

Рубрика 2. НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Направление – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов

УДК 624.87

DOI 10.17816/transsyst20217137-45

© **К. А. Васильев, В. А. Борисов, Г. А. Аверченко**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(Санкт-Петербург, Россия)

ПОНТОННЫЕ (НАПЛАВНЫЕ) МОСТЫ ИЗ НЕКОНДИЦИОННЫХ ТРУБ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Аннотация. Объектом исследования является понтонное звено, где роль несущей конструкции выполняют некондиционные трубы. Строительство наплавных мостов является разновидностью в мостостроении и является важнейшей составной частью развития транспортной инфраструктуры нашей страны и за рубежом. В случае, когда нет возможности строительства капитальных или низководных мостов используются наплавные мосты или паромные переправы. Наплавные мосты очень удобно применять при возведении капитальных, при перекрытии основного хода трассы вместо временных стационарных мостов. Для сравнительного анализа применения разработанного решения был произведен примерный расчет стоимости понтона. Анализ стоимостей на рынке аналогов показал что стоимость только несущей конструкции понтона аналогичной грузоподъемности на основе пластиковых труб, будет значительно больше стоимости понтона из некондиционных. В ходе исследования был проведен анализ возможности применения некондиционных труб для сооружения наплавных мостов. Некондиционные трубы являются перспективным материалом для строительства наплавных мостов в силу обеспечения плавучести, низкой стоимости, такие трубы являются легкодоступным сырьем.

Ключевые слова: наплавной мост, понтон, наплавные мосты, некондиционные трубы, водопропускные сооружения, искусственные сооружения, инженерные сооружения.

Rubric 2. SCIENTIFIC AND PRACTICAL DEVELOPMENTS

Field – Design and construction of roads, subways

© **K. A. Vasilev, V. A. Borisov, G. A. Averchenko**

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(St. Petersburg, Russia)

PANTON (FLOW) BRIDGES FROM METAL POLYETHYLENE PIPES

Annotation. The object of the study is a pontoon link, where the role of the bearing structure is performed by non-standard pipes. Construction of surface bridges is widely used

in bridge construction and is an essential part of the development of transport infrastructure of our country and abroad. In the case where it is not possible to build capital or low-water bridges, surface bridges or ferry crossings are used. Built-up bridges are very convenient to use in the construction of capital bridges, when the main course of the route is blocked instead of temporary stationary bridges. In order to compare the application of the developed solution, an approximate calculation of the cost of the pontoon was made. Analysis of costs in the market of analogues showed that the cost of only the bearing structure of a pontoon of similar load capacity based on plastic pipes, will be much higher than the cost of pontone out of non-standard. The study examined the possibility of using non-standard pipes for the construction of weld bridges. Non-standard pipes are a promising material for construction of weld bridges due to buoyancy, low cost, such pipes are easily available raw materials.

Key words: floating bridge, pontoon, floating bridges, substandard pipes, culverts, artificial structures, engineering structures.

ВВЕДЕНИЕ

Наплавной мост – мост на плавучих опорах, представляющий собой искусственное сооружение, предназначенное для движения транспортных средств и пешеходов в местах пересечения автомобильными дорогами водных преград. Главной проблемой наплавных мостов является перевозка к месту переправы и небольшое количество рыночных предложений. Всё это делает сооружение наплавных мостов дорогим. Транспортировка на дальние расстояния может занимать до 10 % от стоимости самого моста [1].

Нами было решено использовать некондиционные ПНД трубы в качестве основы понтонного моста, так как аналогичные исследования еще никем не проводились [2].

Целью исследования было определить возможность строительства понтонного моста из некондиционных труб, проанализировать его прочностные характеристики, и сравнить стоимость с понтоном, изготовленным из фабричных пластиковых частей.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ ТРУБ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОНТОННОГО МОСТА

В последние годы на внутреннем рынке возрастает спрос на потребление некондиционного материала. Некондиционные изделия – это изделия, которые подверглись некоторым (как правило, незначительным) изменениям или обладающие небольшим дефектом. В то же время они вполне пригодны для многих эксплуатационных нужд [3]. К числу некондиционных товарных позиций в сегменте труб и традиционно относят товары, бывшие в эксплуатации; лежалые трубы и трубы, при

изготовлении которых не выдержаны общепринятые нормативы и стандарты качества.

Некондиционные трубы могут иметь следующие дефекты:

- сколы по краям труб;
- различную толщину стенок;
- различные механические повреждения (вмятины, подрезы, трещины) [4].

