


ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 626.82;621.644;678

DOI: 10.26897/2687-1149-2022-1-49-54

МОБИЛЬНЫЕ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ С ТРУБОПРОВОДАМИ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УЛЮКИНА ЕЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА , д-р техн. наук, доцентeulykina@rgau-msha.ru ; <https://orcid.org/0000-0002-3048-6836>; Scopus Author ID: 57218137674

ПРОХОРОВ АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ

aleks_proh@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Аннотация. Применение быстросборных (сборно-разборных) трубопроводов является одним из эффективных способов подачи воды для выполнения мероприятий по периодическому орошению сельскохозяйственных земель, особенно в условиях высокой степени износа существующих оросительных систем. В результате исследований физико-химических свойств композитных материалов предложена конструкция линейного элемента сборно-разборного трубопровода, основные технические решения которой учитывают опыт эксплуатации отечественных и зарубежных сборно-разборных трубопроводов в системах орошения. Особенностью предлагаемого линейного элемента является цельная конструкция трубы из композитного материала без сварных швов и соединений с жестко связанными усиливающими металлическими узлами, расположенными в зонах повышенной нагрузки. Полученные в ходе эксперимента характеристики композитных материалов (на примере стеклопластиков, изготовленных с применением различных типов отвердителей) позволяют прогнозировать повышение устойчивости работы и безопасности эксплуатации сборно-разборного трубопровода из композитных материалов за счет возможности изгиба с меньшим радиусом (по сравнению с аналогичными трубопроводами из стали) при прокладке на сильно пересеченной местности.

Ключевые слова: оросительные системы, сборно-разборные трубопроводы, композитные материалы.


Формат цитирования: Улюкина Е.А., Прохоров А.А. Мобильные оросительные системы с трубопроводами из композитных материалов // Агроинженерия. 2022. Т. 24. № 1. С. 49-54. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-1-49-54>.

© Улюкина Е.А., Прохоров А.А., 2022



ORIGINAL PAPER

MOBILE IRRIGATION SYSTEMS WITH PIPELINES MADE OF COMPOSITE MATERIALS

ELENA A. ULYUKINA , DSc (Eng), Associate Professoreulykina@rgau-msha.ru ; <https://orcid.org/0000-0002-3048-6836>; Scopus Author ID: 57218137674

ALEKSANDR A. PROKHOROV

aleks_proh@mail.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation

Abstract. The use of quick-assembly (collapsible) pipelines is one of the effective ways of supplying water for periodic irrigation of agricultural land, especially when using highly worn-out existing irrigation systems. As a result of studies of the physicochemical properties of composite materials, the authors have proposed a linear element design of a collapsible pipeline, the principal technical solutions of which take into account the experience of operating domestic and foreign collapsible pipelines in irrigation systems. A feature of the proposed linear element is the one-piece construction of a pipe made of composite material without welds and joints with rigidly connected reinforcing metal nodes located in areas of increased load. The characteristics of composite materials obtained during the experiment (exemplified by fiberglass made using various types of hardeners) make it possible to predict an increase in the stability and operation safety of a collapsible pipeline made of composite materials due to possible bending with a smaller radius (compared with similar steel pipelines) when laying it on highly rugged terrain.

Key words: irrigation systems, collapsible pipelines, composite materials.

For citation: Ulyukina E.A., Prokhorov A.A. Mobile irrigation systems with pipelines made of composite materials. Agricultural Engineering (Moscow), 2022; 24(1): 49-54. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-1-49-54>.

Введение. Развитие мелиоративного комплекса является одним из приоритетных направлений реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия¹. Современное сельскохозяйственное производство невозможно без мелиорации [1-5], однако 58% существующих в Российской Федерации оросительных систем имеют степень износа выше 75% и находятся в неработоспособном состоянии [6]. В связи с этим вопросы обеспечения условий для работы систем искусственного орошения, в том числе в части принятия оперативных мер по реконструкции или модернизации существующих объектов, приобретают большое значение.

Развитие и реконструкция существующих мелиоративных комплексов невозможны без государственной поддержки. Она оказывается земледельцам в рамках реализации Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 г.² Государство субсидирует затраты на строительство оросительных систем в объеме 50%.

