

Технические науки. Архитектура и строительство

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-02**УДК:** 624.01**МРНТИ:** 73.31.13

Инновационные решения капитального ремонта, прямоугольных водопропускных труб и малых мостов, на автомобильных дорогах

***¹Ким А.И., ¹Пак С.С., ²Фролов А.А., ²Тулегенов М.Е., ²Хаирнасов А.С.**

¹ТОО «AsiaGeoCentre», г. Астана, Казахстан

² Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан

*Автор-корреспондент e-mail: kimarthur98@gmail.com

Аннотация

Любое искусственное сооружение на автомобильной дороге, со временем теряет свои первоначальные свойства, заложенные на момент строительства объекта. Искусственные сооружения, в случаях отсутствия работ по содержанию и текущему ремонту, через 30-40 лет эксплуатации приходят в аварийное состояние, в такой ситуации требуется ремонт сооружения. Вид ремонта определяется на основании обследования сооружения специалистами, работающими в транспортном строительстве, и имеющими достаточный опыт работы строительства малых искусственных сооружений и знания о современных технологиях. В результате обследования необходимо дать заключение о состоянии сооружения, и дальнейшем техническом решении – полная замена сооружения или ремонт.

В данной статье предложено малобюджетное решение по усилению существующих водопропускных труб и малых мостов на автомобильных дорогах, с применением современных материалов и технологий. Известные всему миру стальные гофрированные конструкции труб, применены в новом виде. Выявленная экономия стоимости строительно-монтажных работ, это самый простой способ определения выгоды строительства, также в статье определена экономия по материалам, человеко- и машиночасам, и соответственно по снижению продолжительности строительства.

Ключевые слова: искусственные сооружения (ИС), конструкции металлические гофрированные сборные (КМГС), водопропускные трубы, скотопрогон, малый мост, гильзование.

Поступила:
17 января 2025
Рецензирование:
14 февраля 2025
Принята ^в
печать:
03 марта 2025

Ким А.И	Информация об авторах: Магистр технических наук, ТОО «AsiaGeoCentre», г. Астана, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-3619-6903 , E-mail: kimarthur98@gmail.com
Пак С.С	ТОО «AsiaGeoCentre», г. Астана, Казахстан, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-2364-5678 . E-mail: svetlanapark13@gmail.com
Фролов А.А	магистрант образовательной программы 7М07314-«Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-5377-0641 . E-mail: kaz_85@mail.ru
Тулегенов М.Е	магистрант образовательной программы 7М07314-«Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан. E-mail: tolegen_mahmud@mail.ru
Хаирнасов А.С	магистрант образовательной программы 7М07314-«Строительство автомобильных дорог и аэродромов», кафедра «Транспортное строительство и производство строительных материалов», Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, Казахстан. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-0807-7437 . E-mail: aslan.khairnassov@qaj.kz

Техникалық ғылымдар. Сәулет және құрылыш

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-02

ӘОЖ: 624.01

FTAMP: 73.31.13

Автомобиль жолдарындағы тікбұрышты су өткізгіш құбырлар мен шағын көпірлердің күрделі жөндеудің инновациялық шешімдері

***¹Ким А.И., ¹Пак С.С., ²Фролов А.А., ²Тулеғенов М.Е., ²Хайрнасов А.С.**

¹ЖШС «AsiaGeoCentre», Астана қ, Қазақстан

²Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, Алматы қ, Қазақстан

*Автор-корреспондент e-mail: kimarthur98@gmail.com

Түйіндеме

Магистральдағы кез келген жасанды құрылыш уақыт өте келе нысанды салу кезінде қалыптасқан бастапқы қасиеттерін жоғалтады. Жасанды құрылымдар техникалық қызмет көрсету және ағымдағы жөндеу жұмыстары жүргізілмеген жағдайда 30-40 жыл жұмыс істегеннен кейін жарамсыз болып қалады, мұндай жағдайда құрылымды жөндеу қажет. Жөндеу түрі көлік құрылышында жұмыс істейтін және шағын жасанды құрылыштарды салуда жеткілікті тәжірибесі және қазіргі заманғы технологияларды білуі бар мамандардың конструкцияны тексеруі негізінде анықталады. Тексеру нәтижелері бойынша конструкцияның жай-күйі туралы қорытынды, ал одан әрі техникалық шешім – конструкцияны толық ауыстыру немесе жөндеу қажет.

