

УДК 691

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБ
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ****А.А. Макаева, С.Д. Болдинова**

Оренбургский государственный университет, Российская Федерация

e-mail: alla_ish@mail.ru

Представлен сравнительный анализ возможности использования гофрированных водопропускных сооружений в мире, России и Оренбургской области. Рассмотрены проблемы применения таких труб и возможные варианты их решения.

Ключевые слова: автомобильные дороги; водопропускные сооружения; металлические гофрированные трубы.

THE USE OF CORRUGATED METAL PIPES IN ROAD CONSTRUCTION**A. Makaeva, S. Boldinova**

Orenburg State University, Russian Federation

e-mail: alla_ish@mail.ru

A comparative analysis of the possibility of using corrugated culverts in the world, Russia and the Orenburg region is presented. The problems of using such pipes and possible solutions are considered.

Keywords: automobile roads; culverts; corrugated metal pipes.

Процесс проектирования автомобильных дорог представляет собой комплекс мероприятий, направленных на получение рационального варианта дороги, который в дальнейшем будет реализован. На этапе проектирования, если это необходимо, следует предусматривать использование инженерных сооружений, которые представляют собой – земляное полотно, дорожная одежда, путепроводы, тоннели, подпорные стенки, водоотводные и водопропускные сооружения. Чаще всего возникает потребность применения труб. По статистике на один километр дороги приходится примерно 1,2 трубы. Водопропускные трубы классифицируются:

1. по форме поперечного сечения – в виде круга, прямоугольника и овоидальные;
2. по числу очков в сечении – одноочковые, двухочковые, многоочковые;
3. по уровням – одноуровневые, многоуровневые;
4. по условиям гидравлической работы – равнинные, косогорные;
5. по влиянию длины трубы на пропускную способность – «короткие» в гидравлическом отношении, «длинные» в гидравлическом отношении;
6. по работе поперечного сечения – безнапорные, напорные, полунапорные;
7. по материалу – бетонные, железобетонные, металлические, полимерные;
8. по шероховатости внутренней поверхности- гладкие, гофрированные.

Современным вариантом труб являются такие, которые выполнены из металлических гофрированных структур. Подобный профиль позволяет иметь преимущества, которые выделяют их среди конкурентов. Благодаря тому, что они имеют небольшой вес и их можно компактно уложить, транспортировка и монтаж труб требуют меньших затрат труда, времени и механизмов. Они обладают высоким сопротивлением к разрушению от размыва водой. Ремонтировать сооружения относительно не трудно, замена изношенных элементов возможна без вскрышных земляных работ. Они пожаробезопасны, сейсмоустойчивы. При правильном соблюдении всех технологий трубы из гофры могут прослужить более 80 лет. И при всех вышеперечисленных плюсах гофрированные водопропускные трубы имеют меньшую стоимость по сравнению с другими трубами при равных диаметрах.

Несмотря на то, что данная технология является актуальной и современной предложена она достаточно давно. Впервые гофрированные водопропускные трубы появились в России еще в 1875 году. Их изготовление осуществлялось на Петербургском металлургическом заводе как альтернатива системам, изготавливаемым из дерева. Были проведены исследования поведения конструкции под нагрузкой, которые оказались вполне успешны. Трубы планировали применять при строительстве Ряжско-Вяземской железной дороги, но технико-инспекторским комитетом министерства путей сообщения было запрещено их использование. Поэтому впервые применены гофротрубы на крупном объекте лишь в 1887 году на Закаспийской железной дороге, которая строилась под руководством военного министерства, независимого от министерства путей сообщения. В 1896 году инженерным советом было разрешено использование гофрированных водопропускных труб, но с некоторыми ограничениями:

1. нагрузка от транспорта не должна оказывать влияние на трубу;
2. режим протекания воды в трубе разрешается только безнапорный;
3. диаметр труб должен быть не более 1,07 м. Исключениями являются трубы, укладываемые под насыпями высотой от 1,07 м. до 6,4 м. над верхней частью трубы, но их разрешается строить только под дорогами с небольшой интенсивностью движения.

В 1913 году провели обследования гофрированных водопропускных труб, и результаты подтвердили возможность их практического применения. Средний срок службы труб – 14 лет. Деформации в трубах в основном следующие:

1. разрушения по ее сечению;
2. повреждения вследствие неравномерных осадок;
3. нарушения из-за коррозий различных типов.