В работах [4, 5] отмечены преимущества применения мобильного быстросборного оросительного оборудования (дождевальных машин, разборных трубопроводов, передвижных насосных станций и другого площадочного оборудования) перед стационарными системами, определяемого модульной конструкцией и сокращением сроков проектирования и монтажа мобильных систем. Традиционно в сельскохозяйственном производстве для водоснабжения и мелиорации использовались стальные трубы, которые довольно быстро разрушались в результате атмосферной коррозии. Наиболее перспективным направлением развития мелиоративных систем является переход к производству труб из полимерных композитных материалов на основе высокопрочных стеклянных, углеродных и органических волокон. Трубы из композитных материалов не подвержены коррозии, относительно легкие и одновременно прочные, удобные в монтаже и перевозке, и срок их службы (до 50 лет) в 4...5 раз превышает срок службы, установленный для стальных труб (10-12 лет) [7-10].

Анализ теоретических и экспериментальных работ [4, 5] позволяет прогнозировать возможность повышения эффективности мобильных оросительных систем за счет применения сборно-разборных трубопроводов, в том числе для применения в магистральных каналах. В качестве приоритетного направления определены поиск и обоснование эффективных решений для

обеспечения устойчивого функционирования трубопроводов из композитных материалов в составе мобильных оросительных систем на примере сборно-разборного трубопровода с соединением типа «Раструб».

Цель исследований: провести исследования физико-механических свойств труб из различных композитных материалов; изучить устойчивость работы линейной части трубопроводов из композитных материалов под действием изгибающих нагрузок; предложить новое техническое решение по соединению труб из композитных материалов, имеющих большую угловую подвижность.

Материалы и методы. Физико-механические свойства композитных материалов определялись согласно ГОСТ 25.603-82 «Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов)». Для проведения исследований физико-механических свойств использовались электромеханическая универсальная испытательная машина Instron 5882 (100 кН) с регистрирующим программно-аппаратным комплексом Instron 5800, датчик силоизмерительный тензометрический 100 кН, экстензометр для измерения продольной деформации Epsilon 3542-050M-100-ST, класс точности В1 (рис. 1). Определение деформации в окружном направлении проводили тензометрическими датчиками деформации с базой 10 мм марки Zemic VE120-10AA(11)-X (рис. 2).

Были исследованы образцы трех типов композитных материалов-стеклопластиков, отличающихся типом отвердителей: на основе алифатических аминов, ароматических аминов и ангидридного отвердителя.

Для исследований подготовлены образцы стеклопластиковых труб, вырезанные в продольном направлении в виде лопаток длиной 150 мм и в поперечном направлении в виде колец диаметром 170 мм.

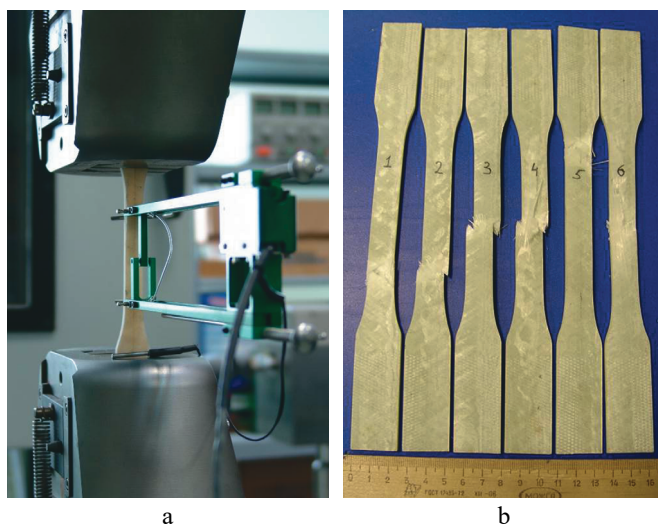


Рис. 1. Исследование продольной деформации:
а – общий вид испытательной оснастки на растяжение с установленным образцом и датчиком деформации;
б – партия образцов после разрушения

Fig. 1. Study of longitudinal deformation:
a – general view of the tensile test fixture with an installed sample and a strain gauge;
b – batch of samples after destruction

¹ О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, с изм. и доп.: Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 // Гарант-Эксперт 2020. [Электронный ресурс]. ООО «НПП «Гарант-Сервис», 2021.