Қазіргі заманғы материалдар мен технологияларды қолдана отырып, автомобиль жолдарындағы қолданыстағы су өткізгіш құбырлар мен шағын көпірлердің күшету бойынша аз бюджеттік шешім ұсынылды. Элемге әйгілі болат гофриленген құбыр конструкциялары жаңа формада қолданылады. Құрылыш-монтаж жұмыстары құнының анықталған үнемделуі құрылыштың пайдасын анықтаудың ең қарапайым тәсілі болып табылады және мақалада материалдарда, адам және машина сағаттарында үнемдеу, соған сәйкес құрылыш ұзақтығының қысқаруы анықталады.

Түйін сөздер:жасанды құрылыштар (АЖ), металл гофриленген құрама конструкциялар (МГҚК), су өткізгіш құбырлар, мал айдау, шағын көпір, гильзалау.

Мақала келді:
17 қантар 2025
Саралтамадан өтті:
14 ақпан 2025
Қабылданды:
03 наурыз 2025

Ким А.И

Авторлар туралы ақпарат:

ЖШС «AsiaGeoCentre», Астана қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3619-6903>, E-mail: kimarthur98@gmail.com

Пак С.С

ЖШС «AsiaGeoCentre», Астана қ, Қазақстан, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-2364-5678>, E-mail: svetlanapark13@gmail.com

Фролов А.А

Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, «Көлік құрылышы және құрылыш материалдарының өндірісі» кафедрасының 7M07314-«Автомобиль жолдары мен аэродромдар құрылышы» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы, Қазақстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-5377-0641>. E-mail: kaz_85@mail.ru

Тулеғенов М.Е

Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, «Көлік құрылышы және құрылыш материалдарының өндірісі» кафедрасының 7M07314-«Автомобиль жолдары мен аэродромдар құрылышы» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы, Қазақстан. E-mail: tolegen_mahmud@mail.ru

Хайрнасов А.С

Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, «Көлік құрылышы және құрылыш материалдарының өндірісі» кафедрасының 7M07314-«Автомобиль жолдары мен аэродромдар құрылышы» білім беру бағдарламасының магистранты, Алматы, Қазақстан. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-0807-7437>. E-mail: aslan.khairnassov@qaj.kz

Technical Sciences. Architecture and Construction

DOI: 10.63377/3005-4966.1-2025-02**UDC:** 624.01**IRSTI:** 73.31.13**Innovative solutions for major repairs of rectangular culverts and small bridges on highways*****¹Kim A.I., ¹Park S.S., ²Frolov A.A., ²Tulegenov M.E., ²Khairnasov A.S.**¹LLP «AsiaGeoCentre», Astana, Kazakhstan² Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan*Corresponding author e-mail: kimarthur98@gmail.com**Abstract**

Received:
17 January 2025
Peer-reviewed:
14 February 2025
Accepted:
03 March 2025

Any artificial structure on a road, over time, loses its original properties, laid down at the time of construction of the object. Artificial structures, in cases of lack of maintenance and current repairs, after 30-40 years of operation come into an emergency condition, in such a situation, the structure needs to be repaired. The type of repair is determined on the basis of the inspection of the structure by specialists working in transport construction, and who have sufficient experience in the construction of small artificial structures and knowledge of modern technologies. As a result of the inspection, it is necessary to give a conclusion on the condition of the structure, and a further technical solution - a complete replacement of the structure or repair.

A low-budget solution has been proposed to strengthen existing culverts and small bridges on highways using modern materials and technologies. The world-famous steel corrugated pipe structures are used in a new form. The revealed savings in the cost of construction and installation works are the simplest way to determine the benefits of construction, and the article also defines savings in materials, man- and machine hours, and, accordingly, a reduction in the duration of construction.

Keywords: artificial structures (IS), metal corrugated prefabricated structure (MCPS), culverts, cattle track, small bridge, «sleeve».

	Information about authors: <i>LLP «AsiaGeoCentre», Astana, Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-3619-6903, E-mail: kimarthur98@gmail.com</i>
Kim A.I.	<i>LLP «AsiaGeoCentre», Astana, Kazakhstan, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-2364-5678, E-mail: svetlanapark13@gmail.com</i>
Park S.S.	<i>Master's student of the educational program 7M07314-"Construction of highways and airfields", Department of "Transport construction and production of building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-5377-0641, E-mail: kaz_85@mail.ru</i>
Frolov A.A.	<i>Master's student of the educational program 7M07314-"Construction of highways and airfields", Department of "Transport construction and production of building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. E-mail: tolegen_mahmud@mail.ru</i>
Tulegenov M.E.	<i>Master's student of the educational program 7M07314-"Construction of highways and airfields", Department of "Transport construction and production of building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. E-mail: aslan.khairnassov@gai.kz</i>
Khairnasov A.S.	<i>Master's student of the educational program 7M07314-"Construction of highways and airfields", Department of "Transport construction and production of building materials", Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, Almaty, Kazakhstan. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-0807-7437, E-mail: aslan.khairnassov@gai.kz</i>

