

Оригинальная статья

УДК 502/504:532.54:621.644

DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-68-73

## ОЦЕНКА ПРОПУСКА МИНИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ СООРУЖЕНИЯМИ ДЮКЕРНОГО ТИПА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

**ЧЕРНЫХ ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА**<sup>1✉</sup>, канд. техн. наук, профессор  
gtsmgup@mail.ru

**БУРЛАЧЕНКО АЛЁНА ВЛАДИМИРОВНА**<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент  
chtara@mail.ru

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Россия

<sup>2</sup> Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ); 125319, г. Москва, Ленинградский проспект, 64, Россия

Рассматриваются вопросы, связанные с проектированием и гидравлическим расчетом транзитной части закрытого трубчатого водопроводящего сооружения дюкерного типа. Оцениваются условия работы дюкера с прямоугольными трубами в переходном режиме, при котором входной участок труб водопропускного сооружения испытывает повышенные гидродинамические нагрузки, приводящие зачастую к тем или иным разрушениям. Моделировалась конструкция дюкера с двумя изломами по длине с плавным входным оголовком и без оголовка. При проведении экспериментов отмечено отсутствие влияния входного оголовка трубчатого ГТС на длину безнапорного участка. Установлено, что условия формирования и особенности гидравлической работы дюкера в переходном режиме во многом определяются его конструктивными особенностями. С затоплением входного оголовка затрудняется поступление воздуха в трубу и формируется переходный режим второго типа при незначительном колебании уровня воды в верхнем бьефе. Выявлена зависимость местоположения точки отрыва потока при снижении пропускаемого расхода воды от его величины, что позволило получить график зависимости относительной длины безнапорного концевого участка от корня квадратного из числа Фруда. Произведено сопоставление с результатами исследований других авторов, которое показало увеличение относительной длины в трубчатых ГТС дюкерного типа на участках с обратными уклонами при одинаковых числах Фруда. Даны рекомендации по методологии проведения гидравлического расчета трубчатых сооружений дюкерного типа при минимальных пропускаемых расходах.

**Ключевые слова:** закрытое водопропускное сооружение дюкерного типа, переходный режим, трубчатый переход, расход, входной участок

**Формат цитирования:** Черных О.Н., Бурлаченко А.В. Оценка пропускания минимальных расходов воды сооружениями дюкерного типа мелиоративных систем // Природообустройство. – 2022. – № 5. – С. 68-73. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-68-73.

© Черных О.Н., Бурлаченко А.В., 2022

Original article

## ASSESSMENT OF MINIMUM WATER FLOW BY SIPHON TYPE STRUCTURES OF RECLAMATION SYSTEMS

**CHERNIKH OLGA NIKOLAEVNA**<sup>1✉</sup>, candidate of technical sciences, professor  
htsmgup@mail.ru

**BURLACHENKO ALYONA VLADIMIROVNA**<sup>2</sup>, candidate of technical sciences, associate professor  
chtara@mail.ru

<sup>1</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev; 127434, Moscow, Timiryazevskaya st., 49, Russia

<sup>2</sup> Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI); 125319, Moscow, Leningradsky prospect, 64, Russia

Issues related to the design and hydraulic calculation of the transit part of a closed tubular water supply structure of the siphon type is considered. The operating conditions of the siphon

with rectangular pipes in the transition mode are evaluated, in which the entrance section of the pipes of the culvert structure experiences increased hydrodynamic loads, often leading to certain destructions. The siphon design was modeled with two breaks along the length with a smooth inlet head and without a head. During the experiments, the absence of influence of the inlet head of the tubular HTS on the length of the free-flow section was noted. It has been established that the conditions of formation and features of the hydraulic operation of the siphon in the transient mode are largely determined by its design features. With the flooding of the inlet head, the flow of air into the pipe is hindered and a transition mode of the second type is formed with a slight fluctuation of the water level in the upper pool. The dependence of the location of the point of separation of the flow with a decrease in the passing water flow rate on its value is revealed, which made it possible to obtain a graph of the dependence of the relative length of the non-pressure end section on the square root of the Froude number. A comparison was made with the results of studies by other authors, which showed an increase in the relative length in tubular HTS of the siphon type in sections with reverse slopes at the same Froude numbers. Recommendations are given on the methodology for carrying out hydraulic calculation of tubular structures of the siphon type with minimal flow rates.

