

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ

Научная статья
УДК 621.646

Современные задвижки с мягкими запорными элементами для трубопроводов мелиоративных систем

Олег Владимирович Воеводин¹, Антон Леонидович Кожанов²

^{1,2}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹Vovteh@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>

²AntonKozhanov1983@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4240-1967>

Аннотация. Цель: анализ существующих типов задвижек и последних разработок с созданием современной задвижки с мягким запорным элементом для трубопроводов мелиоративных систем. **Материалы и методы.** При проведении анализа существующих конструктивных решений запорно-регулирующей арматуры рассматривались разнообразные виды затворов, защищенные патентами Российской Федерации и предложенные рядом авторов в технической литературе, с применением методов научных исследований. При создании конструкции методология работы заключалась в систематизации данных с применением модельно-ориентированного проектирования. **Результаты.** В результате изучения и анализа различных источников информации было выявлено, что в задвижках в основном применяют три вида затворов, такие как шибер (лист), клин и диск. В связи с этим был проведен анализ их конструктивных решений для выявления достоинств и недостатков у каждого из видов. Были выявлены основные недостатки, заключающиеся в завышенных прочностных характеристиках, зачастую не требующихся на низконапорной трубопроводной сети, в сложностях конструкций из-за большого количества деталей, которые приводят к удорожанию задвижки. При создании современной запорно-регулирующей арматуры необходимо уходить от трущихся элементов для повышения надежности, выполнять ее в ремонтпригодном исполнении как с ручным, так и с автоматизированным способом регулирования. На основании полученных результатов была предложена конструкция запорно-регулирующей задвижки с мягким затвором, на которую получен патент. **Выводы.** Предложенная конструкция задвижки относится к области трубопроводной арматуры. Может применяться в трубопроводах с низким давлением в качестве запорно-регулирующей арматуры для регулирования потока воды или открытия-закрытия с целью подачи или прекращения подачи воды. Запорная арматура реализована в виде мягкого затвора из эластичного водонепроницаемого материала, выполненного по форме закрытого самопересекающегося тора.

Ключевые слова: мелиоративная система, трубопроводная сеть, запорно-регулирующая арматура, задвижка, затвор, мягкий запорный элемент, самопересекающийся тор, регулирование

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные научные исследования в области мелиорации» (г. Новочеркасск, 31 мая 2024 г.).

Для цитирования: Воеводин О. В., Кожанов А. Л. Современные задвижки с мягкими запорными элементами для трубопроводов мелиоративных систем // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 90–105.



CURRENT SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF LAND RECLAMATION

Original article

Contemporary valves with soft shutters for pipelines of reclamation systems

Oleg V. Voevodin¹, Anton L. Kozhanov²

^{1,2}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹Vovteh@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1098-2979>

²AntonKozhanov1983@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4240-1967>

Abstract. Purpose: analysis of existing types of valves and the latest developments with the creation of a modern valve with a soft shutter for pipelines of reclamation systems. **Materials and methods.** When analyzing existing design solutions for shut-off and control valves, various types of valves protected by patents of the Russian Federation and proposed by a number of authors in the technical literature, using scientific research methods were considered. When creating the design, the work methodology was to systematize data using model-based design. **Results.** As a result of the study and analysis of various sources of information, it was revealed that three types of valves such as gate (leaf), wedge and disk are mainly used. In this regard, an analysis of their design solutions was carried out to identify the advantages and disadvantages of each type. The main disadvantages which consisted of overestimated strength characteristics, often not required on a low-head pipeline network, and complex designs due to the large number of parts, which lead to higher prices for the valve, were identified. When creating modern shut-off and control valves, it is necessary to avoid rubbing elements to increase reliability, and to make them in a repairable design with both manual and automated control methods. Based on the results obtained, a design of a shut-off and control valve with a soft shutter was proposed, for which a patent was received. **Conclusions.** The proposed valve design relates to the field of pipeline fittings. It can be used in pipelines with low pressure as shut-off and control valves to regulate the water flow or open and close to supply or stop water supply. The shut-off valve is implemented in the form of a soft shutter made of elastic waterproof material, in the shape of a closed self-intersecting torr.

Keywords: reclamation system, pipeline network, shut-off and control valves, valve, shutter, soft shut-off element, self-intersecting torr, regulation

Evaluation of the research results: the fundamental principles of the article were reported at the All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “Current Scientific Research in the Field of Land Reclamation” (Novocherkassk, May 31, 2024).

For citation: Voevodin O. V., Kozhanov A. L. Contemporary valves with soft shutters for pipelines of reclamation systems. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;93(2):90–105. (In Russ.).

Введение. Начиная с 2014 г. на Российскую Федерацию (РФ) обрушилась волна экономических ограничений, это привело к возникновению дефицита продукции импортного производства. Это также вызвало негативные последствия для предприятий по производству различной продук-

ции, которые остались без импортного оборудования или комплектующих. Вся эта череда событий привела к пониманию того, что необходима разработка собственных изделий и продукции для импортозамещения [1]. В том числе требуется проведение импортозамещения и в сельхозиндустрии. Правительство РФ, стараясь защитить национальные интересы, двигается в сторону развития предприятий разного типа для выпуска продукции, в частности и для мелиоративного сектора АПК.