Введение

Любое искусственное сооружение на автомобильной дороге, со временем теряет свои первоначальные свойства, заложенные на момент строительства объекта. Искусственные сооружения, в случаях отсутствия работ по содержанию и текущему ремонту, через 30-40 лет эксплуатации приходят в аварийное состояние. В статье приводится опыт проведения капитального ремонта водопропускных труб и малых мостов, при помощи «безоперационного» вмешательства, за короткое время с малобюджетными расходами и минимальным воздействием на окружающую среду.

По данным [1], в 2023г, всего на территории Республики Казахстан эксплуатируется около 94 781 км автомобильных дорог общественного пользования, к ним относятся автомобильные дороги: международного, республиканского, областного и районного значения. Начиная с 2003г, в Республике Казахстан, реконструированы практически все автомобильные дороги международного значения и половина дорог республиканского значения. В настоящее время у Министерства Транспорта, и управляющей компании НК «КазАвтоЖол», в планах окончательно соединить Астану с регионами, на направлениях Центр – Юг, Центр – Запад, Центр – Восток и закончить реконструкцию дорог международного и республиканского значения.

Методы

Автомобильные дороги реконструируют основательно, с увеличением полос движения и изменением планового положения относительно существующих дорог, что ведёт к большим финансовым, техническим и экологическим потерям.

На остальных автомобильных дорогах (областного и районного значения), протяженностью 69 861,1 км, выполняется в основном капитальный и средний ремонт. В настоящее время у эксплуатационных организаций ограниченные бюджетные средства, которые расходуют на замену покрытия автомобильных дорог, и при острой необходимости на капитальный ремонт искусственных сооружений - водопропускных труб и мостов (ИС). По данным результатов обследования различных организаций, основная масса ИС, на дорогах областного и районного значения, построенных в период с 60 по 90-е годы прошлого века имеют разное техническое состояние: 10% находятся в хорошем техническом состоянии, 20% в удовлетворительном, 30% в неудовлетворительном и 40% в аварийном состоянии.

Для восстановления существующих аварийных ИС предлагается бюджетное решение по капитальному ремонту, без демонтажа существующих конструкций, без остановки движения автотранспорта и без устройства объездной автомобильной дороги, описанное в Приложении К[2]. Если следовать медицинской терминологии это способ «безоперационного» вмешательства.

Результаты

Одним из реальных примеров является применение метода «гильзования» при капитальном ремонте скотопрогона, на 143км автомобильной дороги «Семей-Кайнар», III технической категории. Существующее сооружение – сборная прямоугольная железобетонная труба отверстием - 4x2,5м, длиной – 16,66м. Проведенное обследование сооружения выявило аварийное состояние скотопрогона: трещины раскрытием 1-2мм на стыках ригелей и стенок; сильное выщелачивание бетона конструкций, просадки звеньев трубы.

Разработка проектной документации и строительно-монтажные работы выполнены ТОО «AsiaGeoCentre», в октябре 2020г, предложением для выполнения работ послужили результаты Технического Совета по инновациям АО НК «КазАвтоЖол», от 28.02.2020г. Для восстановления транспортно-эксплуатационного состояния скотопрогона, предложено

установить конструкцию металлическую гофрированную сборную (КМГС) внутрь существующего скотопрогона, способом «гильзования». Материал КМГС состоит из сборных конструкций «MultiPlate MP200» - VM7 типа волна, с защитным покрытием выполненным методом горячего цинкования, и являются интеллектуальной собственностью концерна «ViaCon», мирового лидера по внедрению инновационных технологий в транспортном строительстве. Работы по «гильзованию» выполнены из 5-ти этапов, реализованных за 6 рабочих дней, бригадой в составе 8 человек. Этапы производства работ приведены в Таблице 1. При выполнении строительно-монтажных работ (СМР) использованы грузовик с краном грузоподъемностью 3,5тонн (манипулятор) – 1шт, и электровиброуплотнитель – 1шт.