² О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации, с изм. и доп.: Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731 // Гарант-Эксперт 2021. [Электронный ресурс]. ООО «НПП «Гарант-Сервис», 2021.

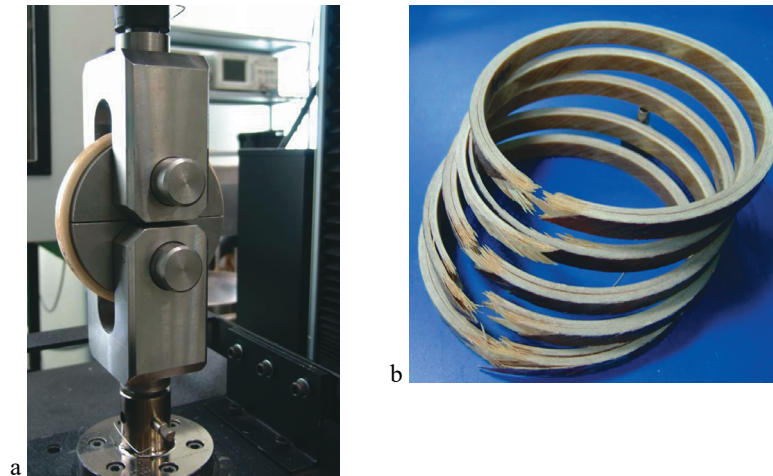


Рис. 2. Исследование поперечной деформации:
 а – общий вид испытательной оснастки на растяжение с установленным кольцевым образцом;
 б – партия образцов после разрушения

Fig. 2. Study of transverse deformation:
 a – general view of the tensile test fixture with an installed annular sample; b – batch of samples after destruction

Результаты и обсуждение. Проведены испытания прочности подготовленных образцов. Результаты испытаний представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Результаты испытаний плоских образцов стеклопластиковых труб

Table 1

Test results of flat specimens of fiberglass pipes

Образец <i>Sample</i>	Предел прочности, s_b , МПа <i>Ultimate strength, MPa</i>		Модуль упругости, Е, ГПа <i>Elastic modulus, GPa</i>	
	Среднее значение <i>Mean</i>	Стандартное отклонение <i>Standard deviation</i>	Среднее значение <i>Mean</i>	Стандартное отклонение <i>Standard deviation</i>
С отвердителем на основе алифатических аминов <i>With aliphatic amine hardener</i>	225,136	12,064	12,395	1,756
С отвердителем на основе ароматических аминов <i>With aromatic amine hardener</i>	163,404	7,784	13,833	0,851
С ангидридным отвердителем <i>With anhydrite hardener</i>	169,569	10,676	14,094	0,806

Таблица 2

Результаты испытаний кольцевых образцов стеклопластиковых труб

Table 2

Test results of circular samples of fiberglass pipes

Образец <i>Sample</i>	Предел прочности, s_b , МПа <i>Ultimate strength, MPa</i>		Модуль упругости, Е, ГПа <i>Elastic modulus, GPa</i>	
	Среднее значение <i>Mean</i>	Стандартное отклонение <i>Standard deviation</i>	Среднее значение <i>Mean</i>	Стандартное отклонение <i>Standard deviation</i>
С отвердителем на основе алифатических аминов <i>With aliphatic amine hardener</i>	254,227	3,229	22,968	2,745
С отвердителем на основе ароматических аминов <i>With aromatic amine hardener</i>	287,015	12,271	26,951	1,416
С ангидридным отвердителем <i>With anhydrite hardener</i>	311,505	2,526	35,650	1,586

Анализ результатов испытаний показал, что у образцов стеклопластика с отвердителем на основе алифатических аминов предел прочности в продольном и окружном направлении примерно одинаковый. А для образцов стеклопластика с отвердителем на основе ароматических аминов и ангидридным отвердителем наблюдается анизотропия свойств: предел прочности s_b в окружном направлении почти вдвое превосходит значение этого показателя в продольном направлении. Такая анизотропия физико-механических свойств нередко встречается в стеклопластиках и других композитных материалах [11]. Этот эффект достигается использованием специальных технологий при производстве изделий из композитных материалов, что необходимо учитывать при проектировании трубопроводов и других сооружений.

