

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-4-89-94>

УДК 626.8:532.54



КОМПЕНСАЦИОННЫЕ УЧАСТКИ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НАПОРНЫХ ВОДОВОДОВ

Ханов Н.В.^{1✉}, Сермавбрин Н.В.², Кадысева А.А.¹, Мартынова Н.Б.¹

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Россия

² АО «КАВКАЗ.РФ»; 123112, г. Москва, ул. Тестовская, 10, этаж 26, пом. I

Аннотация. Важнейшими конструкциями мощных ГЭС являются напорные водоводы при их диаметре, как правило, более 3 м. Сталежелезобетонная конструкция напорных водоводов нашла широкое применение в практике отечественного гидротехнического строительства. К важнейшим конструктивным особенностям сталежелезобетонных напорных водоводов относятся так называемые компенсационные участки, устраиваемые в зонах перехода водоводов из одного сооружения в другое с применением «мягкой» низко модульной прокладки. В действующих нормативных документах практически не уделено внимание компенсационным участкам. Возникла необходимость разработки методики расчета напорных водоводов сталежелезобетонной конструкции и схем их армирования включая компенсационные участки.

Работа выполнена в рамках соглашения № 075-15-2025-543 от 16.06.2025

Ключевые слова: напорные водоводы сталежелезобетонной конструкции, компенсационные участки, «мягкая» низко модульная прокладка, армирование, конечно-элементные модели

Формат цитирования: Ханов Н.В., Сермавбрин Н.В., Кадысева А.А., Мартынова Н.Б. Компенсационные участки сталежелезобетонных напорных водоводов // Природообустройство. 2025. № 4. С. 89-94. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-4-89-94>

Original article

COMPENSATION SECTIONS OF STEEL-REINFORCED CONCRETE PRESSURE WATER CONDUITS

N.V. Khanov^{1✉}, N.V. Sermavbrin², A.A. Kadyseva¹, N.B. Martynova¹

¹ Russian Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev; 127434, Moscow, Timiryazevskaya Street, 49

² SC KAVKAZ.RF; 123112, Moscow, Testovskaya Street, 10, 26th floor, room I

Abstract. The most important structures of powerful hydroelectric power plants are pressure water conduits, which are usually more than 3 m in diameter. The steel-reinforced concrete structure of pressure water conduits has been widely used in the practice of domestic hydraulic engineering. One of the most important design features of steel-reinforced concrete pressure water conduits is the so-called compensation sections, which are installed in the areas where the water conduits pass from one structure to another using a “soft” low-modulus gasket. Current regulatory documents do not pay much attention to compensation sections. There is a need to develop a methodology for calculating pressure water pipelines made of steel-reinforced concrete, as well as their reinforcement patterns, including compensatory sections.

The work was carried out within the framework of Agreement No. 075-15-2025-543 dated 06/16/2025

Keywords: pressure water conduits of steel-reinforced concrete structure, compensation sections, “soft” low-modulus gasket, reinforcement, finite-element models

Format of citation: Khanov N.V., Sermavbrin N.V., Kadyseva A.A., Martynova N.B. Compensation sections of steel-reinforced concrete pressure water conduits // Prirodoobustrojstvo. 2025. № 4. P. 89-94. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-4-89-94>

Введение. Важнейшими конструкциями мощных ГЭС являются напорные водоводы при их диаметре, как правило, более 3 м. На рисунке 1 представлено поперечное сечение напорного водовода сталежелезобетонной конструкции.

Необходимость разработки сталежелезобетонной конструкции напорных водоводов возникла в тот период, когда для строительства ГЭС большой мощности в СССР потребовалось применение водоводов большого диаметра при высоких напорах воды.