Основным преимуществом некондиционных материалов является их низкая стоимость по сравнению с качественной продукцией. Так же трубы могут иметь любой отличный от ГОСТ признак, что делает его некондиционным. Экономия на некондиционных трубах – один из оптимальных методов экономии при строительных работах. Данные материалы в основном не имеют никакого дальнейшего применения, и применение в мостах дает им вторую жизнь, и сокращает затраты на покупку новых материалов.

Первое наше исследование мы провели в феврале 2020 года. Исследование было экспериментальное. Цель заключалась в проверке устойчивости понтона из ПНД труб к отрицательной температуре. Мы закупили на «Ижорском трубном заводе» полиэтиленовые трубы; крепления для их соединения, и необходимые расходные материалы.

Понтон монтировался непосредственно у озера «Орлинское». Испытание, которое понтон прошёл успешно, это: перенес вмерзание в лед в зимний период, тем самым зарекомендовал себя как вполне надежная конструкция. Так же понтон может служить для размещения насосов, как в промышленных целях, так и для служебного пользования [5].

Результаты, которые были получены:

1. Понтон не разрушился при замерзании воды в ПНД трубах. Внутри труб попала вода, тем самым, при отрицательной температуре она замерзла и превратилась в комок льда. Труба не лопнула и не разорвалась.
2. Простота и легкость проведения сварочных конструкций.
3. Так же при монтаже понтона, было установлено, что трубы из ПНД устойчивы к ударам металлических изделий.
4. Экологическая безопасность.

НЕДОСТАТКИ В ХОДЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОНДИЦИОННЫХ ТРУБ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Недостаток, который удалось выявить в процессе монтирования, это наличие сварных швов на поплавах. Торцевание труб производилось с помощью ПНД листа методом экструзионной сварки [6]. Сырье, из которого производились труба, лист и сварочный пруток, не всегда было идентичны друг другу по составу. Так же был обнаружен и недостаток в

виде сильного ветра, который отрицательно влияет на устойчивость данного понтона. Так же существует проблема пропуска судов при наличии понтонной переправы через водоём, но для понтонного моста эту проблему можно решить достаточно легко, с помощью вывода нескольких звеньев переправы на время пропуска судов.

Было запланировано еще несколько исследований, но в связи с эпидемиологической обстановкой в мире, они были отменены.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОНДИЦИОННЫХ ТРУБ

Для сравнительного анализа применения разработанного решения был произведен примерный расчет стоимости понтона, в котором средняя рыночная цена некондиционной трубы составляет 15–20 тыс. руб./т. Для сооружения одного понтона стоимость труб в среднем будет составлять 400 тыс. руб. Анализ стоимостей на рынке аналогов показал стоимость только несущей конструкции понтона аналогичной грузоподъемности на основе пластиковых частей, взятого в качестве прототипа, составит 1,2 млн. руб. [7].