В последние десятилетия для арматуростроительной отрасли была характерна высокая степень импортозависимости: 30–80 % потребления. Но после введения санкций сильно выросла стоимость арматуры и сократился импорт кранов, регулирующей арматуры, затворов дисковых поворотных, задвижек стальных и из литейного чугуна с применением различного материала в запорно-регулирующих элементах и др.

Для активного замещения импортных товаров необходимо применять новые стратегии, материалы, конструкции, которые уменьшают стоимость изделий без снижения надежности и долговечности.

Если рассматривать мелиоративный сектор, имеется большой пробел, как в дождевальной технике, так и в другом оборудовании, в т. ч. различных видах задвижек, которые применяются на закрытой напорной сети и на насосных станциях. При этом при рассмотрении любой системы, в т. ч. мелиоративной, всегда возникает необходимость в регулировании потоков или прекращении подачи воды на отдельных участках для проведения технического обслуживания или различного вида ремонтов. Для осуществления таких работ и требуется установление запорно-регулирующих устройств, которые позволяют проводить регулирование режимов подачи воды для оптимального функционирования системы и сооружений, например насосных станций [2–5].

Так, согласно ГОСТ 24856¹, задвижка – это тип арматуры, у которой запирающий или регулирующий элемент перемещается перпендикулярно оси потока рабочей среды.

Основными применяемыми запирающими или регулируемыми элементами в задвижках могут быть диски, шиберы, клины [6–9].

Рассматривая все виды задвижек, видим, что они имеют свои достоинства, но и обладают недостатками, которые выражаются в сложности конструкций, наличии большого числа деталей, это сказывается на трудоемкости в изготовлении [10–12]. Завышенные прочностные характеристики вызывают вопросы о целесообразности при использовании задвижек на трубопроводах низкого давления [13, 14]. Все это говорит о своевременности и актуальности разработки современных конструкций трубопроводной арматуры с мягкими запорно-регулирующими элементами, направленных на импортозамещение отечественными образцами, обеспечение ресурсосбережения за счет реализации современных технологий и средств, повышение эффективности подачи воды для орошения сельскохозяйственных культур.

В связи с этим целью настоящей работы является анализ существующих типов задвижек и последних разработок с созданием современной задвижки с мягким запорным элементом для трубопроводов мелиоративных систем.

Материалы и методы. При проведении анализа существующих конструктивных решений запорно-регулирующей арматуры рассматривались разнообразные виды затворов, защищенные патентами РФ и предложенные рядом авторов в технической литературе. При этом применялись различные методы научного исследования, такие как сравнительный, аналитический и системный.

¹ГОСТ 24856-2014. Арматура трубопроводная. Термины и определения (с поправкой) [Электронный ресурс]. Введ. 2015-04-01. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

При создании конструкции трубопроводной сварной арматуры с мягкими запорно-регулирующими элементами методология работы заключалась в проведении поиска, анализа, систематизации в области трубопроводной арматуры с применением модельно-ориентированного проектирования.

Результаты и обсуждение. На задвижках в основном применяют три вида затворов, такие как шибер (лист), клин и диск, в связи с чем был проведен анализ реестра изобретений и научной литературы по данным видам затворов.

В результате анализа реестра изобретений выявлена конструкция задвижки клиновой сварной, разработанная С. А. Курмаевым, Е. Н. Индюшным и Е. С. Шаньгиным (патент RU 2594542) [15]. Данная задвижка состоит из корпуса, который выполнен в виде тройника. К боковым ответвлениям тройника через приваренные переходники приварены фланцы. Корпус задвижки имеет крышку, а также шток, к нижней части которого прикреплен клин, а к верхней противоположной части прикреплен маховик. Шток снабжен сальниковым узлом, стойкой и подшипниковым узлом. Центральное ответвление снабжено дополнительным фланцем через прокладку с приваренным к нему соединительным фланцем. К этому дополнительному фланцу приварена эллиптическая заглушка, в которой по центру имеется отверстие. В данном отверстии и установлен сальник сальникового узла.

Недостатком данного вида задвижки можно считать сложность конструкции из-за наличия большого числа деталей, повышенную металлоемкость с завышенной прочностной характеристикой, которая в большинстве случаев при установке на трубопроводы низкого давления не требуется, что в свою очередь при многочисленном применении таких задвижек приводит к большому удорожанию системы. Общий вид задвижки клиновой сварной приведен на рисунке 1.