Полученные экспериментальные данные средних значений предела прочности (s_b) и модуля упругости (E) стеклопластиковых труб легли в основу теоретической оценки устойчивости работы сборно-разборного трубопровода из различных материалов с использованием обобщенной математической модели нагружения линейной части сборно-разборного трубопровода:

$$M_{ii}(\Psi, \rho) = \begin{cases} \frac{EI}{\rho} : \text{при } \Psi(\rho) = 0; \rho_{\max} \leq \rho < \infty; \\ \frac{EI\Psi(\rho)}{l} : \text{при } 0 < \Psi(\rho) < \Psi_{np}; \rho_{T1} < \rho < \rho_{\max}; \\ \frac{EI}{\rho} - \frac{EI\Psi(\rho)}{l} : \text{при } \Psi(\rho) = \Psi_{np} = const; \rho_{T\min} < \rho < \rho_{T1}, \end{cases}$$

где M_{ii} – изгибающий момент; $\bar{\Psi}_{np}$ – предельный угол поворота труб в соединении; l – осевой момент инерции сечения трубопровода; ρ – радиус кривизны оси трубопровода; l – длина одной трубы.

Сравнительные характеристики изгиба линейной части сборно-разборного стального трубопровода и аналогичного трубопровода (с учетом рабочего давления $P = 6$ МПа) из композитного материала приведены на рисунке 3.

Анализ сравнительных характеристик изгиба линии сборно-разборного трубопровода под действием изгибающих нагрузок показывает, что разрушение линейной части трубопровода из композитного материала будет наблюдаться с достижением значения изгибающего момента

$M_{umax} = 47,72 \cdot 10^3$ Нм при радиусе кривизны оси трубопровода $\rho_{Tmin} = 8,6$ м, в то время как стальной трубопровод будет разрушаться при изгибающем моменте $M_{umax} = 13,88 \cdot 10^3$ Нм при радиусе кривизны оси $\rho_{Tmin} = 47,0$ м.

По результатам исследований предложена конструкция линейного элемента сборно-разборного трубопровода с применением композитного материала [12] (рис. 4).

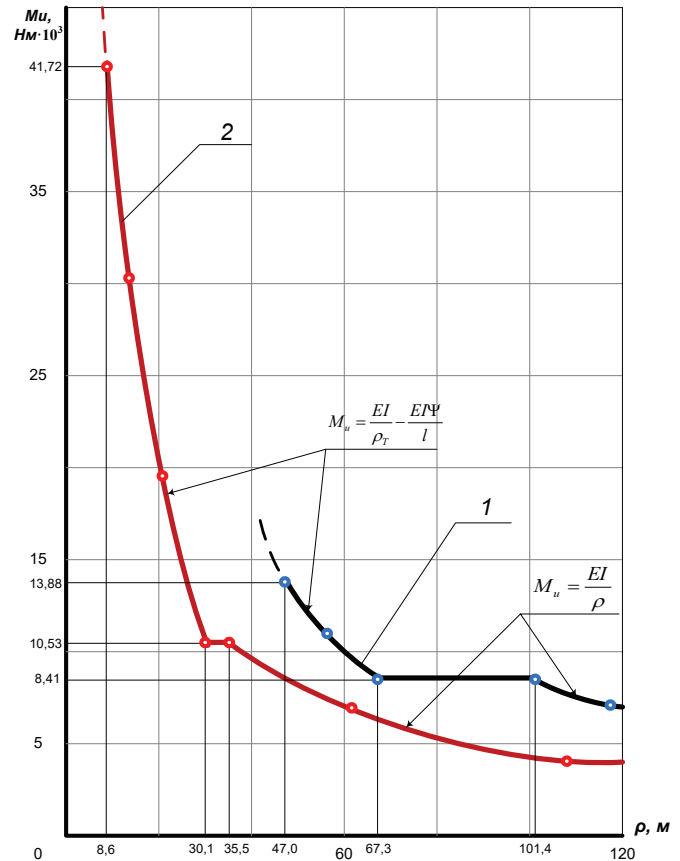


Рис. 3. Характеристики изгиба сборно-разборных трубопроводов:

