (критического значения), после чего дальнейшее увеличение параметра закрутки не влияет на увеличение коэффициента эжекции, максимальный коэффициент эжекции  $K$ , изменяется от 0,52 до 0,76, оптимальное значение  $\Delta l = 20$  мм.

Даны результаты лабораторных сравнительных испытаний гидроструйной насосной установки с использованием центробежного насоса СР 220В для двух вариантов технологического процесса (традиционного и альтернативного) для сельскохозяйственного и пастбищного водоснабжения [15].

Лабораторные испытания показали, что гидроструйная насосная установка для сельскохозяйственного водоснабжения по альтернативной технологии водоподъёма превосходит по всем параметрам гидроструйную насосную установку, работающей по традиционной технологии водоподъёма: подача оптимальная  $Q_{1гн} = 24-36$  м<sup>3</sup>/ч выше  $Q_{1гн1} = 6-9$  м<sup>3</sup>/ч в 4 раза, потребный напор  $H_{1гн} = 12,5-18,75$  м ниже  $H_{1гн1} = 25-37,5$  м в 2 раза; оптимальное значение КПД  $\eta_{1гн} = 0,38-0,40$

выше  $\eta_{1гн1}=0,19-0,20$  в 2 раза. В результате сравнительного анализа доказана эффективность использования гидроструйной насосной установки, работающей по альтернативной технологии водоподъёма [10].

Лабораторные испытания показали, что гидроструйная насосная установка для пастбищного водоснабжения по альтернативной технологии водоподъёма также превосходит по всем параметрам гидроструйную насосную установку, работающей по традиционной технологии водоподъёма: подача оптимальная  $Q_{2гн} = 34,2 - 51,3$  м<sup>3</sup>/ч выше  $Q_{2гн1} = 16,2-24,3$  м<sup>3</sup>/ч в 2,1 раза, потребный напор  $H_{2гн} = 12,5-18,5$  м ниже  $H_{1гн} = 25-37,5$  м в 2 раза; оптимальное значение КПД  $\eta_{2гн} = 0,55-0,57$  выше  $\eta_{2гн1} = 0,52-0,54$  в 1,1 раза. В результате сравнительного анализа доказана эффективность использования гидроструйной насосной установки для обводнения пастбищ, работающей по альтернативной технологии водоподъёма [10].

**Выводы.** 1. В результате проведённых экспериментальных исследований усовершенствованного образца гидроструйной насосной установки определены зависимости подачи гидроструйной насосной установки полезной  $Q_{гн}$  от подачи  $Q_n$  центробежного насоса СР 220 В для варианта 1 и варианта 2 технологического процесса при использовании струйного насоса с подсосом воды и от совместного использования струйных насосов с подсосом воды и атмосферного воздуха, которые показали преимущество гидроструйной насосной установки, работающей по альтернативной технологии водоподъёма в увеличении полезной подачи и КПД и снижении потребного напора насосной установки  $\eta_{гн}$ .

2. На основании лабораторных сравнительных испытаний гидроструйной насосной установки с использованием центробежного насоса СР 220В для двух вариантов технологического процесса: традиционного и альтернативного для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ доказана эффективность её использования по альтернативной технологии водоподъёма по сравнению с традиционной в снижении потребного напора в 1,5-2 раза, повышении полезной подачи в 2-4 раза и увеличении КПД в 1,1-2 раза.

**Ш. А. Абдрешов, А. Е. Алдиярова, Е. Т. Кайпбаев**

«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ, Алматы, Қазақстан

### **ЖЕТІЛДІРІЛГЕН ГИДРОАҒЫНДЫ СОРАП ҚОНДЫРҒЫСЫН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ**

**Аннотация.** Ғылыми мақала гидроағынды сорап қондырғыларын жіктеуді негіздеуге, жетілдірілген гидроағынды сорап қондырғыларының тәжірибелік үлгісін жасауға бағытталған, эксперименттік зерттеулер жүргізу – дәстүрлі және балама су көтеру технологиясымен жұмыс істейтін сорғы қондырғысының екі нұсқасы үшін пайдаланылатын  $Q_n$  орталықтан тепкіш сорғының берілуіне байланысты пайдалы  $Q_{гн}$  анықтау, ағынды сорғыдағы  $h_{сн1}$  қысым шығынын және  $\xi_{сн1}$  үйкеліс коэффициенттерін айқындау,  $K_c$  эжекция коэффициентін ағынды сорғының қабылдау камерасына су берудің  $S$  бұрылу параметрінен және ауылшаруашылығы суымен жабдықтауға және жайылымды суландыруға арналған гидроағынды сорап қондырғысын зертханалық сынақтан өткізу. «ҚазҰАУ» КЕАҚ-да әзірленген жетілдірілген гидроағынды сорап қондырғысы эксперименттік зерттеулері мен зертхана сынақтарының эксперименттік үлгісінің нәтижелері келтірілген. Технологиялық процестің екі нұсқасы: балама нұсқаның пайдалы берілуін 2-4 есе арттыру, қажетті қысымды 1,5-2 есе төмендету және ПӨК 1,1-2 есе арттыру негізінде балама және дәстүрлі гидроағынды сорап қондырғының салыстырмалы сынақтарының нәтижелеріне талдау жасалды.