**Keywords:** closed culvert of the siphon type, transition mode, tubular transition, flow rate, inlet section

**Format of citation:** Chernykh O.N., Burlachenko A.V. Assessment of the minimum water flow by syphon type structures of reclamation systems // Prirodoobustrojstvo. – 2022. – № 5. – P. 68-73. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-68-73.

**Введение.** Основой различных водных систем являются естественные либо искусственные водные объекты и их гидротехнические сооружения (ГТС). В местах пересечения каналов водных систем с водотоками (ручьями, реками, балками, оврагами и т.п.) или искусственными преградами (дороги, насыпи, каналы, коммуникации и пр.), помимо таких водопроводящих ГТС, как лотки, акведуки, ливнеспуски, каналы на косогорных участках и в глубоких выемках, селепроводы и др., часто устраиваются закрытые ГТС дюкерного типа: дюкеры, туннели, трубы/трубчатые переходы и различные водоотводящие устройства при строительстве основных инженерных сооружений.

Дюкеры широко используются в системах орошения, водопровода, канализации, в гидроэнергетических конструкциях, магистральных нефтепроводах, автодорожных переходах и т.п. Особенностью дюкеров является то, что их трубопроводы располагаются ниже дна каналов, вследствие чего поток воды в них преимущественно имеет напорный режим течения. Водопрпускные сооружения должны обеспечивать не только пропуск воды без нарушения безопасности и непрерывности работы, но и быть удобными для движения автотранспорта. Вне зависимости от материала водопрпускной трубы ее основными характеристиками являются форма и размеры отверстия (ширина, высота, диаметр), которые в основном и определяют пропускную способность всего ГТС. Если форму, очертание отверстия трубы и ее входных оголовков принимают по конструктивным соображениям, то размеры отверстий труб обосновывают

гидрологическими и гидравлическими расчетами, связанными с определением расчетных расходов и объемов стока.

При расчетном расходе ГТС дюкерного типа независимо от области его использования обычно всегда работает напорно. При расчете труб дюкера применяется уравнение Бернулли. При этом за плоскость сравнения принимается уровень дна отводящего русла и учитываются все потери энергии для напорного движения потока в трубчатом водопрпускном ГТС [1-4]. При проектировании такого ГТС в условиях обеспечения его надежной и безопасной работы на мелиоративной сети должна быть обязательно проведена проверка на пропуск минимального расхода [5-7]. Эта особенность гидравлического расчета связана с возможностью образования гидравлического прыжка в трубе, сопровождающегося гидродинамическими воздействиями на элементы транзитного тракта и повышающего вероятность аварийного состояния ГТС (рис. 1) [4, 8-10].

Дорожные трубы в отличие от ГТС природоохранного назначения обычно проектируются нерегулируемыми. Пропускную способность малых труб определяют гидравлическим расчетом отверстий с учетом аккумуляции части объема стока перед водопрпускным сооружением (или без учета аккумуляции). Исходными материалами для гидравлического расчета являются расчетный расход и расчетный уровень воды, режим работы трубы, уклон лотка сооружения, характеристики русла. Расчет производится по гидрографам и графикам расчетных паводков. Переходный режим течения, проявляющийся в периодической смене режимов (безнапорного

напорным, и наоборот) и проникновением воздуха в ГТС, сопровождается интенсивной пульсацией гидродинамического давления, опасной в отношении надежности (рис. 2) ГТС [1-11]. Интенсивность пульсации давления в трубчатом ГТС при переходном режиме обуславливается его видом. При переходном режиме первого

типа, когда в трубе перемещаются воздушные пузыри, интенсивность пульсации существенно выше, чем при переходном режиме второго типа, при котором в трубе формируется напорный гидравлический прыжок. При пропуске минимального расхода движение потока необязательно будет напорным по всей длине дюкера.