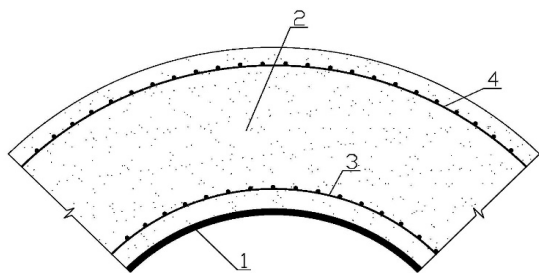


Рис. 1. Поперечное сечение
напорного водовода

сталежелезобетонной конструкции:

- 1 – металлооблицовка; 2 – железобетонная оболочка;
3 – кольцевая арматура у внутренней поверхности;
4 – кольцевая арматура у наружной поверхности

Fig. 1. Cross-section of a pressure water conduit
of a steel-reinforced concrete structure:

- 1 – metal cladding, 2 – reinforced concrete shell,
3 – ring reinforcement at the inner surface,
4 – ring reinforcement at the outer surface

В период строительства мощных ГЭС стальная конструкция напорного водовода из обычной (невысокопрочной) стали, толщина оболочки которой ограничена величиной 40 мм (обусловленной особенностями изготовления, вальцовки, сварки и пр.), оказалась непригодной для восприятия максимальной нагрузки от внутреннего давления воды. Было предложено усиливать внутреннюю стальную оболочку за счет арматуры.

Таким образом, была разработана, экспериментально и теоретически обоснована новая конструкция сталежелезобетонного типа [1-3].

Отличительная черта новой конструкции заключалась в том, что совместно работают внутренняя металлооблицовка и арматура окружающего железобетона.

В 1970-1980-е гг. представлялось целесообразным максимально снижать толщину внутренней стальной оболочки (в целях экономии дорогой листовой стали) и, соответственно, увеличивать армирование железобетонной части водовода, заменяя листовую сталь на арматурную сталь.

В качестве примера можно привести напорные водоводы Загорской ГАЭС. Внутренняя металлооблицовка уменьшена до 10 мм, а в окружающем железобетоне при его толщине 400 мм расположена арматура диаметром 40 мм класса А-III по 10 стержней у внутренней грани и по 5 стержней у наружной грани на 1 м.п. в пределах наиболее нагруженных низовых участков. Действовавшие в период проектирования Загорской ГАЭС нормативно-методические документы были направлены на экономию строительных материалов. По этой причине запасы прочности сталежелезобетонных водоводов (которые

рассчитывались в предположении совместной работы внутренней стальной оболочки и окружающего железобетона в предельном состоянии) были несколько снижены по сравнению с действовавшими ранее нормами.

Для обоснования сталежелезобетонной конструкции проводились многочисленные экспериментальные и теоретические исследования. К важнейшим конструктивным особенностям напорных водоводов сталежелезобетонной конструкции относятся так называемые компенсационные участки [4, 5] в зоне контакта соседних сооружений – например, бетонной плотины и здания ГЭС (рис. 2).

Конструкция компенсационного участка сталежелезобетонного напорного водовода для реализации свободных деформаций без стеснения окружающим железобетоном при возможных взаимных смещениях контактирующих между собой сооружений представлена на рисунке 3.

В таблице 1 представлены параметры напорных водоводов ряда ГЭС [5].

Из данных таблицы 1 следует, что отношение B/D варьируется в диапазоне от 0,57 до 1,83.

В действующих нормативных документах практически не упоминаются компенсационные участки напорных водоводов. Предполагается назначать армирование из конструктивных соображений, исходя из существующего традиционного представления о полном восприятии давления воды внутренней стальной оболочкой без какой-либо передачи на окружающую железобетонную оболочку.