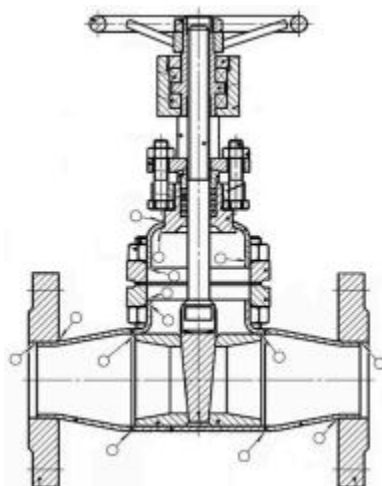


Рисунок 1 – Общий вид задвижки клиновой сварной, предложенной С. А. Курмаевым, Е. Н. Индюшным и Е. С. Шаньгиным [15]

Figure 1 – General view of the welded wedge gate proposed by S. A. Kurmaev, E. N. Indyushny and E. S. Shangin [15]

Известны и другие конструкции клиновых задвижек, например, предложенная И. Р. Шегельманом, Г. Н. Колесниковым, Е. А. Тихоновым и др. (рисунок 2) (патент на полезную модель RU 142494 [16]), которая также состоит из корпуса, уплотнительных элементов, клинового затвора, седел, перепускных каналов, а также задвижки, защищенные патентами RU 2330203, SU 1691638 и др., которые обладают все теми же недостатками.

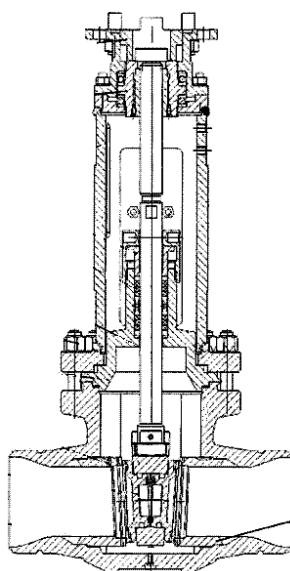


Рисунок 2 – Общий вид задвижки клиновой сварной конструкции И. Р. Шегельмана, Г. Н. Колесникова и Е. А. Тихонова [16]

Figure 2 – General view of a welded wedge gate by I. R. Shegelman, G. N. Kolesnikov and E. A. Tikhonov [16]

Рассматривая задвижки дисковые, можно выделить предложенную В. А. Уфимцевым, А. В. Матвеевым, А. В. Гурьяновым двухдисковую параллельную трубопроводную задвижку [17].

Так, В. А. Уфимцев, А. В. Матвеев и А. В. Гурьянов указывают: «У задвижки корпус снабжен патрубками-щеками, имеется выдвигной шпindel, снабжена затворными дисками, клиновым распорным элементом и крышкой с сальниковым узлом. Выдвигной шпindel нижним концом жестко связан с клиновым распорным элементом, при этом боковые поверхности оснащены фигурными выступами. С задней стороны на затворных дисках выполнены скосы, имеющие фигурные пазы, ответные фигурным выступам клинового распорного элемента. Также на корпусе имеются упоры, которые служат ограничителями движения затворных дисков до их отжатия от патрубков-щек» [17].

Основные недостатки данного вида задвижки – увеличенная металлоемкость для повышения прочности, которая является избыточной и не требуется для большинства перекачивающих трубопроводов, работающих при низких напорах, и сложность конструкции.

Общий вид задвижки двухдисковой приведен на рисунке 3.

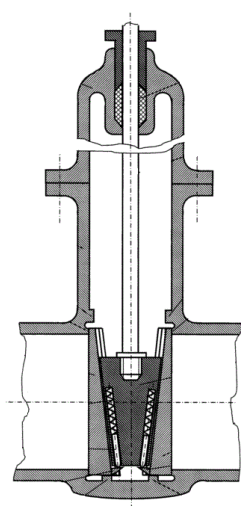


Рисунок 3 – Общий вид задвижки двухдисковой, предложенной В. А. Уфимцевым, А. В. Матвеевым и А. В. Гурьяновым [17]

Figure 3 – General view of the proposed double-disc valve by V. A. Ufimtsev, A. V. Matveev and A. V. Guryanov [17]

Известны и другие конструкции задвижки двухдисковой, например, разработанная Н. М. Калмыковым (патент RU 2384780) [18] (рисунок 4), задвижки дисковой, разработанной Ф. З. Булюковой, Е. Б. Думлером, В. И. Ласыновым (патент RU 212753) [19], и прочие, которые обладают все теми же недостатками.

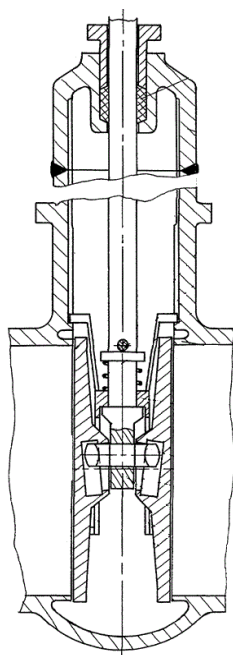


Рисунок 4 – Общий вид задвижки двухдисковой конструкции Н. М. Калмыкова [18]