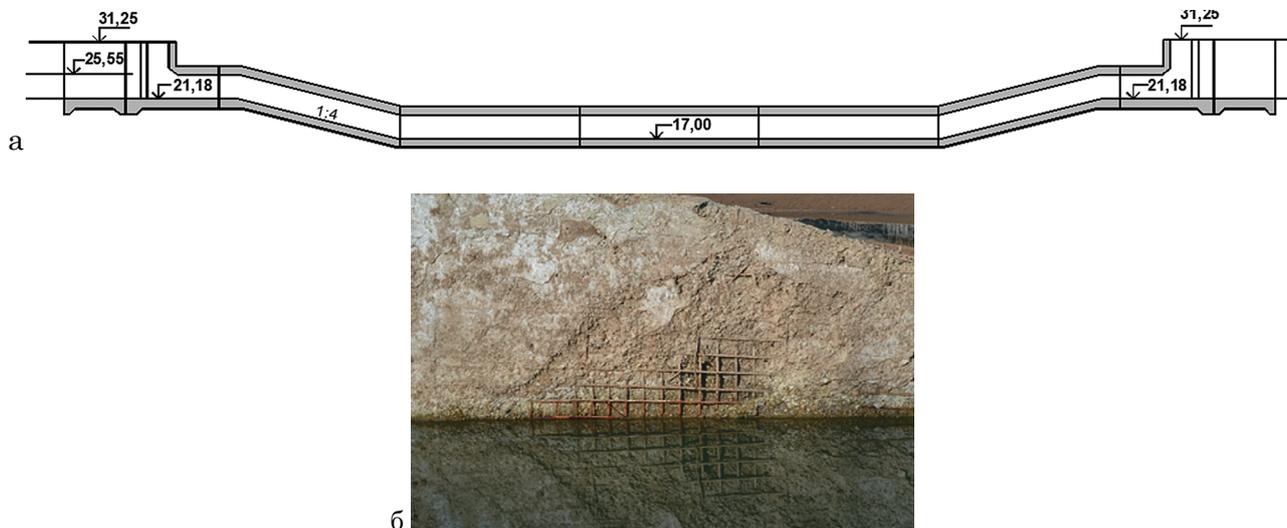


Рис. 1. Схема дюкера (а) и дефекты бетона на боковой стенке дюкера Донского магистрального канала через р. Сал, РФ [4]

Fig. 1. Scheme of the siphon (a) and defects on the siphon side wall of the Don main canal over the river Sal, RF [4]

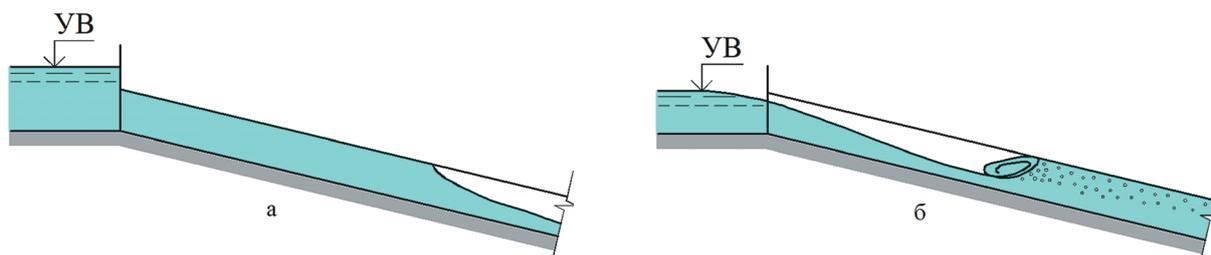


Рис. 2. Возможные переходные режимы протекания потока на начальном участке транзитного тракта трубчатого ГТС [12, 13]:

а – первый переходный режим;

б – второй переходный режим при несамозаряжающемся входном порталном оголовке

Fig. 2. Possible transition modes of the flow at the initial section of the transition tract of the tubular HTS [12, 13]:

a – the first transition mode; b – second transition mode with non-self-charging inlet portal head

Таким образом, на входном наклонном участке может быть безнапорное движение, и если имеется свободный выход потока в нижний бьеф, на части выходного участка дюкера с обратным уклоном движение потока также может оказаться безнапорным. При этом в горизонтальной средней части дюкера напорное движение сохраняется.