1 – стальной трубопровод; 2 – трубопровод на основе труб из композитного материала

Fig. 3. Bending characteristics of collapsible pipelines: 1 – steel pipeline; 2 – pipeline made of composite material

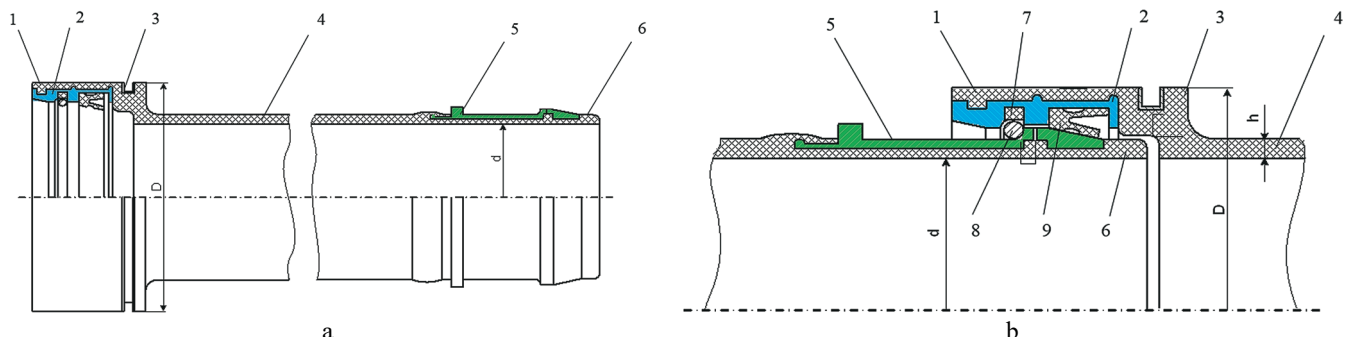


Рис. 4. Сборно-разборный трубопровод (в разрезе):

a – линейный элемент; b – раструбное соединение; 1 – раструб; 2 – металлическая вставка раструба; 3 – проточка для инструмента; 4 – композитная труба; 5 – металлическая вставка манжеты; 6 – манжета; 7 – эластичная прокладка для амортизации запорного кольца; 8 – запорное кольцо; 9 – уплотнение соединения (типа «Ласточкин хвост»)

Fig. 4. Collapsible pipeline (sectional view):

a – linear element; b – socket connection; 1 – bell; 2 – metal insert of the bell; 3 – groove for the tool; 4 – composite pipe; 5 – metal collar insert; 6 – collar; 7 – elastic gasket for shock absorption of the locking ring; 8 – locking ring; 9 – joint seal (of the Dovetail type)

Элемент сборно-разборного трубопровода представляет собой цельную конструкцию стеклопластиковой трубы 1, концы которой изготавливаются в виде манжеты 2 и раструба 3, усиленных стальными вставками 2 и 5, толщина которых составляет не более 0,3 общей толщины стенки труб. Основные параметры линейного элемента (толщина стенки, внутренний диаметр) определяются по результатам расчета с учетом требуемого объема подачи воды и рабочего давления.

Труба из композитного материала длиной 6 м, толщиной стенки 5 мм и условным диаметром 150 мм выдерживает давление 7,5 МПа. При этом масса одного элемента составляет 36 кг, что более чем в 2 раза легче стального (81 кг).