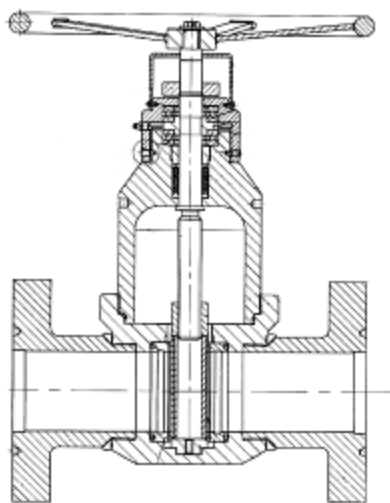
Figure 4 – General view of a double-disc valve designs by N. M. Kalmykov [18]

Рассматривая шиберные задвижки, можно выделить задвижку, также предложенную А. В. Гурьяновым и В. А. Уфимцевым (патент на полезную модель RU 195020) [20]. В данной задвижке корпус представляет собой фигурный стакан, внутри него в основании установлен упор, который контактирует с седлом. С противоположных сторон стакана по наружной поверхности реализованы вертикальные плоскости, а также корпус данной задвижки имеет сквозные отверстия в двух противоположных сторонах. Каждое отверстие совмещено по оси с отверстиями фланцев, которые изготовлены в виде ступенчатого цилиндра по наружной поверхности до диаметра, соответствующего диаметру отверстия в корпусе на одной из

торцевых поверхностей. Изготовление элементов задвижки, таких как фланцы, корпус, бугель и др., производится из стального проката.

Основными недостатками данного вида задвижки являются наличие большого числа разнообразных элементов и деталей, сложность конструкции, материалоемкость, сложности изготовления и завышенные прочностные характеристики для мелиоративной сети.

Общий вид задвижки шиберной приведен на рисунке 5.

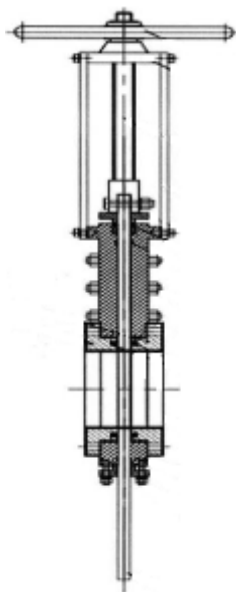


**Рисунок 5 – Общий вид шиберной задвижки конструкции
А. В. Гурьянова и В. А. Уфимцева [20]**

**Figure 5 – General view of the parallel-slide gate
by A. V. Guryanov and V. A. Ufimtsev [20]**

Известны и другие конструкции шиберных задвижек, например, разработанные А. Г. Яруллиным, Э. В. Валиковым и др. (патент на полезную модель RU 188825) [21], И. В. Цыбулько (патент на полезную модель RU 203807) [22] (рисунок 6), и прочие, которые обладают все теми же недостатками.

Для улучшения характеристик, снижения металлоемкости и упрощения конструкций задвижек предлагается создавать современные конструкции трубопроводной сварной арматуры с мягкими запорно-регулирующими элементами, которые будут предназначаться для оснащения закрытых мелиоративных и водохозяйственных систем, насосных станций различного назначения.



**Рисунок 6 – Общий вид шиберной задвижки,
предложенной И. В. Цыбулько [22]**
**Figure 6 – General view of a parallel-slide gate valve,
proposed by I.V. Tsybulko [22]**

По результатам анализа установлены следующие основные требования к арматуре трубопроводов мелиоративных систем:

- задвижки не должны иметь трущихся элементов;
- конструкция задвижки должна быть ремонтпригодной;
- конструкция задвижки должна позволять как ручное, так и автоматизированное управление;
- должна иметь минимальные затраты на изготовление и эксплуатацию.

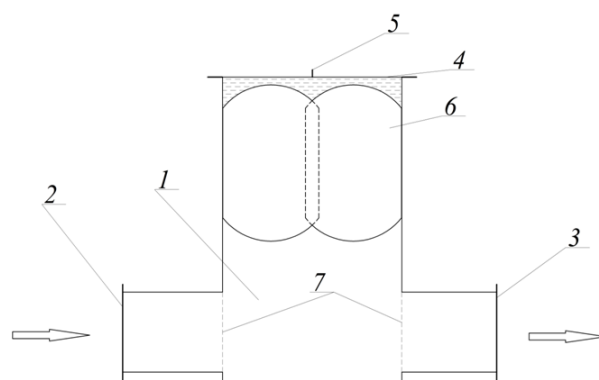
Предлагаемая конструкция задвижки будет относиться к области трубопроводной арматуры. Применение возможно в качестве запорно-регулирующей арматуры, с затвором, выполненным по форме закрытого самопересекающегося тора, в трубопроводах с низким давлением для регулирования потока воды или открытия-закрытия для подачи или прекращения подачи воды [23].

Предлагаемая запорно-регулирующая задвижка имеет мягкий затвор, выполненный из эластичного водонепроницаемого материала в форме закрытого самопересекающегося тора, и жесткий цилиндрический корпус.