Зерттеудің мақсаты – гидроағынды сорап қондырғысын жіктеуді негіздеу, сорғы қондырғысының қажетті қысымын төмендетуге, пайдалы берілісті арттыруға және жетілдірілген гидроағынды сорап қондырғысының тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін балама су көтеру технологиясымен жұмыс істейтін жетілдірілген гидроағынды сорап қондырғысына тәжірибелік, зертханалық зерттеулер жүргізу.

Жұмыста қолданыстағы әдістеме бойынша орындалған жұмыстарға шолу жасау арқылы патенттік зерттеулер пайдаланылды: жақын аналогтарды анықтау, қолданыстағы жұмыстарды талдау және оларды әзірлеуде пайдалану.

Тәжірибелік зерттеулер ұнғымадан су көтерудің технологиялық процесін, пайдаланылған ағынды сорғыдағы процестерді зерттеу бойынша жүргізілді, яғни орта тепкіш сорғының берілуіне байланысты пайдалы берілісті анықтау, ағынды сорғыдағы қысым мен үйкеліс коэффициенттерінің жоғалуын, эжекция коэффициентін анықтау және алынған теориялық дұрыстығын тексеру.

Гидроағынды сорап қондырғыларымен және соның негізінде жасалған конструкциямен жерасты су көзінен су тарту технологиялары бойынша орындалған жұмыстар мен патенттік зерттеулерді талдау негізінде гидроағынды сорап қондырғыларының негізделген жіктемесі ұсынылған, аталған міндетке байланысты қажетті құрылымдық-технологиялық схеманы, ағынды сорғы түрін және гидроағынды сорап қондырғысының қажетті тиімді өлшемін әзірлеуде оның орындалуын дұрыс таңдауға мүмкіндік береді.

Сынақ стендінің схемасы және стендтік ұңғымада эксперименттік зерттеулер мен зертханалық сынақтар жүргізуге арналған өлшеу жабдықтары мен аспаптары бар жетілдірілген гидроағынды сорап қондырғысының эксперименттік үлгісі ұсынылған.

**Түйін сөздер:** жіктеу, гидроағынды сорап қондырғысы, тәжірибелік зерттеу, нәтиже, зертханалық сынақ, салыстырмалы сынақ талдауы, қысым, ПӘК.

**Sh. A. Abdreshov, A. E. Aldiyarova, E. T. Kaypbaev**

Non-profit joint stock company Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

### RESEARCH RESULTS OF THE IMPROVED HYDRAULIC JET PUMPING UNIT

**Abstract.** The scientific article is aimed at substantiating the classification of hydraulic jet pumping units, developing an experimental model of an improved hydraulic jet pumping unit, conducting experimental studies - determining the useful flow  $Q_{\text{ГН}}$  depending on the flow rate of the centrifugal pump used  $Q_{\text{Н}}$  for two variants of the pumping unit operating according to the traditional and alternative technology of water lifting, determination of the head losses  $h_{\text{сн}}$  and friction coefficients  $\xi_{\text{сн}}$  in jet pumps, increasing the ejection coefficient  $K_e$  from the swirl parameter  $S$  of water supply to the intake chamber of the jet pump and laboratory tests of the hydraulic jet pumping unit for agricultural water supply and irrigation of pastures. The results of experimental studies and laboratory tests of an experimental model of an improved water-jet pumping unit, developed at NAO KazNAU, are presented. An analysis is given of the results of comparative tests of a hydraulic jet pumping unit for two variants of the technological process: an alternative and a traditional one with an increase in the effective supply of an alternative option by 2-4 times, a decrease in the required pressure by 1.5-2 times and an increase in efficiency by 1.1-2 times.

The aim of the study is to obtain results to substantiate the classification of hydraulic jet pumping units, to carry out experimental studies and laboratory tests of an improved hydraulic jet pumping unit operating according to an alternative water lifting technology, which allows to reduce the required head of the pumping unit, increase the useful flow and increase the efficiency of the improved hydraulic jet pumping unit.