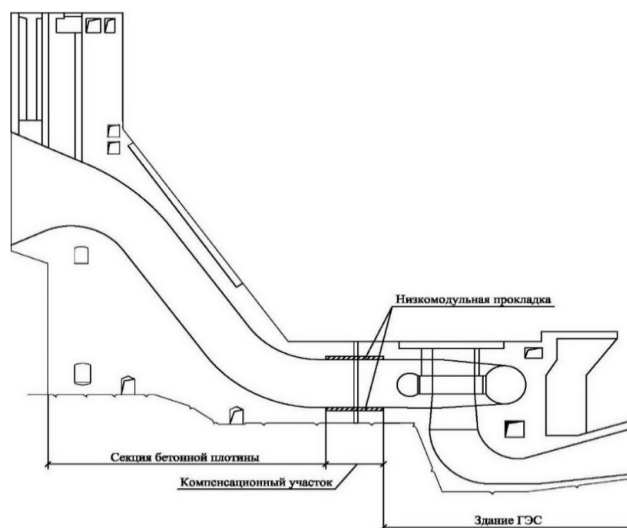


Рис. 2. Напорный водовод
в зоне перехода из бетонной плотины
в здание ГЭС (компенсационный участок)

Fig. 2. Pressure water conduit in the transition zone
from the concrete dam to the hydroelectric
power station building (compensation section)

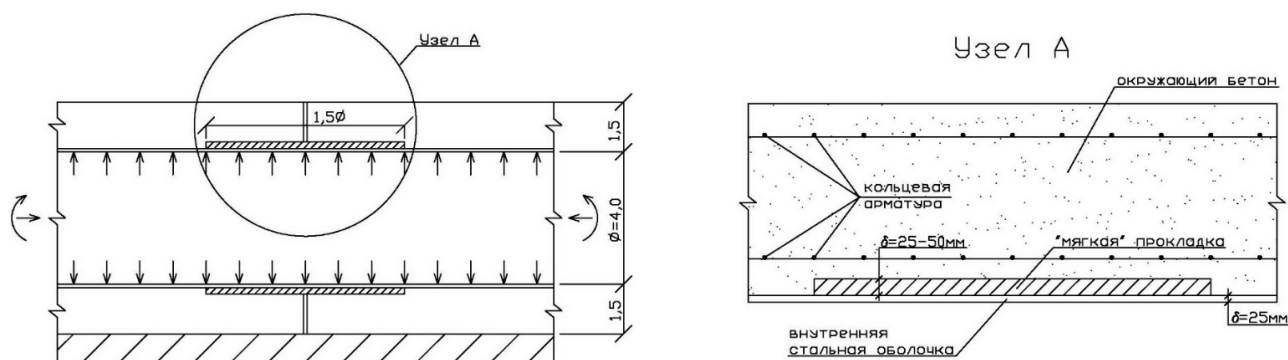


Рис. 3. Конструкция компенсационного участка сталежелезобетонного напорного водовода

Fig. 3. Design of the compensation section of the steel-reinforced concrete pressure water conduit

Таблица 1. Характеристики напорных водоводов отечественных и зарубежных ГЭС

Table 1. Characteristics of pressure water pipes of domestic and foreign hydroelectric power stations

№ п/п	Название ГЭС Name of the hydroelectric power station	Напор, м Head, m	Диаметр водоводов D, м Diameter of water conduits D, m	Длина В участка с «мягкой» низкомодульной прокладкой, м Length B of the section with «soft» low-modulus gasket, m	Отношение B/D B/D ratio	Толщина «мягкой» низкомодульной прокладки, мм Thickness of the «soft» low-modulus gasket, mm
1	Усть-Илимская ГЭС на р. Ангаре Ust-Ilimsk hydroelectric power station on the Angara river	110	7,85	11,0	1,40	50
2	Братская ГЭС на р. Ангара Bratsk hydroelectric power station on the Angara river	106	7,0	4,0	0,57	50
3	Саяно-Шушенская ГЭС на р. Енисей Sayano-Shushenskaya hydroelectric power station on the River Yenisei	270	7,05	11,0	1,56	60
4	Зейская ГЭС на р. Зея Zeya hydroelectric power station on the River Zeya	135	7,77	12,3	1,58	50
5	Курпсайская ГЭС на р. Нарын Kurpsai hydroelectric power station on the River Naryn	111	7,0	12,8	1,83	50
6	Ташкумырская ГЭС на р. Нарын Tashkumyr hydroelectric power station on the Naryn River	70	7,6	6,55	0,86	50
7	Юмагузинская ГЭС на р. Белая Yumaguzinskaya hydroelectric power station on the Belaya River	65	3,2	5,0	1,56	30
8	Бурейская ГЭС на р. Бурей Bureya hydroelectric power station on the Bureya River	140	8,5	12,0	1,41	50
9	Богучанская ГЭС на р. Ангара Boguchanskaya hydroelectric power station on the Angara River	75,6	10,0	10,5	1,05	50
10	ГЭС «Три ущелья» на р. Янцзы (КНР) Three Gorges Dam on the Yangtze River (China)	140	12,4	12,0	0,97	50