При этом внутренняя часть тора заполнена жидкостью, движение его происходит по жесткому цилиндрическому корпусу в плотно прижатом состоянии. Корпус выполняется высотой не менее 2,5 размера диаметра патрубка в месте его примыкания к корпусу. Для создания режимов регулирования и закрытия потока воды необходимо движение тора, поэтому для ограничения трансформации формы тора в местах примыкания корпуса к патрубкам предусмотрены перфорированные ограничители. При этом площадь пропускающей водный поток перфорации предусматривается равной площади живого сечения трубопровода или больше нее.

Применение данной конструкции с использованием тора позволяет исключить трущиеся элементы, что дает возможность повысить надежность конструкции, это и является техническим результатом предложенной запорно-регулирующей арматуры.

Предлагаемая запорно-регулирующая арматура в виде задвижки (рисунок 7) содержит жесткий цилиндрический корпус, совмещенный с входным фланцем через патрубок, крышку с врезанным в нее штуцером для подачи воды и находящийся внутри корпуса закрытый самопересекающийся тор, заполненный жидкостью, в зонах примыкания корпуса к входному и выходному патрубкам установлены перфорированные ограничители.



1 – корпус; 2 – входной патрубок; 3 – выходной патрубок; 4 – крышка; 5 – штуцер;
6 – закрытый самопересекающийся тор; 7 – перфорированные ограничители
1 – body; 2 – inlet pipe; 3 – outlet pipe; 4 – lid; 5 – fitting;
6 – closed self-intersecting torr; 7 – perforrated reducers

Рисунок 7 – Запорно-регулирующая задвижка с мягким затвором [23]
Figure 7 – Shut-off Valve with a Soft Gate [23]

Принцип работы предлагаемой задвижки заключается в том, что через штуцер вводится вода или любая жидкость под давлением больше, чем имеет место на входе в задвижку, в герметичное пространство, образованное жестким корпусом задвижки, крышкой и закрытым самопересекающимся тором, посредством чего тор перемещается в сторону перекрытия потока жидкости. При этом установленные перфорированные ограничители в зоне примыкания корпуса к входным и выходным патрубкам не позволяют изменять форму затвора (тора) при режимах регулирования и закрытия. Для открытия задвижки, т. е. при обратном действии, необходимо через установленный в крышке штуцер отобрать необходимый объем воды (жидкости) из пространства между жестким корпусом, крышкой и закрытым самопересекающимся тором, за счет чего и происходит перемещение тора в сторону открывания (вверх) для свободного прохода потока воды.

Выводы. Рассмотрев основные виды задвижек, такие как шиберные, дисковые и клиновые, провели анализ их конструктивных решений для выявления достоинств и недостатков каждого вида.

В результате проведенного анализа конструктивных решений запорно-регулирующей арматуры были выявлены их достоинства, но самое главное – их основные недостатки, заключающиеся в завышенных прочностных характеристиках, зачастую не требующихся на низконапорной трубопроводной сети, и, как следствие, повышенной металлоемкости, сложности конструкций из-за большого количества деталей и элементов, которые приводят к удорожанию задвижки.

Для создания современной запорно-регулирующей арматуры необходимо уходить от трущихся элементов для повышения надежности, выполнять ее в ремонтпригодном исполнении с возможностью ручного, автоматизированного и автоматического способов регулирования.

Предложенная конструкция задвижки относится к области трубопроводной арматуры. Может применяться в трубопроводах с низким дав-

лением в качестве запорно-регулирующей арматуры для регулирования потока воды или открытия-закрытия для подачи или прекращения подачи воды. Запорная арматура реализована в виде мягкого затвора из эластичного водонепроницаемого материала, выполненного по форме закрытого са-мопересекающегося тора.