Поверочный расчет по определению гидравлического прыжка в трубе водопроводящего ГТС традиционно связан с определением высотного положения пьезометрической линии. Для этого прежде всего следует знать, откуда,

от какой точки выходного участка трубы с обратным уклоном нужно начинать вести пьезометрическую линию. Ответ на этот вопрос может дать зависимость длины безнапорного участка с отрицательным уклоном на выходе из трубы от некоторых гидравлических параметров.

**Материалы и методы исследований.** Положение точки отрыва потока от шелыги на концевом участке горизонтальной трубы и в трубах с положительным уклоном изучено целым рядом исследователей: В.И. Алтуниным, Н.П. Розановым, Ш.А. Бабуковым, В.А. Ширченко, А.М. Шванштейном, В.К. Шутько и др. [1, 2,

5-15]. Так, Ш.А. Бабуков установил [1], что местоположение точки отрыва, то есть относительной длины безнапорного выходного участка, зависит от уклона. Он проводил исследования на трубчатом ГТС с нулевым уклоном дна и с положительным уклоном, равным 0,0033. При этом для относительных длин 22; 30,8; 52, равных отношению длины трубы водопропускного ГТС к ее высоте при одном и том же уклоне дна трубопровода, местоположение точки отрыва потока от потолка определялось практически одной и той же зависимостью.

В.И. Алтуниным были получены экспериментальные данные сначала с гладкими прямоугольными и круглыми, а потом – уже не с гладкими, а с гофрированными круглыми трубами [2, 7, 8], которые показали отсутствие влияния шероховатости на длину безнапорного выходного участка.

При движении потока на участке трубчатого ГТС с обратным уклоном, характерным для сооружений дюкерного типа, подробные исследования для труб с разной формой поперечного сечения проведены не были. Поэтому в гидравлической лаборатории МАДИ были организованы исследования по определению длины безнапорного участка с отрицательным уклоном на модели трубчатого ГТС дюкерного типа (рис. 3). Лабораторная установка была выполнена из оргстекла. Модель трубы дюкера имела квадратное поперечное сечение высотой  $a = 10$  см, уклон входного участка равнялся 0,32. Общая длина модели составляла около 4 м. Перед входом в трубу устанавливался успокоитель, состоящий из горизонтальных трубок диаметром 2 см. Расход воды  $Q$  замерялся треугольным водосливом, отметки уровня – мерными иглами, длина безнапорного участка  $L_0$  – линейкой. Моделировалось трубчатое ГТС с входным оголовком плавного очертания и без входного оголовка. Предварительные эксперименты указали на отсутствие влияния входного оголовка трубчатого ГТС на длину безнапорного участка.



Рис. 3. Схема для оценочного гидравлического расчета ГТС дюкерного типа при минимальном расходе воды

Fig. 3. Scheme for estimated hydraulic calculation of the HTS of the siphon type with minimal water consumption

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных экспериментальных исследований была выявлена зависимость местоположения точки отрыва потока от расхода воды, что позволило получить график зависимости относительной длины безнапорного конечного участка от корня квадратного из числа Фруда (рис. 4). Число Фруда  $Fr$  вычислялось для напорного участка потока по зависимости:

$$Fr = V^2 / ga = Q^2 / ga^5,$$

где  $V$  – средняя скорость потока, м/с;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;  $a$  – высота прямоугольной трубы, м.

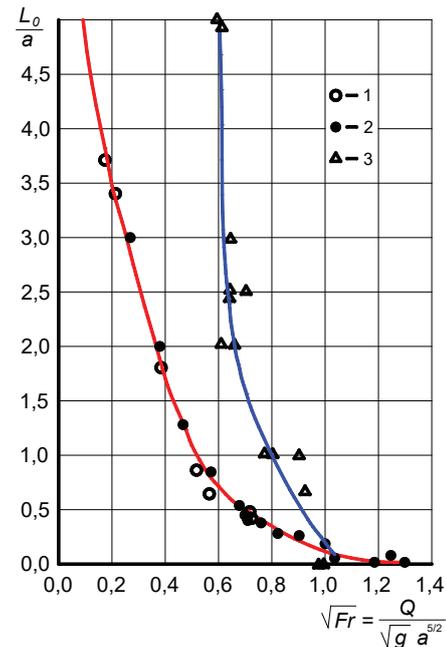


Рис. 4. График зависимости относительной длины безнапорного участка на выходе из ГТС дюкерного типа ( $L_0/a$ ) от параметра  $\sqrt{Fr} = (Q/\sqrt{g} a^{5/2})$ :