Цель исследований: разработка методики расчета напорных водоводов сталежелезобетонной конструкции и схем их армирования включая компенсационные участки.

Материалы и методы исследований. Было высказано предположение того, что в действительности на железобетонную оболочку компенсационного участка частично передаются нагрузки от внутреннего давления воды, в первую очередь – вблизи зон начала и окончания размещения «мягкой» низко модульной прокладки. По этой причине понадобилось выполнить расчетные исследования НДС компенсационных участков водоводов сталежелезобетонной конструкции с учетом опыта математического моделирования ГТС [4-9]. При этом в конечно-элементных моделях воспроизводятся конструктивные особенности водоводов (такие, как внутренняя стальная оболочка, внешняя железобетонная оболочка, стержневая арматура и пр.). На основе анализа экспериментальных данных о трещинообразовании в конечно-элементных моделях воспроизводятся трещины. Как правило, выявленные радиальные трещины полностью пронизывают толщину железобетонной оболочки, но ширина их раскрытия у внутренней и наружной поверхностей различна (в том числе в зависимости от армирования).

При моделировании стержневой арматуры железобетонной оболочки учитывается нарушение сцепления арматуры с бетоном в местах пересечения ее радиальными трещинами.

Результаты и их обсуждение. В соответствии с указанной методикой на первом, предварительном этапе, расчеты НДС выполнялись в упруго-линейной постановке (в предположении упругой работы железобетонной части).

Анализ результатов расчетов НДС компенсационного участка сталежелезобетонного напорного водовода показал, что размеры области значительных по величине кольцевых растягивающих напряжений в железобетоне зависят

от соответствующих геометрических параметров компенсационного участка.

Значения кольцевых растягивающих напряжений на внутренней и на внешней поверхностях железобетонной оболочки водовода на компенсационном участке (в начале, в четверти пролета и в середине пролета участка с «мягкой» низко модульной прокладкой) при модуле деформации материала прокладки, равном 5 МПа, представлены в таблице 2.

Из приведенных в таблице 2 результатов следует, что при отношении $B/D = 0,5$ значительное кольцевое растяжение (более 2,0 МПа), превышающее сопротивление бетона растяжению (порядка 1 МПа), действует практически на всей протяженности компенсационного участка. При этом требуется назначение расчетной кольцевой арматуры (в отличие от конструктивного армирования).

При увеличении отношения B/D до 1,5 характер напряженного состояния существенно изменяется. В средней части компенсационного участка кольцевые растягивающие напряжения значительно ниже сопротивления бетона растяжению, то есть достаточно назначать конструктивное армирование. Этого нельзя сказать о начале компенсационного участка, где растягивающие напряжения кольцевого направления составляют 4,04...6,35 МПа, что требует расчетного армирования.

На основе полученных расчетом значений растягивающих напряжений в железобетонной части компенсационного участка было определено требуемое кольцевое армирование. При этом сечение арматуры назначалось таким образом, чтобы арматура у внутренней и у внешней поверхностей железобетонной оболочки водовода воспринимала кольцевые растягивающие усилия, действующие в соответствующих зонах железобетонной оболочки.