С 1914 года по причине войн и революций гофрированные водопропускные трубы перестали применяться и только более чем через 50 лет их начали использовать при строительстве Байкало-Амурской магистрали, которое проводилось в ускоренном режиме, что не позволяло достаточно качественно выполнить работы и это привело к большому количеству разрушений и деформаций труб. После такого неудачного опыта применение труб из гофрированного металла в строительстве многих объектов было запрещено.

За рубежом впервые был получен патент на гофрированные водопропускные трубы в 1886 году в США, использованы в строительстве они были в 1896 году. Позже технология появилась в Японии, Канаде, странах Африки.

В Оренбургской области впервые широкое использование гофрированных водопропускных труб было применено в 1901 году в период строительства железной дороги Оренбург-Ташкент. Основные водопропускные системы имели диаметр от 64 до 117 см. Опыт применения оказался негативным, вследствие причин:

1. неправильная технология монтажа;
2. ошибки в конструкции трубы – неподходящее сечение волн.

Хотя первые попытки применения гофрированных металлических труб и были не всегда удачными, результаты позволяли накопить опыт, который позволил выявить ряд проблем, возникающих во время эксплуатации труб. Согласно данным мониторинга состояния труб построенных в различные годы и при разнообразных условиях можно сделать вывод, что разрушение металла зависит от следующих факторов:

1. кислотно-щелочной баланс воды и грунта;
2. сопротивляемости грунта электричеству;
3. степень уплотнения грунта;
4. количество и скорость наносов;
5. количество хлоридов и сульфатов в составе воды и грунта;
6. уклона трубы;
7. материала и конструкции трубы;
8. скорости воды;
9. от вида и наличия защитного покрытия.

Самая распространенная проблема гофротруб – это их абразивно-коррозионное разрушение. Для борьбы с данной проблемой существует несколько способов:

1. использование защиты в виде покрытия поверхности трубы антикоррозийными средствами на основе цинка, алюминия, полимеров, битумов;
2. укладка гравия, камня, габионных структур на дно трубы;
3. устройство гладкого бетонного или асфальтобетонного лотка – наиболее эффективный способ.

В последние годы популярность гофрированных металлических труб значительно возросла. 17 июня 2002 года Министерством транспорта РФ выпущено распоряжение, которое рекомендует при строительстве и реконструкции дорог Сибири и Дальнего Востока использовать гофрированные водопропускные системы. Предлагается огромное количество различных конструктивных решений труб из гофрированного металла. Российские компании сотрудничают с зарубежными, благодаря чему в инженерных решениях появились гофры 68x13 мм., 75x25 мм., 125x25 мм., 152x51 мм. Расширилась вариативность форм поперечного сечения (Рисунок 1). Но так как статистических данных по использованию труб с нестандартным сечением недостаточно, предпочтение отдается круглой трубе.

В Оренбургской области используют трубы из гофрированного металла. Например, при реконструкции дороги Бугуруслан-Абдулино в 2015 году было установлено 16 труб из гофрированного металла. Для защиты была предусмотрена антикоррозийная обработка и гладкий бетонный лоток с углом охвата 120°.