- 1 – при  $i = -0,32$  для дюкера с оголовком;
- 2 – при  $i = -0,32$  для дюкера без оголовка;
- 3 – при  $i = 0$  (по данным Ш.А. Бабукова [1])

Fig. 4. Graph of the dependence of the relative length of the non-pressure section at the outlet of the HTS of the siphon type ( $L_0/a$ ) on the parameter  $\sqrt{Fr} = (Q/\sqrt{g} a^{5/2})$ :

- 1 – at  $i = -0.32$  for the siphon with a head;
- 2 – at  $i = -0.32$  for the siphon without a head;
- 3 – at  $i = 0$  according to Sh.A. Babukov [1]

Полученная графическая зависимость, представленная на рисунке 4, справедлива для гладких труб с отрицательным уклоном, равным 0,32. Для сравнения на графике нанесены экспериментальные данные Ш.А. Бабукова, относящиеся к трубчатому сооружению с нулевым уклоном и гладкими трубами. Сопоставление полученных данных с данными Ш.А. Бабукова показывает увеличение относительной длины в трубчатых ГТС с обратными уклонами при одинаковых

числах Фруда. По-видимому, на выходных участках труб с обратным уклоном действие силы тяжести при малых числах Фруда, то есть при сравнительно малых инерционных силах потока, сказывается в большей степени, чем в трубах ГТС с горизонтальным входным участком.

Таким образом, можно в зависимости от параметра  $(Q / \sqrt{ga}^{5/2})$  определить с помощью графика (рис. 4) относительную длину отрыва потока от шельги (потолка)  $L_0/a$ , а затем общеизвестными методами рассчитать положение пьезометрической линии [15]. Гидравлический прыжок будет находиться там, где пьезометрическую линию пересечет линия вторых сопряженных глубин, вычисленная для глубин безнапорного потока на входном участке, которые будут являться по существу первыми сопряженными глубинами.

### Выводы

Следует избегать появления гидравлического прыжка на входном участке дюкера.

### Библиографический список

1. **Бабуков Ш.А.** Переходные режимы течения потока в нерегулируемых закрытых водосбросах: Дис. ... канд. техн. наук – М.: МГМИ, 1985. – 24 с.
2. **Алтунин В.И., Черных О.Н.** Особенности работы нерегулируемых трубчатых сооружений дюкерного типа в переходных режимах // Труды Научно-технической конференции. – М.: МГУП, 2001. – С. 48-51.
3. **Черных О.Н., Бурлаченко А.В.** Эксплуатация и проектирование дюкеров на водных объектах: учебное пособие. – М.: РГАУ-МСХА, 2021. – 151 с. – URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/06122021.pdf/info>.
4. **Косиченко Ю.М.** Современное состояние водопропускных гидротехнических сооружений Донского магистрального канала / Ю.М. Косиченко, Г.Л. Лобанов, О.А. Баев, А.Ю. Гарбуз. – Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ», 2014. – 49 с.
5. **Burlachenko A.V., Chernykh O.N., Khanov N.V.** Hydrodynamic Investigations of Inverted Siphon's Fragment // Larhyss Journal. – 2022. – № 49. – Mars. – Pp. 123-137.
6. **Шванштейн А.М.** Строительные туннели. Гидравлические условия работы. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 123 с.
7. **Алтунин В.И.** Пульсация давления в трубчатом сооружении при переходном режиме // Гидравлика транспортных средств и дорожных сооружений: Труды МАДИ. – М.: МАДИ, 1988. – С. 67-71.
8. **Алтунин В.И., Черных О.Н.** Влияние конструкции входного оголовка на пульсацию давления в трубчатом сооружении при переходном режиме // Расчеты элементов гидравлических систем машин и механизмов: Труды МАДИ. – М.: МАДИ, 1990. – С. 73-79.
9. **Шванштейн А.М.** Гидравлические условия работы трубчатых и туннельных водосбросов // Известия ВНИИГ. – 1997. – № 230. – С. 287-313.
10. **Черных О.Н., Ханов Н.В., Бурлаченко А.В.** Оценка влияния входных устройств на гидравлические условия работы различных модификаций