На следующем этапе расчетных исследований в конечно-элементные модели включались

Таблица 2. Кольцевые растягивающие напряжения (МПа) в начале, в четверти и в середине зоны «мягкой» низко модульной прокладки при значении ее модуля деформации $E = 5$ МПа

Table 2. Circular tensile stresses (MPa) at the beginning, in the quarter and in the middle of the zone of a "soft" low-modulus gasket with a value of its deformation module $E = 5$ MPa

B/D	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Начало (внутри) / Beginning (inside)	6,85	6,27	6,24	6,38	6,49
Начало (снаружи) / Beginning (outside)	3,84	3,71	3,83	3,97	4,11
Четверть (внутри) / Quarter (inside)	5,46	3,98	2,92	2,46	1,99
Четверть (снаружи) / Quarter (outside)	2,95	2,04	1,37	1,14	0,87
Середина (внутри) / Middle (inside)	5,15	3,16	1,83	1,10	0,79
Середина (снаружи) / Middle (outside)	2,54	1,21	0,51	0,26	0,25

стержни кольцевой арматуры: как на основной протяженности напорного водовода, так и на компенсационном участке, в соответствии с разработанными схемами армирования. Моделировалось образование трещин, возникающих под действием кольцевых растягивающих напряжений и пересекающих кольцевую арматуру на основной протяженности напорного водовода и на компенсационном участке. Основные результаты расчетов представлены в таблице 3. При этом было получено следующее наиболее существенное напряженное состояние.

В стальной оболочке толщиной 16 мм первой четверти компенсационного участка водовода возникли кольцевые напряжения, равные 233,9...237,2 МПа; там же, во внутреннем ряду арматуры, – 139,3...163,8 МПа, в наружном ряду

арматуры – 102,9...123,0 МПа. В стальной оболочке второй четверти компенсационного участка водовода возникли кольцевые напряжения, равные 232,8...233,6 МПа; там же, во внутреннем ряду арматуры, – 128,0...137,3 МПа, в наружном ряду арматуры – 94,2...102,0 МПа.

Таким образом, второй этап расчетных исследований НДС компенсационного участка с учетом армирования и трещинообразования практически аналогичен физическому эксперименту. Результаты в виде напряжений в стержнях арматуры и в стальной оболочке компенсационного участка свидетельствуют о том, что предложенные схемы армирования разработаны с определенным запасом и отвечают реальному состоянию сталежелезобетонного напорного водовода, в том числе его компенсационного участка.

Таблица 3. Кольцевые растягивающие напряжения в металлооблицовке и кольцевой арматуре (МПа) на компенсационном участке (КУ)

Table 3. Circular tensile stresses in metal cladding and circular reinforcement (MPa) in the compensation section (CU)

B/D	Наименование участка водовода <i>Name of the water conduit section</i>	Металло- облицовка <i>Metal cladding</i>	Внутренний ряд арматуры <i>Inner row of reinforcement</i>	Наружный ряд арматуры <i>External row of reinforcement</i>
0,5	Первая четверть КУ / First quarter of KU	234,6...238,1	170,9...173,5	126,4...128,8
0,5	Вторая четверть КУ / Second quarter of KU	234,6...238,1	170,9...173,5	126,4...128,8
1,5	Первая четверть КУ / First quarter of KU	233,9...237,2	139,3...163,8	102,9...123,0
1,5	Вторая четверть КУ / Second quarter of KU	232,8...233,6	128,0...137,3	94,2...102,0

Выводы

1. К важнейшим конструктивным особенностям напорных водоводов сталежелезобетонной конструкции относятся так называемые компенсационные участки в зоне контакта соседних сооружений – например, бетонной плотины и здания ГЭС.

2. При проведении расчетных исследований варьировалось отношение длины компенсационного участка (В) с «мягкой» низкомодульной

прокладкой к диаметру водовода (D) и принималось равным 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5 (при протяженности компенсационного участка от 2,0 до 6,0 м).

3. Результаты расчетов, произведенных с учетом предложенного армирования, показали, что напряжения в стальной оболочке и арматуре не превышают расчетного сопротивления: 345 МПа (текучесть) и 365 МПа соответственно.