Выводы

1. Сборно-разборные трубопроводы из композитных материалов могут использоваться для строительства магистральных каналов подачи воды и с современным оросительным оборудованием позволяют оперативно обеспечивать необходимые режимы орошения сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Щедрин В.Н. Оросительные системы России: от поколения к поколению: Монография / В.Н. Щедрин, А.В. Колганов, С.М. Васильев, А.А. Чураев. В 2 ч. Ч. 1. Новочеркасск: Геликон, 2013. 283 с.
2. Maina M.M., Amin M.S.M., Yazid M.A. Web geographic information system decision support system for irrigation water management. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B: Soil and Plant Science*. 2014. № 64 (4). Pp. 283-293. <https://doi.org/10.1080/09064710.2014.896935>
3. Shchedrin V.N., Kosichenko Yu.M. Safety problems of water-development works designed for land reclamation. *Power Technology and Engineering*. 2011. № 45 (4). Pp. 264-269. <https://doi.org/10.1007/s10749-011-0260-2>
4. Васильев С.М., Ляшков М.А., Домашенко Ю.Е. Пути решения проблемы регулирования водных ресурсов в контуре оросительной системы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 3 (75). С. 5-9.
5. Васильев С.М. Обоснование применения мобильных оросительных систем для целей периодического орошения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2005. № 4 (132). С. 90-95.
6. Слабунова А.В., Клишин И.В. Анализ нормативно-обеспечения и технического состояния мелиоративных объектов РФ // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 3 (75). С. 131-136.
7. Lyapin A.A., Chebakov M.I., Dumitrescu A., Zecheru G. Finite-element modeling of a damaged pipeline repaired using the wrap of a composite material. *Mechanics of Composite Materials*. 2015. № 51 (3). Pp. 333-340. <https://doi.org/10.1007/s11029-015-9504-9>
8. Altenbach H., Naumenko K., L'vov G., Sukiasov V., Podgorny A. Prediction of accumulation of technological stresses in a pipeline upon its repair by a composite band. *Mechanics of Composite Materials*. 2015. № 51 (2). Pp. 139-156. <https://doi.org/10.1007/s11029-015-9485-8>
9. Stashchuk M.H., Maksymuk A.V., Dorosh M.I. Calculation of the deflection of a composite pipeline made by winding tubes. *Mechanics of Composite Materials*. 2011. № 47 (4). Pp. 395-404. <https://doi.org/10.1007/s11029-011-9218-6>

2. Хранение сборно-разборных трубопроводов из композитных материалов возможно на открытых площадках, так как это практически не влияет на сроки эксплуатации трубопровода в связи с минимизацией металлических деталей, подвергающихся коррозии.

3. Анализ сравнительных характеристик изгиба линейной части сборно-разборных трубопроводов показывает, что устойчивость работы трубопроводов на основе труб из композитных материалов значительно выше, чем у аналогичного трубопровода из стали.

4. Применение предложенной конструкции сборно-разборного трубопровода из композитных материалов позволяет продлить срок службы оросительных систем и обеспечить их мобильность за счет возможности быстрого демонтажа и сборки трубопровода.

5. Использование трубопровода из легких и прочных композитных материалов позволит облегчить труд монтажников в ходе сборки и демонтажа в связи со значительным (в 2,25 раза) снижением массы одной трубы по сравнению с аналогичными стальными.