Список источников

1. Колотырин Е. А. Импортзамещение в российском арматуростроении // Наукo-ведение [Электронный ресурс]. 2016. Т. 8, № 3. 17 с. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/40EVN316.pdf> (дата обращения: 23.04.2024). DOI: 10.15862/40EVN316. EDN: WIRIXB.
2. Голосовский С. А. Использование различных видов запорно-регулирующей арматуры в трубопроводных системах // Поколение будущего: взгляд молодых ученых – 2023: сб. науч. ст. 12-й Междунар. молодеж. науч. конф., г. Курск, 9–10 нояб. 2023 г. Курск: Унив. кн., 2023. С. 65–66. EDN: NVZUPA.
3. Чебан А. Н. Запорно-регулирующая арматура для сетей водоснабжения и теплоснабжения // Сантехника. 2016. № 2. С. 10–19. EDN: VUCOON.
4. Ермолаев Ф. А. Создание запорной и регулирующей арматуры для объектов ЖКХ // Вестник магистратуры. 2016. № 2, т. 1. С. 37–38. EDN: XQWGOD.
5. Толпаков Р. Б. Запорно-регулирующая арматура в системе теплоснабжения // Шаг в науку. 2022. № 4. С. 76–80. EDN: SBYNWX.
6. Цельнокорпусная дисковая запорно-регулирующая арматура с седлом, выполненным из сплава с эффектом памяти формы / М. А. Самарин, А. В. Дьяченко, Э. Ю. Балаев, Н. А. Шостак // Цветные металлы. 2022. № 6. С. 71–80. DOI: 10.17580/tsm.2022.06.09. EDN: RWUSLG.
7. Чиняев И. Р., Шанаурин А. Л., Фоминых А. В. Гидравлические характеристики шиберного запорно-регулирующего устройства с внутренним байпасом // Трубопроводная арматура и оборудование. 2022. № 4(121). С. 10–13. EDN: JSBAVG.
8. Телепнева А. В., Дымочкин Д. Д., Телепнев М. В. О расчете гидравлических характеристик запорно-регулирующей арматуры // Молодой исследователь Дона. 2019. № 2. С. 49–54. EDN: TEYWIT.
9. Носкова Д. А., Кульшарипов И. М. Проведение сравнительного анализа результатов испытания детали клина клиновой задвижки // Вестник молодого ученого УГНТУ. 2023. № 1(21). С. 32–39. EDN: DZJVRE.
10. Трофимов Е. В., Фоменко Т. А. Сравнительная оценка надежности отечественной и зарубежной трубопроводной арматуры, эксплуатируемой на КС и ЛЧ МГ: инженерный подход // Вестник арматуростроителя. 2019. № 4. С. 100–101.
11. Долотов А. М., Зацарный В. А., Шпаков О. Н. Системный подход к определению энергоэффективности трубопроводной арматуры // Системы. Методы. Технологии. 2015. № 2. С. 66–74. EDN: TWKVTX.
12. Казанцев М. Н., Флегентов И. А. Пути повышения надежности запорной арматуры для магистральных трубопроводов (на примере задвижек шиберных) // Нефтегазовое дело. 2016. № 4. С. 75–81. EDN: WBIVLS.
13. Чиняев И. Р., Шанаурин А. Л., Фоминых А. В. О расчете удельных давлений в задвижках // Трубопроводная арматура и оборудование. 2021. № 5(116). С. 14–15. EDN: CHQJAM.
14. Пинаева Е. Г., Силивина М. И. Гидравлические характеристики трубопроводной арматуры и управление ими // Арматуростроение. 2010. № 4. С. 60–62.

15. Пат. 2594542 Российская Федерация, МПК⁶ F 16 К 3/14, F 16 К 3/18. Двух-дисковая параллельная трубопроводная задвижка / Курмаев С. А., Индюшный Е. Н., Шаньгин Е. С.; патентообладатели Курмаев С. А., Индюшный Е. Н., Шаньгин Е. С. № 2015116772/06; заявл. 30.04.15; опубл. 20.08.16, Бюл. № 23. 9 с. EDN: VJQZTL.

16. Пат. на полез. модель 142494 Российская Федерация, МПК⁶ F 16 К 3/00. Клиновья задвижка / Шегельман И. Р., Колесников Г. Н., Тихонов Е. А., Иванов В. Н., Верещагин А. Н.; заявители и патентообладатели Петрозав. гос. ун-т, Инжиниринговая компания «АЭМ-технологии». № 2014100803/06; заявл. 10.01.14; опубл. 27.06.14, Бюл. № 18. 4 с. EDN: BIOQTK.

17. Пат. 2774560 Российская Федерация, МПК⁶ F 16 К 3/12, F 16 К 27/04. Задвижка клиновья сварная и способ ее сборки / Уфимцев В. А., Гурьянов А. В., Матвеев А. В.; патентообладатель Армтехстрой. № 2021133223; заявл. 16.11.21; опубл. 21.06.22, Бюл. № 18. 10 с. EDN: VPSQLF.

18. Пат. 2384780 Российская Федерация, МПК⁶ F 16 К 3/14, F 16 К 3/18. Двух-дисковая параллельная трубопроводная задвижка с выдвигным шпинделем / Калмыков Н. М.; заявитель и патентообладатель Калмыков Н. М. № 2008102092/06; заявл. 18.01.08; опубл. 20.03.10, Бюл. № 8. 6 с. EDN: ZKMDDN.

19. Пат. на полез. модель 212753 Российская Федерация, МПК⁶ F 16 К 3/06. Задвижка дисковая / Ласынов В. И., Думлер Е. Б., Булюкова Ф. З.; заявитель и патентообладатель Уфим. гос. нефтяной техн. ун-т. № 2022114661; заявл. 30.05.22; опубл. 05.08.22, Бюл. № 22. 2 с. EDN: MBLIPW.

20. Пат. на полез. модель 195020 Российская Федерация, МПК⁶ F 16 К 3/02, F 16 К 27/04, F 16 К 3/30. Задвижка шиберная / Уфимцев В. А., Гурьянов А. В.; заявитель и патентообладатель Армтехстрой. № 2019128949; заявл. 14.09.19; опубл. 13.01.20, Бюл. № 2. 7 с. EDN: UKTXZO.