Возникающие в гидравлическом прыжке пульсации давления при перемещении прыжка в трубе неблагоприятно отражаются на работе любого ГТС дюкерного типа. При этом возможны расстройство швов и возникновение прочих локальных дефектов в транзитной части.

Если в трубе водопропускного ГТС при заданных геометрических размерах гидравлический прыжок образуется, то можно уменьшить его сечение. При этом возрастет число Фруда, уменьшится длина отрыва потока, поднимется пьезометрическая линия и входной участок сможет занаториться, то есть гидравлический прыжок исчезнет. Однако если при этом возникнет вероятность значительного уменьшения пропускной способности ГТС, что недопустимо для надежно работающей мелиоративной системы, то необходимо провести расчет входного участка уже с учетом пульсационной нагрузки от гидравлического прыжка.

### References

1. **Babukov Sh.A.** Perekhodnye rezhimy techeniya potoka v nereguliruyemyh zakrytyh vodosbrosah: dis. cand. tehn. nauk. – M.: MGMI, 1985. – 24 s.
2. **Altunin V.I., Chernykh O.N.** Osobennosti raboty nereguliruyemyh trubchatykh sooruzhenij dyukernogo tipa v perehodnyh rezhimakh // Trudy Nauchno-tehnicheskoy konferentsii. – M.: MGUP, 2001. – S. 48-51.
3. **Chernykh O.N., Burlachenko A.V.** Eksploatatsiya i proektirovanie dyukerov na vodnykh objektah [Elektronny resurs]: Rossijsky gosudarstvenny agrarny universitet – MSHA imeni K.A. Timiryazev (Moskva). – Electron. Textovye dan. – Moskva, 2021. – 151 s. <http://elib.timacad.ru/dl/local/06122021.pdf/info>.
4. **Kosichenko Yu.M.** Sovremennoe sostoyanie vodopropusknykh gidrotehnicheskikh sooruzhenij Donskogo magistralnogo kanala / Yu.M. Kosichenko, G.L. Lobanov O.A., Baev A.Yu. Garbuz. – Novochoerkassk: FGBNU «RosNIIPM», 2014. – 49 s.
5. **Burlachenko A.V., Chernykh O.N., Khanov N.V.** Hydrodynamic Investigations of Inverted Siphon, s Fragment // Larhyss Journal, ISSN1112-3680, n°49, Mars 2022, pp. 123-137 © 2022 All rights reserved, Legal Deposit 1266-2002.
6. **Shvanshtein A.M.** Stroitelnye tunneli. Gidravlicheskie usloviya raboty. – M.: Energoatomizdat, 1986. – 123 s.
7. **Altunin V.I.** Pulsatsiya davleniya v trubchatom sooruzhenii pri perehodnom rezhime // Gidravlika transportnykh sredstv i dorozhnykh sooruzhenij. Trudy MAD. – M.: MADI, 1988. – S. 67-71.
8. **Altunin V.I., Chernykh O.N.** Vliyanie konstruktsii vhodnogo ogolovka na pulsatsiyu davleniya v trubchatom sooruzhenii pri perehodnom rezhime // Raschety elementov gidravlicheskikh sistem mashin i mehanizmov. Trudy MADI. – M.: MADI, 1990. – S. 73-79.
9. **Shvanshtein A.M.** Gidravlicheskie usloviya raboty trubchatykh i tunnelnykh vodosbrosov. // Izvesiya VNIIG. – 1997. – No. 230. – S. 287-313.
10. **Chernykh O.N., Khanov N.V., Burlachenko A.V.** Otsenka vliyaniya vhodnykh ustrojstv

дорожных трубчатых переходов из гофрированного металла // Доклады ТСХА. – 2019. – Вып. 291. Ч. III. – С. 74-78.