Таблица 1. Этапы производства работ

№ этапа	Наименование работ	Кол-во дней на СМР
1	Демонтаж открылоков на входе и выходе трубы. Демонтаж железобетонных плит укрепления дна на входе и углубление на 0,5м (для установки стапеля).	1
2	Уплотнение основания под стапель. Монтаж стапеля, из деревянного бруса, для сборки и передвижки КМГС. Устройство основания из песчано-гравийной смеси под основание КМГС. Рисунок 1.	1
3	Сборка КМГС и передвижка в проектное положение. Рисунок 2 и 3.	2
4	Укрепление откосов георешеткой на входе и выходе трубы. Устройство основания из ГПС и укладка ранее демонтированных железобетонных плит для укрепления дна русла на входе	1
5	Бетонирование полостей между КМГС и существующей прямоугольной трубой. Бетонирование откосов на входе и выходе трубы.	1



Рисунок 1. Разборка укрепления дна, устройство основания и монтаж стапеля, из деревянного бруса, для сборки и передвижки КМГС [материал автора]



Рисунок 2. Монтаж КМГС [материал автора]



Рисунок 3. КМГС установлена в проектное положение [материал автора]



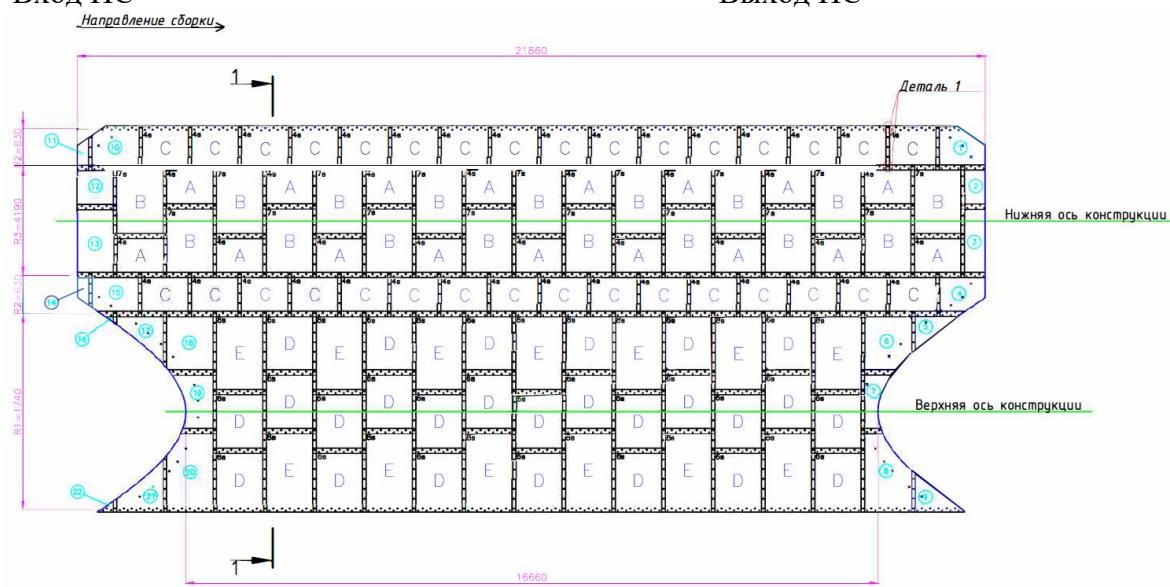
Рисунок 4. КМГС после 2-х лет эксплуатации [материал автора]

После двух лет эксплуатации КМГС, 19.10.2022г, выполнено экспертное обследование специалистами ТОО «AsiaGeoCentre», АО «КаздорНИИ» и эксплуатационной организации ДЭУ-25. По результатам проведенного осмотра выявлено, что:

- геометрические параметры гофрированной трубы соответствуют первоначальным проектным данным;
- во время снегоуборочных работ от удара погрузчика получено небольшое повреждение на входной части трубы, следы коррозии стали и отславивания цинкования отсутствуют;
- в целом состояние трубы - хорошее, несущая способность конструкции КМГС достаточна для пропуска транспортных средств без ограничения скорости движения.