References

1. Shchedrin V.N., Kolganov A.V., Vasiliev S.M., Churaev A.A.N. Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu: [Irrigation systems in Russia: from generation to generation]: Monograph. In two parts. Part 1. Novocherkassk, Gelikon, 2013. 283 p. (In Rus.)
2. Maina M.M., Amin M.S.M., Yazid M.A. Web geographic information system decision support system for irrigation water management. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B: Soil and Plant Science*, 2014; 64 (4): 283-293. <https://doi.org/10.1080/09064710.2014.896935>
3. Shchedrin V.N., Kosichenko Yu.M. Safety problems of water-development works designed for land reclamation. *Power Technology and Engineering*, 2011; 45 (4): 264-269. <https://doi.org/10.1007/s10749-011-0260-2>
4. Vasiliev S.M., Lyashkov M.A., Domashenko Yu.E. Puti resheniya problemy regulirovaniya vodnykh resursov v konture orositel'noy sistemy [Ways to solve the problem of regulating water resources in the irrigation system contour]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya*, 2019; 3 (75): 5-9. (In Rus.)
5. Vasiliev S.M. Obosnovanie primeneniya mobil'nykh orositel'nykh sistem dlya tseley periodicheskogo orosheniya [Analyzing the use of mobile irrigation systems for periodic irrigation]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Tekhnicheskie nauki*, 2005; 4 (132): 90-95. (In Rus.)
6. Slabunova A.V., Klishin I.V. Analiz normativnogo obespecheniya i tekhnicheskogo sostoyaniya meliorativnykh ob"yektov RF [Analysis of the regulatory support and technical condition of the amelioration facilities of the Russian Federation]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya*, 2019; 3 (75): 131-136. (In Rus.)
7. Lyapin A.A., Chebakov M.I., Dumitrescu A., Zecheru G. Finite-element modeling of a damaged pipeline repaired using the wrap of a composite material. *Mechanics of Composite Materials*, 2015; 51 (3): 333-340. <https://doi.org/10.1007/s11029-015-9504-9>
8. Altenbach H., Naumenko K., L'vov G., Sukiasov V., Podgorny A. Prediction of accumulation of technological stresses in a pipeline upon its repair by a composite band. *Mechanics of Composite Materials*, 2015; 51 (2): 139-156. <https://doi.org/10.1007/s11029-015-9485-8>
9. Stashchuk M.H., Maksymuk A.V., Dorosh M.I. Calculation of the deflection of a composite pipeline made by winding tubes. *Mechanics of Composite Materials*, 2011; 47 (4): 395-404. <https://doi.org/10.1007/s11029-011-9218-6>

10. Mazurkiewicz L., Małachowski J., Damaziak K., Tomaszewski M. Evaluation of the response of fibre reinforced composite repair of steel pipeline subjected to puncture from excavator tooth. *Composite Structures*. 2018. № 202. Pp. 1126-1135. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2018.05.065>

11. Валиахметова Ж.Ф., Асташкин В.М. Анизотропия свойств стеклопластиков на ровинге и ее влияние на конструктивные решения стеклопластиковых дымовых труб и заглубленных резервуаров // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Строительство и архитектура». 2010. № 33 (209). С. 4-7.

12. Линейный элемент сборно-разборного трубопровода: патент на полезную модель RU143993 U1, F16L 9/14, 10.08.2014 / А.В. Елькин, Д.И. Овчинин, Д.И. Мельников, В.Н. Еремин, А.А. Прохоров, С.В. Середя; заяв. № 2014111569/06 от 27.03.2014.

Критерии авторства

Улюкина Е.А., Прохоров А.А. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и подготовили рукопись. Улюкина Е.А., Прохоров А.А. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 13.12.2021

Одобрена после рецензирования 23.12.2021

Принята к публикации 24.12.2021

10. Mazurkiewicz L., Małachowski J., Damaziak K., Tomaszewski M. Evaluation of the response of fiber reinforced composite repair of steel pipeline subjected to puncture from excavator tooth. *Composite Structures*, 2018; 202: 1126-1135. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2018.05.065>

11. Valiakhmetova Zh.F., Astashkin V.M. Anizotropiya svoystv stekloplastikov na rovinge i ee vliyanie na konstruktivnye resheniya stekloplastikovykh dymovykh trub i zaglublennykh rezervuarov [Anisotropy of the properties of fiberglass on roving and its influence on the design solutions of fiberglass chimneys and buried tanks]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. "Stroitel'stvo i Arkhitektura" Series*, 2010; 33 (209): 4-7. (In Rus.)

12. Elkin A.V., Ovchinin D.I., Melnikov D.I., Yeremin V.N., Prokhorov A.A., Sereda S.V. Lineyniy element sborno-razbornogo truboprovoda [Linear element of a collapsible pipeline]: utility model patent RU143993 U1, F16L 9/14, 08.10.2014; application No. 2014111569/06, 2014. (In Rus.)

Contribution

E.A. Ulyukina, A.A. Prokhorov performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. E.A. Ulyukina, A.A. Prokhorov have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received 13.12.2021

Approved after reviewing 23.12.2021

Accepted for publication 24.12.2021