21. Пат. на полез. модель 188825 Российская Федерация, МПК⁶ F 16 К 3/06, F 16 К 27/04. Шиберная задвижка / Яруллин А. Г., Валиков Э. В., Каримов Р. Р., Валиулин Р. Н., Висковатых Е. Н.; заявитель и патентообладатель Управляющая компания ово с огранич. ответственностью «ТМС групп». № 2019101540; заявл. 21.01.19; опубл. 24.04.19, Бюл. № 12. 2 с. EDN: FBUDAP.

22. Пат. на полез. модель 203807 Российская Федерация, МПК⁶ F 16 К 3/02. Шиберная задвижка / Цыбулько И. В.; заявитель и патентообладатель Цыбулько И. В. № 2021100964; заявл. 19.01.21; опубл. 21.04.21, Бюл. № 12. 2 с. EDN: MNUUVW.

23. Пат. 2807832 Российская Федерация, МПК⁶ F 16 К 33/00, F 16 К 13/00. Запорно-регулирующая задвижка с мягким затвором / Воеводин О. В., Кожанов А. Л., Слабунов В. В.; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. № 2023122320; заявл. 28.08.23; опубл. 21.11.23, Бюл. № 33. 3 с. EDN: CBXGSC.

References

1. Kolotyryn E.A., 2016. *Importozameshchenie v rossiyskom armaturostroenii* [Import substitution in Russian valve industry]. *Naukovedenie* [Science]. vol. 8, no. 3, 17 p., URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/40EVN316.pdf> [accessed 23.04.2024], DOI: 10.15862/40EVN316, EDN: WIRIXB. (In Russian).

2. Golosovsky S.A., 2023. *Ispol'zovanie razlichnykh vidov zaporno-reguliruyushchey armatury v truboprovodnykh sistemakh* [The use of various types of shut-off and control valves in pipeline systems]. *Pokolenie budushchego: vzglyad molodykh uchenykh – 2023: sb. nauch. st. 12-y Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii* [Generation of the Future: the View of Young Scientists – 2023: Collec. of Scient. Articles of the 12th International Youth Scientific Conference]. Kursk, Univ. book Publ., pp. 65-66, EDN: NVZUPA. (In Russian).

3. Cheban A.N., 2016. *Zaporno-reguliruyushchaya armatura dlya setey vodosnabzheniya i teplosnabzheniya* [Shut-off and control valves for water supply and heat supply networks]. *Santekhnika* [Plumbing Equipment], no. 2, pp. 10-19, EDN: VUCON. (In Russian).
4. Ermolaev F.A., 2016. *Sozдание zapornoj i reguliruyushchey armatury dlya ob'ektov ZHKKH* [Creation of shut-off and control valves for housing and communal services]. *Vestnik magistratury* [Bulletin of Magistracy], no. 2, vol. 1, pp. 37-38, EDN: XQWGOD. (In Russian).
5. Tolpakov R.B., 2022. *Zaporno-reguliruyushchaya armatura v sisteme teplosnabzheniya* [Shut-off and control valves in the heat supply system]. *Shag v nauku* [Step to Science], no. 4, pp. 76-80, EDN: SBYNWG. (In Russian).
6. Samarin M.A., Dyachenko A.V., Balaev E.Yu., Shostak N.A., 2022. *Tsel'nokorpusnaya diskovaya zaporno-reguliruyushchaya armatura s sedlom, vypolnennym iz splava s efektom pamyati formy* [Solid-body disc valve with a shape memory alloy seat]. *Tsvetnye metally* [Non-Ferrous Metals], no. 6, pp. 71-80, DOI: 10.17580/tsm.2022.06.09, EDN: RWUSLG. (In Russian).
7. Chinyaev I.R., Shanaurin A.L., Fominykh A.V., 2022. *Gidravlicheskie kharakteristiki shibernogo zaporno-reguliruyushchego ustroystva s vnutrennim baypasom* [Hydraulic characteristics of a gate shut-off and control device with an internal bypass]. *Truboprovodnaya armatura i oborudovanie* [Pipe Fittings and Equipment], no. 4(121), pp. 10-13, EDN: JSBAVG. (In Russian).
8. Telepneva A.V., Dymochkin D.D., Telepnev M.V., 2019. *O raschete gidravlicheskih kharakteristik zaporno-reguliruyushchey armatury* [On the calculation of the hydraulic characteristics of shut-off and control valves]. *Molodoy issledovatel' Dona* [Young Researcher of the Don], no. 2, pp. 49-54, EDN: TEYWIT. (In Russian).
9. Noskova D.A., Kulsharipov I.M., 2023. *Provedenie sravnitel'nogo analiza rezul'tatov ispytaniya detali klina klinovoy zadvizhki* [Conducting a comparative analysis of the results of testing the wedge valve part]. *Vestnik mladogo uchenogo UGNTU* [Bullet. of a Young Scientist of USPTU], no. 1(21), pp. 32-39, EDN: DZJVRE. (In Russian).
10. Trofimov E.V., Fomenko T.A., 2019. *Sravnitel'naya otsenka nadezhnosti otechestvennoy i zarubezhnoy truboprovodnoy armatury, ekspluatiruemoy na KS i LCH MG: inzhenernyy podkhod* [Comparative assessment of the reliability of domestic and foreign pipeline valves operated at compressor stations and LC MGs: an engineering approach]. *Vestnik armaturostroitel'ya* [Bullet. of Valve Manufacturer], no. 4, pp. 100-101. (In Russian).
11. Dolotov A.M., Zatsarny V.A., Shpakov O.N., 2015. *Sistemnyy podkhod k opredeleniyu energoeffektivnosti truboprovodnoy armatury* [Systemic approach to energy efficiency of pipeline valves]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologies], no. 2, pp. 66-74, EDN: TWKVTX. (In Russian).
12. Kazantsev M.N., Flegentov I.A., 2016. *Puti povysheniya nadezhnosti zapornoj armatury dlya magistral'nykh truboprovodov (na primere zadvizhek shibernykh)* [Ways to increase the reliability of shut-off valves for main pipelines (using the example of slide gate valves)]. *Neftegazovoe delo* [Oil and Gas Business], no. 4, pp. 75-81, EDN: WBIVLS. (In Russian).
13. Chinyaev I.R., Shanaurin A.L., Fominykh A.V., 2021. *O raschete udel'nykh davleniy v zadvizhkakh* [Calculation of specific pressures in gate valves]. *Truboprovodnaya armatura i oborudovanie* [Pipeline Fittings and Equipment], no. 5(116), pp. 14-15, EDN: CHQJAM. (In Russian).
14. Pinaeva E.G., Silivina M.I., 2010. *Gidravlicheskie kharakteristiki truboprovodnoy armatury i upravlenie imi* [Hydraulic characteristics of pipeline fittings and their control]. *Armaturostroenie* [Valve Manufacturing], no. 4, pp. 60-62. (In Russian).
15. Kurmaev S.A., Indyushny E.N., Shangin E.S., 2016. *Dvukh-diskovaya parallel'naya truboprovodnaya zadvizhka* [Double-disc Parallel Pipeline Valve]. Patent RF, no. 2594542, EDN: BJQZTL. (In Russian).