На рисунке 5, приведён проектный чертёж КМГС, стальные гофрированные листы объединяют между собой высокопрочными болтами. В таблице 2 приведены основные характеристики металла и геометрические размеры примененной КМГС.

a) Вход ИС



Выход ИС

б)

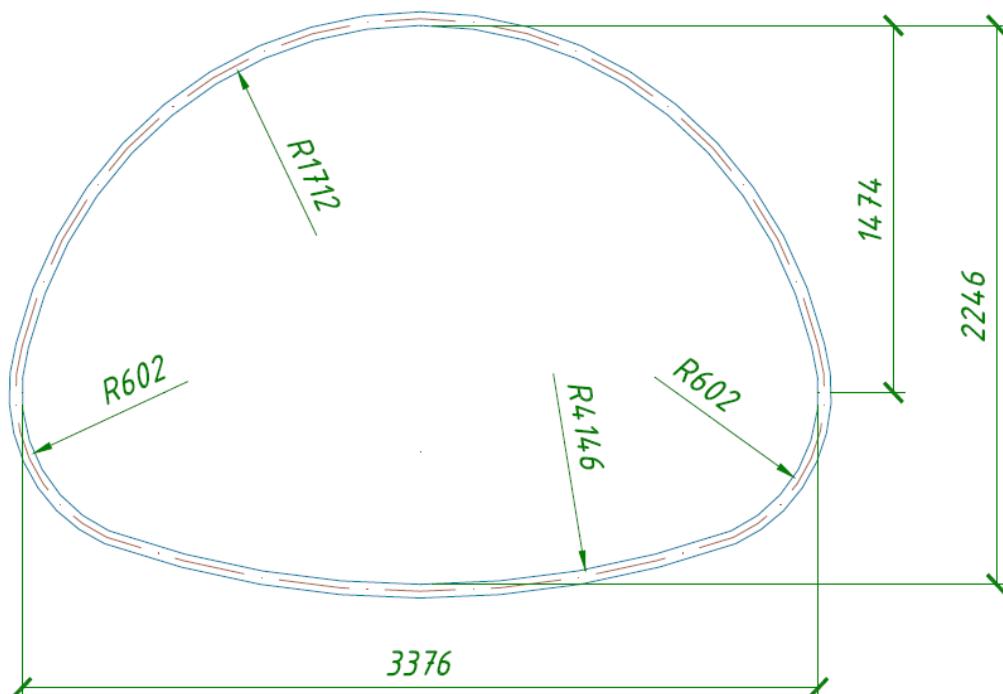


Рисунок 5. Монтажная схема КМГМ. а) Вид изнутри конструкции; б) Разрез конструкции 1-1 [материал автора]

Таблица 2. Основные показатели примененной КМГС

Очертание	Замкнутое сечение арочного очертания, по внутренним граням ($R_1 = 602$ мм, $R_2 = 1712$ мм, $R_3 = 602$ мм, $R_4 = 4146$ мм)
Марка стали	S235JR по EN 10025-2-2004 [3]
Предел текучести стали	Не менее 235 Мпа
Длина по низу, мм	23 430
Длина по верху, мм	16 660
Угол пересечения, град	90
Антикоррозионная защита основной конструкции, тип (толщина, мкм)	Двустороннее антикоррозионное покрытие-слой цинка, нанесенный методом горячего цинкования (55 мкм)
Метизы для сборки конструкции	Специальные высокопрочные болты и гайки M20 (класс прочности 8.8) с увеличенной конической головкой и коническим фланцем (покрыты горячим цинком толщиной 45 мкм)
Внешняя защита конструкций от механических повреждений	Нетканым геотекстилем поверхностной плотностью 200 г/м ²
Вес всей конструкции, кг	6 739

Сравнение объёмов работ по устройству КМГС способом «гильзования» и традиционного способа полной замены трубы по типовому проекту [4], приведены в таблице 3. В соответствии со сметным расчётом стоимость работ по «гильзованию» составила 22 722 тыс.тенге, в ценах 2024г, объемы работ приведены в таблице 3 столбец 4. Для сравнения определена стоимость замены существующего скотопрогона на идентичную новую конструкцию из сборного железобетона, объемы работ приведены в таблице 3 столбец 3.

Полная замена прямоугольных железобетонных конструкций скотопрогона, на традиционные идентичные железобетонные конструкции сечением 4,0x2,5м, по [4], составила

– 38 752 тыс.тенге, в ценах 2024г. Нормативная продолжительность строительства скотопрогона составляет – 17 рабочих дней. Таким образом, выгода применения метода «гильзования» с КМГС обоснована реальными цифрами, технико-экономическое сравнение показателей приведены в таблице 4.