11. **Altunin V.I.** Hydraulic Resistance of Corrugated Metal Culvert Pipes with Elevated Abrasive Resistance / V.I. Altunin, O.N. Chernyh, A.V. Burlachenko // Power Technology and engineering. – 2016. – November. – Vol. 50. – Iss. 4. – Pp. 385-390.

12. **Suetina T.A.** Hydraulic calculation features of helically corrugated steel culverts / T.A. Suetina, O.N. Chernykh and A.V. Burlachenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. VII International Symposium Actual Problems of Computational Simulation in Civil Engineering, 1-8 July 2018, Novosibirsk, Russian Federation. – 2018. – December. – Vol. 456. – Section 4. 31. – P. 5.

13. **Черных О.Н., Алтунин В.И., Бурлаченко А.В.** Экспериментальные исследования металлической гофрированной водопропускной трубы при частично-напорном режиме // Приволжский научный журнал. – 2015. – № 1. – С. 28-36.

14. **Suetina T.A., Chernykh O.N., Burlachenko A.V., Koroteev D.D.** Hydraulic parameters of culverts from pipes with normal and spiral form of corrugation // International Conference on Engineering Systems 2020: Journal of Physics. Conference Series 1687. – 2020. – 012037.

15. **Черных О.Н., Суэтина Т.А., Бурлаченко А.В.** Научные основы совершенствования методов гидравлического расчета дорожных гофрированных труб из металла. – М.: МАДИ, 2020. – 234 с.

#### Критерии авторства

Черных О.Н., Бурлаченко А.В. выполнили теоретические и экспериментальные исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Статья поступила в редакцию 23.09.2022

Одобрена после рецензирования 18.10.2022

Принята к публикации 25.10.2022

na gidravlicheskie usloviya raboty razlichnyh modifikatsij dorozhnyh trubchatyh perehodov iz gofirovannogo metalla // Doklady TSHA. – 2019, vyp. 291, ch. III, 59 pp., – S. 74-78.

11. **Altunin V.I.** Hydraulic Resistance of Corrugated Metal Culvert Pipes with Elevated Abrasive Resistance / V.I. Altunin, O.N. Chernyh, A.V. Burlachenko // Power Technology and engineering. November 2016, Volume 50, Issue 4. – P. 385-390.

12. **Suetina T.A.,** Hydraulic calculation features of helically corrugated steel culverts / T.A. Suetina, O.N. Chernykh and A.V. Burlachenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. VII International Symposium Actual Problems of Computational Simulation in Civil Engineering 1-8 July 2018, Novosibirsk, Russian Federation. Volume 456, Section 4. 31 December 2018. – 5 p.

13. **Chernykh O.N., Altunin V.I., Burlachenko A.V.** Experimentalnye issledovaniya metallicheskoj gofirovannoj vodopropusknj truby pri chstichno-napornom rezhime // Privolzhsky nauchny zhurnal. – 2015. – No. 1. – S. 28-36.

14. **Suetina T.A., Chernykh O.N., Burlachenko A.V., Koroteev D.D.** Hydraulic parameters of culverts from pipes with normal and spiral form of corrugation // International Conference on Engineering Systems 2020. Journal of Physics: Conference Series 1687 (2020) 012037.

15. **Chernykh O.N., Suetina T.A., Burlachenko A.V.** Nauchnye osnovy sovershenstvovaniya metodov gidravlicheskoj rascheta dorozhnyh gofirovannyh trub is metalla. – M.: MADI, 2020. – 234 sp.

#### Criteria of Authorship

Chernyh O.N., Burlachenko A.V. performed theoretical and experimental research, on the basis of which they conducted a generalization and wrote the manuscript. Chernyh O.N., Burlachenko A.V. have copyright on the article and are responsible for plagiarism.

#### Conflict of interests

The authors declare that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 23.09.2022

Approved after reviewing 18.10.2022

Accepted for publication 25.10.2022