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 93, № 2. С. 90–105.
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2024. Vol. 93, no. 2. P. 90–105.

16. Shegelman I.R., Kolesnikov G.N., Tikhonov E.A., Ivanov V.N., Vereshchagin A.N., 2014. *Klinovaya zadvizhka* [Wedge Valve]. Patent RF, no. 142494, EDN: BIOQTK. (In Russian).
17. Ufimtsev V.A., Guryanov A.V., Matveev A.V., 2022. *Zadvizhka klinovaya svarnaya i sposob yeye sborki* [Welded Wedge Gate and Method of its Assembly]. Patent RF, no. 2774560, EDN: VPSQLF. (In Russian).
18. Kalmykov N.M., 2010. *Dvukh-diskovaya parallel'naya truboprovodnaya zadvizhka s vydvizhnym shpindel'em* [Double-Disk Parallel Pipeline Valve with a Rising Spindle]. Patent RF, no. 2384780, EDN: ZKMDDN. (In Russian).
19. Lasynov V.I., Dumler E.B., Bulyukova F.Z., 2022. *Zadvizhka diskovaya* [Disc Valve]. Patent RF, no. 212753, EDN: MBLIPW. (In Russian).
20. Ufimtsev V.A., Guryanov A.V., 2020. *Zadvizhka shibernaya* [Parallel-Slide Gate Valve]. Patent RF, no. 195020, EDN: UKTXZO. (In Russian).
21. Yarullin A.G., Valikov E.V., Karimov R.R., Valiulin R.N., Viskovatykh E.N., 2019. *Zadvizhka shibernaya* [Parallel-Slide Gate Valve]. Patent RF, no. 188825, EDN: FBUDAP. (In Russian).
22. Tsybulko I.V., 2021. *Zadvizhka shibernaya* [Parallel-Slide Gate Valve]. Patent RF, no. 203807, EDN: MNUUVW. (In Russian).
23. Voevodin O.V., Kozhanov A.L., Slabunov V.V., 2023. *Zaporno-reguliruyushchaya zadvizhka s myagkim zatvorom* [Shut-off Valve with a Soft Shutter]. Patent RF, no. 2807832, EDN: CBXGSC. (In Russian).

Информация об авторах

О. В. Воеводин – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, Vovteh@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1098-2979;

А. Л. Кожанов – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, AntonKozhanov1983@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4240-1967.

Information about the authors

O. V. Voevodin – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, Vovteh@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1098-2979;

A. L. Kozhanov – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, AntonKozhanov1983@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4240-1967.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.05.2024; одобрена после рецензирования 04.07.2024; принята к публикации 24.07.2024.

The article was submitted 29.05.2024; approved after reviewing 04.07.2024; accepted for publication 24.07.2024.