Список использованных источников

- Архипов А.М. Турбинные водоводы с оболочками, усиленными железобетоном и скальными массивами. «Энергия». Л.: 1973, 99 с.
- Архипов А.М. Исследование напряженного состояния и прочности высоконапорного сталежелезобетонного турбинного водовода при различном армировании железобетонной оболочки / А.М. Архипов, В.М. Власов, А.Г. Линдес, Е.С. Любашевский // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. Т. 204, Л.: 1988, С. 87-93.
- Мордовина А.Н. Высоконапорные водоводы больших диаметров и их развилки / А.Н. Мордовина О.И. Зеугофер / В кн.: Сборник научных трудов Гидропроект, Вып. № 18, Л.: 1970, С. 239-245.
- Рубин О.Д. Оценка напряженно-деформированного состояния и прочности компенсаторных секций КС-18

References

- Arkhipov A.M. Turbine water pipes with shells reinforced with reinforced concrete and rock massifs. "Energy". L.: 1973, 99 p.
- Arkhipov A.M. Investigation of the stress state and strength of a high-pressure steel-reinforced concrete turbine duct with various reinforcement of a reinforced concrete shell / A.M. Arkhipov, V.M. Vlasov, A.G. Lindes, E.S. Lyubashevsky // Izvestiya VNIIG named after B.E. Vedeneev. Vol. 204, L.: 1988, P. 87-93.
- Mordovina A.N. High-pressure pipelines of large diameters and their forks / A.N. Mordovina O.I. Seegofer / In: Collection of scientific papers of the Hydroproject, Issue, No. 18, L.: 1970, P. 239-245.
- Rubin O.D. Assessment of the stress-strain state and strength of the compensator sections of the KS-18 pressure

напорных трубопроводов Загорской ГАЭС / О.Д. Рубин, С.Е. Лисичкин, А.В. Неведов и др. // Гидротехническое строительство. 2001. № 9. С. 16-19.

5. Рубин О.Д. Особенности возведения напорных водоводов большого диаметра с применением мягкой прокладки / О.Д. Рубин, С.Е. Лисичкин, Р.В. Бульгин, С.А. Мальшева // Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции «Экологическая устойчивость природных систем и роль природообустройства в ее обеспечении». М.: МГУП. 2003. С. 115-117.

6. Rubin O.D., Lisichkin S.E. «Stress-strain state and reinforcement of compensating sections of steel/reinforced-concrete pressure conduits» // Power Technology and Engineering. 2014. T. 47. № 5. P. 338-343.

7. Лисичкин С.Е. Расчетные исследования напряженно-деформированного состояния и прочности сталежелезобетонных напорных водоводов к зданию Зарамгской ГЭС-1 / С.Е. Лисичкин Д.И. Пономарев, Р.З. Мукашов Р.З., Богаченко С.В. // «Безопасность энергетических сооружений» // Научно-технический и производственный сборник. Вып. 17 ОАО «НИИЭС», М.: 2010, С. 136-149.

8. Рубин О.Д. Анализ характера трещинообразования стен здания станционного узла ГАЭС и стен батопорта сухого дока с разработкой мероприятий по усилению / О.Д. Рубин Е.Н. Беллендир, К.Е. Фролов и др. // Природообустройство. 2022. № 4. С. 63-74. EDN: FBAMPY

9. Rubin O.D., Britvin S.O., Belkin P.V., Lisichkin S.E., Baklykov I.V., Yurchenko A.N. «Results of computational studies of the stress-strain state of locks no. 15 and no. 16 of the Gorodetsky complex of hydraulic structures» // Сборник материалов конференции «Construction Mechanics, Hydraulics & Water Resources Engineering» (CONMECHYDRO 2022).