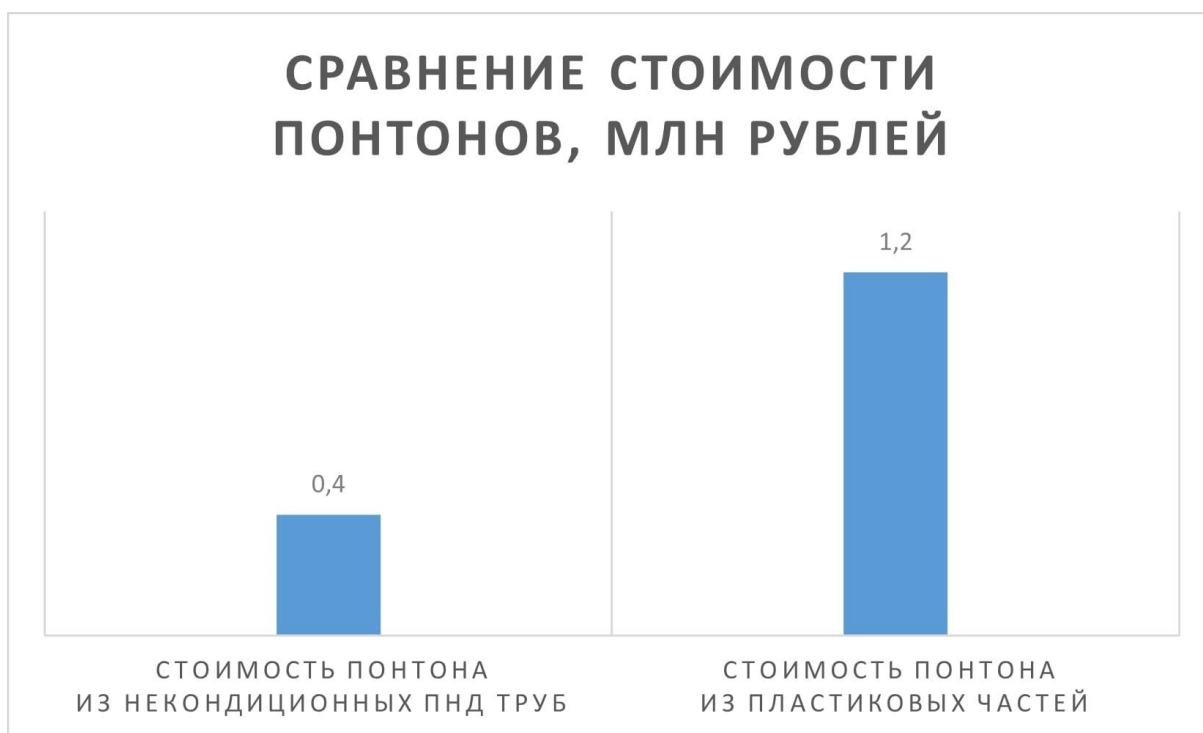


Рис. 1. Диаграмма «Сравнение стоимости понтонов»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного исследования было выявлено, что в качестве основной конструкции понтона, обеспечивающей плавучесть, можно

использовать трубы больших диаметров или большее количество труб, но с меньшим наполнителем внутри [8].

Согласно ГОСТ 18599-2001 ПНД трубы имеют следующие характеристики:

Таблица 1. Характеристики труб применяемые в строительстве

Материал труб	Наружный диаметр, мм	Толщина стенок, мм	SDR, величина соотношения диаметра к толщине стенок	PN, рабочее (номинальное) давление, бар
ПЭ 32	10–160	2–20,8	21; 13,6; 9 и 6	2,5; 4; 6 и 10
ПЭ 63	40 – 2 000	2–108,9	21; 17,6; 13,6 и 11	5; 6; 8 и 10
ПЭ 80	10 – 2 000	2–108,9	26; 21; 17,6; 17; 13,6; 11; 9; 7,4	5; 6,3; 7,5; 8; 10; 12,5; 16; 20
ПЭ 100	16 – 1 200	2–108,9	33; 26; 21; 17,6; 17; 13,6; 11; 9 и 7,4	5; 6,3; 8; 9,5; 10; 12,5; 16; 20 и 25

Для проверки, какое может выдержать давление ПНД труба, у нас не было необходимого оборудования [9]. Но нам удалось проверить ударную прочность с помощью кувалды. Мы наносили удары восьмикилограммовой кувалдой в одну точку несколько раз подряд, целостность трубы не была нарушена [10].

При сборке понтона, было решено расположить трубы перпендикулярно оси мостового перехода, как показано на Рис. 2.

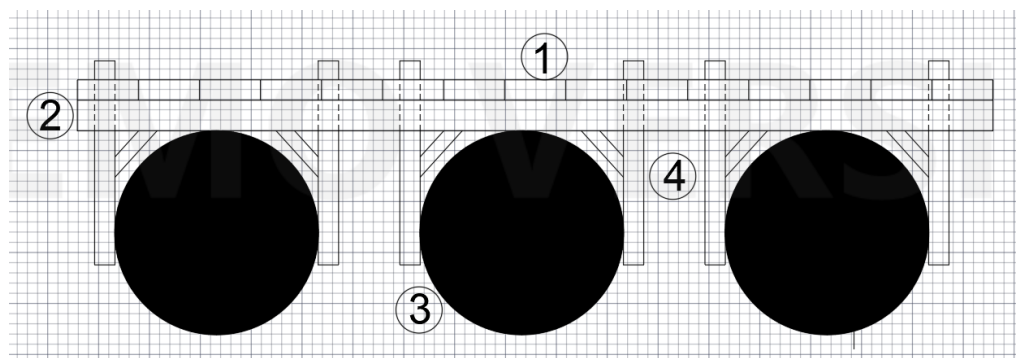


Рис. 2. Поперечный разрез понтонного звена

- 1- Поперечный настил;
- 2- Продольный настил;
- 3- ПНД труба;
- 4- Крепление труб

Также, после сравнительного анализа стоимости понтонного моста, выявлено, что некондиционные и лежалые трубы являются самым

дешевым трубопрокатом, что делает стоимость сооружения понтона весьма малой, при этом по техническим характеристикам трубы вполне пригодны для сооружения понтонов [11].