The work used patent research with a review of works that were carried out according to existing methods: identifying close analogues, analyzing existing works and using them in development. Experimental studies were carried out to study the technological process of water rise from wells, the processes occurring in the used jet pumps - determining the useful flow depending on the flow of a centrifugal pump, determining the pressure losses and friction coefficients in jet pumps, the ejection coefficient and checking the reliability of the theoretical assumptions obtained.

Based on the analysis of the work performed and patent research on technologies for lifting water from underground water sources by hydraulic jet pumping units and designs developed for them, a substantiated classification of hydraulic jet pumping units is proposed, which allows, depending on the task at hand, to correctly choose the necessary structural and technological scheme, type of jet pump and its implementation in the development of the required effective standard sizes of the hydraulic jet pumping unit.

The scheme of the test bench and the experimental model of the improved hydraulic jet pumping unit with measuring equipment and instruments for conducting experimental research and laboratory tests on a bench well is presented.

**Key words:** classification, hydraulic jet pumping unit, experimental study, result, laboratory test, comparative analysis of the test, flow rate, head, efficiency.

#### Information about authors:

Abdreshov Shamil Askarovich, PhD Candidate, Department of Water Resources and Melioration, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; a\_shamil-80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3385-2181>

Aldiyarova Ainura Esirkepovna, PhD, associate Professor of the Department of «Water Resources and Melioration», Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; ainur\_005@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6017-5182>



Kaipbayev Yerbolat Tolganbayevich, PhD, associate Professor of, Department of Water Resources and Land Reclamation, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; yerbolat.kaipbayev@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7931-7881>

#### REFERENCES

- [1] Usakovsky V.M. Water supply and sanitation in agriculture. M.: Kolos, 2002. 328 p.
- [2] Means of mechanization and bases of calculation of agricultural water supply systems / M.V. Lugovsky, L.N. Kashekov, V.M. Usakovsky, N.P. Belozerov, P.K. Likhoedenko, P.D. Khoruzhiy. M.: Mashinostroenie, 1969. 263 p.
- [3] Turk V.I. Pumps and pumping stations. M.: Stroyizdat, 1961. 333 p.
- [4] Kaplan R.M., Yakovlev A.A. Mechanization of water supply in pastures. Alma-ATA: Kainar, 1986. 184 p.
- [5] Zhakupova Z., Yakovlev A., Yespolov T., Ghinassi G., Sarkynov Y. Experimental Study into the Processes Running in Hydraulic Pumps upon Pipeless Water Lifting from Wells by Means of Electrical Submersible Pump. Vol. 13 (3). 1499-1513. September 2016.
- [6] Nietalieva A.A., Espolov T.I., Yakovlev A.A., Sarkynov E.S., Zhakupova Zh.Z. Water lifting from wells using submersible electric pump and suction devices // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). ISSN: 2277-3878. Vol. 8, Issue 1, May 2019.
- [7] Kaipbayev Ye., Yespolov T., Sarkynov Ye., Yakovlev A., Aldiyarova A. Investigation into water lifting from wells using vacuum (airlift) pump assembly for flooding of pastures // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). Vol. 9, Issue 1, January 2018. P. 792-804.
- [8] Patent KZ No. 33182. Jet pump // Yespolov T.I., Seitassanov I.S., Abdreshov Sh.A., Baizhigit A.K., Baspakova G.R., Zhalaeva G.I., Publ.22.10.2018, bul. # 39.
- [9] Abdreshov Sh.A., Seytasanov I.S. Investigation of flow twist in pumps // Scientific Light: Journal no. 18 (2018). Wroclaw, Poland: 2018. ISSN 0548-7110. P. 3-4.
- [10] Abdreshov Sh.A., Seitassanov I.S., Yakovlev A.A., Zulpykharov B.A., Zhakupova Zh.Z. Technology of water lifting from wells using an improved water jet pump installation // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD) ISSN (P): 2249-6890; ISSN (E): 2249-8001. Vol. 9, Issue 6, Dec 2019, P. 1155-1166.
- [11] Gupta A., Lilly D., Syred N. Swirling flows. Translated from English. M.: Mir, 1987. 589 p.
- [12] Lyamaev B.F. Water Jet pumps and installations. M.: Mashinostroenie. 1988. 277 p.

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)**

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, А. Ахметова*  
Верстка *Д. А. Абдрахимовой*

Подписано в печать 15.12.2020.  
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
17,6 п.л. Тираж 300. Заказ 6.