Об авторах

Нартмир Владимирович Ханов, д-р техн. наук, профессор; WoS ResearcherID: L-1087-2013; Scopus AuthorID: 6603959022; ORCID: 0000-0002-5764-4734; SPIN-код: 4314-8184; AuthorID: 464889; khanov@rgau-msha.ru

Николай Викторович Сермавбрин, инженер, n.sermavbrin@mail.ru

Анастасия Александровна Кадысева, д-р биол. наук, доцент, ORCID: 0000-0001-8703-5684, SPIN-код: 4485-7332, AuthorID: 698088, kadyseva@mail.ru

Наталья Борисовна Мартынова, канд. техн. наук, доцент, ORCID: 0000-0002-5282-5838, Scopus AuthorID: 57224164541, SPIN-код: 8801-5790; AuthorID: 858669; nmartynova@rgau-msha.ru

Критерии авторства / Criteria of authorship

Ханов Н.В., Сермавбрин Н.В., Кадысева А.А., Мартынова Н.Б. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

Вклад авторов / Contribution of authors

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All the authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 23.07.2025

Поступила после рецензирования / Received after peer review 21.08.2025

Принята к публикации / Accepted for publication 21.08.2025

pipelines of the Zagorskaya PSPP / O.D. Rubin, S.E. Lisichkin, A.V. Nefedov et al. C // Hydraulic engineering construction. 2001. No. 9. P. 16-19.

5. Rubin O.D. Features of the construction of large-diameter pressure water pipes using soft pads / O.D. Rubin, S.E. Lisichkin, R.V. Bulygin, S.A. Malysheva // Collection of materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference, "Environmental sustainability of natural systems and the role of environmental management in its provision." Moscow: MGUP. 2003. P. 115-117.

6. Rubin O.D., Lisichkin S.E. "Stress-strain state and reinforcement of compensating sections of steel/reinforced-concrete pressure conduits" // Power Technology and Engineering. 2014. Vol. 47. No. 5. P. 338-343.

7. Lisichkin S.E. Computational studies of the stress-strain state and strength of steel-reinforced concrete pressure water pipes to the Zaramagskaya HPP-1 building / S.E. Lisichkin D.I. Ponomarev, R.Z. Mukashov R.Z., Bogachenko S.V. // "Safety of power structures" // Scientific, technical and production collection. Issue 7 of JSC "NIIES", Moscow: 2010, P. 136-149.

8. Rubin O.D., Bellendir E.N., Frolov K.E., et al., Analysis of the nature of cracking of the walls of the PSPP station building and the walls of the dry dock caisson with the development of reinforcement measures / O.D. Rubin, E.N. Bellendir, K.E. Frolov et al. // Prirodoobustroystvo. 2022. No. 4. P. 63-74. EDN: FBAMPY

9. Rubin O.D., Britvin S.O., Belkin P.V., Lisichkin S.E., Baklykov I.V., Yurchenko A.N. "Results of computational studies of the stress-strain state of locks No. 15 and No. 16 of the Gorodetsky complex of hydraulic structures" // Proceedings of the conference "Construction Mechanics, Hydraulics & Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO 2022).

About the authors

Nartmir V. Khanov, DSs (Techn), Professor; WoS researchers: L-1087-2013; Scopus authors: 6603959022; ORCID: 0000-0002-5764-4734; SPIN-code: 4314-8184; authors: 464889; khanov@rgau-msha.ru

Nikolay V. Sermavbrin, engineer, n.sermavbrin@mail.ru
Anastasia A. Kadyseva, DSs (Biol), associate professor, ORCID: 0000-0001-8703-5684, SPIN-code: 4485-7332, authors: 698088, kadyseva@mail.ru

Natalia B. Martynova, CSs (Tech), associate professor, ORCID: 0000-0002-5282-5838, Scopus authors: 57224164541, SPIN-code: 8801-5790; AuthorID: 858669; nmartynova@rgau-msha.ru

Khanov N.V., Sermavbrin N.V., Kadyseva A.A., Martynova N.B. performed practical and theoretical research, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript, they have copyright on the article and are responsible for plagiarism