Понтон из труб имеет широкое применение в различных областях, главным из которых является сооружение моста-ленты и в качестве паромной переправы [12]. Но также может служить причалом или плавучей опорой для постройки. Понтонное звено, несущей частью которого являются 3 ПНД трубы, легко выдерживает двух человек (160 кг), и груз 100 кг.

В ходе проведенного исследования по понтонным (наплавным) мостам из ПНД некондиционных труб было установлено, что главное достоинство этих мостов заключается в дешевизне [13]. В текущее время сложно найти большое количество средств на какую-либо постройку [14].

Когда нет возможности строительства капитальных или низководных мостов используются наплавные мосты или паромные переправы. Наплавные мосты очень удобно применять при возведении капитальных, при перекрытии основного хода трассы вместо временных стационарных мостов. Для сравнительного анализа применения разработанного решения был произведен примерный расчет стоимости понтона, и можно с точностью сказать, что постройка из некондиционных ПНД труб будет значительно дешевле, чем на основе пластиковых труб [15]. Особенно в связи с нынешней экономической ситуацией в стране и мире. Некондиционные трубы являются легкодоступным сырьем, обладают низкой стоимостью, как было сказано ранее. Вполне подходят в качестве строительного сырья для понтонного мостостроения.

Авторы заявляют что:

1. У них нет конфликта интересов.
2. Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / References

1. Ермошин Н.А., Лазарев Ю.Г., Егосин А.М., Змеев А.Т. Планирование развития дорожной сети с учетом принципов многокритериальной оптимизации // Путь навигатор. – 2019. – № 38(64). – С. 24-31. [Ermoshin NA, Lazarev YuG, Egoshin AM, Zmeev AT. Planirovanie razvitiya dorozhnoi seti s uchetom printsipov mnogokriterial'noi optimizatsii. Putevoi navigator. 2019;(38(64)):24-31. (In Russ.)].
2. Аверченко Г.А., Огурцов Г.Л. Перспективы использования композитного материала в мостостроении // IV Международная научно-практическая конференция: «Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития»; Апрель 3, 2019; Петрозаводск. [Averchenko GA, Ogurtsov GL. Composite material in bridge construction the way to perfection. (Conference proceedigs) IV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya:

- «Fundamental'naya i prikladnaya nauka: sostoyanie i tendentsii razvitiya»; 2019 Apr 3; Petrozavodsk (In Russ.)). Доступно по: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41475166>. Ссылка активна на 23.12.2020.
3. Яковлев Ю.М., Горячев М.Г. Строительство водопропускных труб на автомобильных дорогах: учебное пособие. – М.: МАДИ, 2011. – 160 с. [Yakovlev YuM, Goryachev MG. Construction of culverts on highways: schoolbook. Moscow: MADI, 2011. 160 p. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19645534>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 4. Лисов В.М. Водопропускные трубы под. – Воронеж.: ВГАСА, 1996. – 123 с. [Lisov VM. Vodopropusknye truby pod nasypami. Voronezh: VGASA, 1996. 123 p. (In Russ.)]. Доступно по: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001749438>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 5. Подвальный Р.Е., Потапов А.С., Янковский О.А. Технология строительства металлических гофрированных водопропускных труб. – М.: Транспорт, 1978. – 78 с. [Podval'nyj RE, Potapov AS, Yankovskij OA. Tekhnologiya stroitel'stva metallicheskih gofrirovannyh vodopropusknyh trub. Moscow: Transport; 1978. 78 p. (In Russ.)]. Доступно по: <https://search.rsl.ru/ru/record/01007791101>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 6. ОДМ 218.2.001-2009. Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учетом региональных условий (дорожно-климатических зон) [ODM 218.2.001-2009. Rekomendatsii po proektirovaniyu i stroitel'stvu vodopropusknykh sooruzhenii iz metallicheskih gofrirovannykh struktur na avtomobil'nykh dorogakh obshchego pol'zovaniya s uchetom regional'nykh uslovii (dorozhno-klimaticheskikh zon) (In Russ.)]. Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/1200074825>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 7. ГОСТ 32871-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные. Технические требования (Переиздание) [GOST 32871-2014 Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Truby dorozhnye vodopropusknye. Tekhnicheskie trebovaniya (Pereizdanie) (In Russ.)]. Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/1200119826>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 8. ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия (с Поправкой, с Изменениями N 1, 2). [GOST 18599-2001 pressure Pipes made of polyethylene. Technical specifications (as Amended, with Changes N 1, 2) (In Russ.)]. Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/1200029492>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 9. ГОСТ 22689-2014 Трубы и фасонные части из полиэтилена для систем внутренней канализации. Технические условия. [GOST 22689-2014 pipes and fittings made of polyethylene for internal Sewerage systems. technical specifications. (In Russ.)]. Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/1200114241>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 10. ГОСТ 32415-2013 Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия. [GOST 32415-2013 pressure Pipes made of thermoplastics and connecting parts to them for water supply and heating systems. General technical conditions. (In Russ.)]. Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/1200108752>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 11. Алексеев С.В., Трепалин В.А., Шевченко С.М., Трифонова А.А. Современные