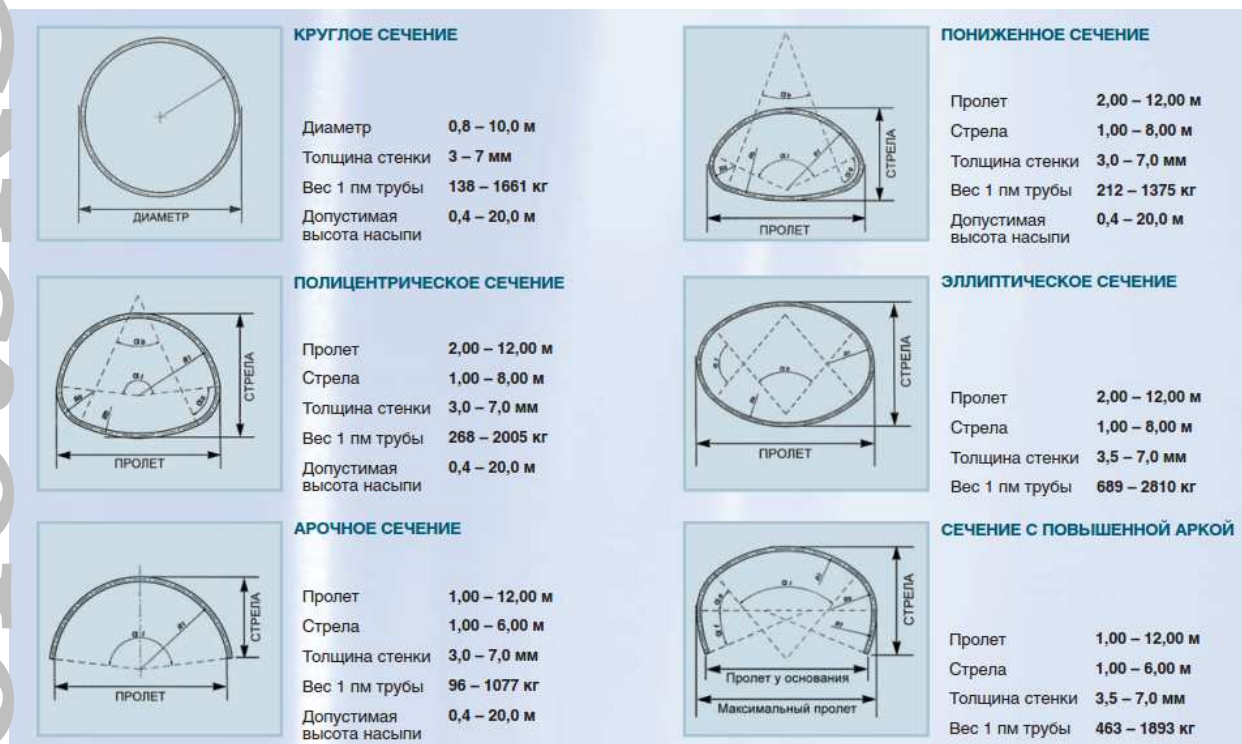


Рисунок 1. – Различные виды сечений металлических гофрированных структур

Проанализировав все вышесказанное можно сделать выводы о том, что металлические гофрированные трубы являются перспективным решением при проектировании и строительстве автомобильных дорог, но необходимо соблюдать ряд технических требований, обеспечивающих их сохранность. Несмотря на явные достоинства таких труб их применение все же ограничено по причинам недостатка нормативных документов, и корректных расчетов, учитывающих все аспекты их гидравлической работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водопропускные трубы под насыпями / Под ред. О.А. Янковского [Электронный ресурс]. – М.: Транспорт, 1982. – 232 с. – Режим доступа: URL <https://elima.ru/books/?id=3773>. – Дата доступа: 24.10.2019
2. Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учетом региональных условий (дорожно-климатических зон): ОДМ 218.2.001-2009. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <http://docs.cntd.ru/document/1200074825> . – Дата доступа: 25.10.2019
3. Методические рекомендации по проведению гидравлических расчетов малых ИССО на автомобильных дорогах: ОДМ 218.2.082-2017. [Электронный ресурс]. – URL <http://docs.cntd.ru/document/456059808>. – Дата доступа: 25.10.2019.
4. Герцог, А. А. Гофрированные трубы на автомобильных дорогах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – URL <https://www.gofrostal.ru/production/dokumentatsiya/>. – Дата доступа: 25.10.2019.

5. Казаркина, В.И. Организация нормативного обеспечения применения на транспортных коммуникациях водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур: дис. ... канд. техн. наук в форме научного доклада: 05.02.22 / В.И. Казаркина. – М., ОАО ЦНИИС, 2008. – 64 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <http://tekhnosfera.com/organizatsiya-normativnogo-obespecheniya-primeneniya-na-transportnyh-kommunikatsiyah-vodopropusknyh-sooruzheniy-iz-gofrir>. – Дата доступа: 25.10.2019.
6. Лисов, В. М. Дорожные водопропускные трубы / В.М. Лисов. – М.: Информ.-изд. Центр «ТИМР», 1998. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL https://www.studmed.ru/lisov-vm-dorozhnye-vodopropusknye-truby_e33764abf30.html. – Дата доступа: 26.10.2019.
7. Алтунин, В.И. Водопропускные трубы в транспортном строительстве. Гидравлическая работа труб из металлических гофрированных структур / В.И. Алтунин, О.Н. Черных, М.В. Федотов. – М.: МАДИ, 2012. – 240 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – URL <https://elibrary.ru/item.asp?id=20433870>. – Дата доступа: 26.10.2019.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Редакционная коллегия:

Л. М. Парфенова (председатель),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Н. В. Давыденко, Р. М. Платонова

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ
[Электронный ресурс] : электронный сборник статей II международной научной конференции, Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-701-3.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379.

ISBN 978-985-531-701-3

@Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Технический редактор *Т. А. Дарьянова.*

Компьютерная верстка *Т. А. Дарьяновой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 09.09.2020.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>