- методы совершенствования конструкций деформационных швов автодорожных мостов // Путь навигатор. – 2020. – № 43(69). – С. 3. [Alekseev SV, Trepalin VA, Shevchenko SM, Trifonova AA. Sovremennyye metody sovershenstvovaniya konstruktsii deformatsionnykh shvov avtodorozhnykh mostov. Putevoi navigator. 2020;(43(69)):3. (In Russ.)].
12. Копыленко В.А. Малые водопропускные сооружения на дорогах России: учеб. пособие. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. – 444 с. [Kopylenko VA. Small culverts on the roads of Russia: schoolbook. Moscow: Training and methodological center for education in railway transport, 2013. 444 p. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21195264>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 13. Бельшева В.С., Костылева В.В., Карабанов П.С. и др. Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг – 2019. [Belysheva VS, Kostyleva VV, Karabanov PS, et al. Technical regulation: the basic basis for the quality of materials, goods and services. 2019. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41371647>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 14. Ярцев В.П., Долженкова М.В. Прогнозирование долговечности кровельных битумно полимерных материалов. // Вестник Тамбовского государственного технического университета – 2012. – № 4. – С. 1042–1050. [Yartsev VP, Dolzhenkova MV. Forecasting the durability of roofing bitumen-polymer materials. Bulletin of the Tambov state technical University. 2012;(4);1042-1050. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18610059>. Ссылка активна на 23.12.2020.
 15. Адамов. А.А., Лаптев М.Ю. Анализ отечественной и зарубежной нормативной базы по механическим испытаниям полимерных композиционных материалов // Конструкции из композиционных материалов – 2012. – № 3. – С. 72–77. [Adamov AA, Laptev MYu. Analysis of the domestic and foreign regulatory framework for mechanical testing of polymer composite materials. Constructions of composite materials. 2012;(3);72-77. (In Russ.)]. Доступно по <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17904736>. Ссылка активна на 23.12.2020.

Сведения об авторах:

Васильев Кирилл Андреевич, студент, Инженерно-строительный институт;
eLibrary SPIN: 8250-4609; ORCID: 0000-0002-1013-2029;
E-mail: vasiliev2.ka@edu.spbstu.ru

Борисов Вячеслав Андреевич, студент, Инженерно-строительный институт;
eLibrary SPIN: 8054-4914; ORCID: 0000-0002-8596-7020;
E-mail: borisov.va@edu.spbstu.ru

Аверченко Глеб Александрович, ассистент, Инженерно-строительный институт;
eLibrary SPIN: 1707-9958; ORCID: 0000-0001-8813-545X;
E-mail: averchenko_ga@spbstu.ru

Information about the authors:**Kirill A. Vasilev**, student;

eLibrary SPIN: 8250-4609; ORCID: 0000-0002-1013-2029;

E-mail: vasiliev2.ka@edu.spbstu.ru

Vyacheslav A. Borisov, student;

eLibrary SPIN: 8054-4914; ORCID: 0000-0002-8596-7020;

E-mail: borisov.va@edu.spbstu.ru

Gleb A. Averchenko, assistant;

eLibrary SPIN: 1707-9958; ORCID: 0000-0001-8813-545X;

E-mail: averchenko_ga@spbstu.ru

Цитировать:

Васильев К.А., Борисов В.А., Аверченко Г.А. Понтонные (наплавные) мосты из некондиционных труб полиэтилена низкого давления // Транспортные системы и технологии. – 2021. – Т. 7. – № 1. – С. 37–45. doi: 10.17816/transsyst20217137-45

To cite this article:

Vasiliev KA, Borisov VA, Averchenko GA. Ponton (flow) bridges from metal polyethylene pipes. *Transportation Systems and Technology*. 2021;7(1):37-45. doi: 10.17816/transsyst20217137-45