Возможности проведения ремонта не ограничиваются только методом «гильзования», возможно строительство КМГС в составе реконструкции, нового строительства или капитального ремонта малых и средних мостов, с длиной пролета от 4,0м до 32,0м, из гофрированной стали концерна «ViaCon». Примером может служить капитальный ремонт моста через р.Карачик, на км 8+850 автомобильной дороги Р-31 "Кентау – Туркестан – Шаульдер – Тортколь", приведенное на рисунке 6. В этом случае предложенагрунтозасыпная арочная КМГС, запроектированая по схеме 3x14,45 м, общей длиной 43,1 м, на фундаментах мелкого заложения, на естественном основании. ИС сооружение построено на месте существующего моста со схемой 1x24,06м.

Таблица 3. Сравнительная таблица объёмов работ по устройству КМГС способом «гильзования» и традиционного способа полной замены трубы

№ п.п.	Наименование работ	Ж.б. труба отв. 4,0x2,5м	КМГС
1	Демонтаж сборных ж.б.плит укрепления дна на входе и выходе	8,0м ³	3,5 м ³
2	Демонтаж открылоков на входе и выходе трубы	10,36м ³	10,36м ³
3	Демонтаж тела трубы	30,0м ³	-
4	Разработка котлована под фундамент	450,0м ³	-
5	Песчано-щебеночная подготовка под тело трубы	6,0м ³	2,0м ³
6	Устройство фундамента	29,6м ³	-
7	Установка тела трубы	83,5м ³	6,74т
8	Установка открылоков	10,36м ³	-
9	Бетонирование пазух	-	70,1
10	Устройство укрепления откосов на входе и выходе трубы	3,5 м ³	3,5 м ³
11	Устройство укрепления дна на входе и выходе трубы	8,0м ³	3,5 м ³
12	Устройство объездной дороги	200,0пм	-
13	Обратная засыпка котлована, и устройство насыпи земляного полотна	450,0м ³	-
14	Восстановление двухслойной дорожной одежды автомобильной дороги	20,0пм	-

Таблица 4. Технико-экономические показатели СМР

Показатели	Ж.б. труба отв. 4,0x2,5м	КМГС	Экономия, %
Срок службы, лет	50	50	-
Стоимость строительства, в ценах 2024г, тыс.тенге	38 752	22 722	70,5
Количество человек на объекте	8	8	-
Продолжительность строительства, дней	17*	6	183,0
Человек-часов	981,0*	384,0	156,0
Машино-часов	223,7*	24,0	888,0

*Примечание – с учётом разборки существующей насыпи автомобильной дороги.



Рисунок 6. Решение по капитальному ремонту малого моста, по схеме 3x14,45м, общей длиной 43,1м [материал автора]

На проектирование КМГС распространяются все технические требования по проектированию ИС, действующие на территории Республики Казахстан. Единственным недостатком является требование п.5.2.6 [5], в котором сказано, что «Применять трубы не допускается при наличии ледохода и карчехода, а также, как правило, в местах возможного возникновения селей и образования наледи. В местах возможного образования наледи в виде исключения может быть допущено применение прямоугольных железобетонных труб (ширина не менее 3 м и высотой не менее 2 м) в комплексе с постоянными противоналедочными сооружениями».

Обсуждение

В статье хотелось показать, что КМГС методом «гильзования» обладают рядом преимуществ перед традиционными конструкциями, такими как: возможность оперативно запроектировать МГКС под любые современные нормативные подвижные нагрузки действующие на ИС, на промышленных дорогах и дорогах общественного пользования (АБ-151, А-14, НК-120/ НК-180, Еврокоды LM 1-4), и даже сверхнормативные, простота монтажа, короткие сроки проведения работ, экономическая эффективность, удобство транспортировки, возможность применения в сложных условиях, и соответственно низкая вовлеченность машин и механизмов, что снижает углеродный след.

Так же отметим, что преимущества, имеющиеся у металлических гофрированных конструкций, и опыт их применения в других странах позволяют говорить о том, что метод «гильзования» с использованием КМГС является перспективным направлением в транспортном строительстве.

Конфликт интересов. Корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Ссылка на данную статью: Ким А.И., Пак С.С., Фролов А.А., Тулегенов М.Е., Хайрнасов А.С. Инновационные решения капитального ремонта, прямоугольных водопропускных труб и малых мостов, на автомобильных дорогах // Вестник

Казахского автомобильно-дорожного института = Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2025;1 (9):20-30. <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-02>

Cite this article as: Kim A.I., Pak S.S., Frolov A.A., Tulegenov M.E., Khairnasov A.S. Innovacionnye resheniya kapital'nogo remonta, pryamougol'nyh vodopropusknih trub i malyh mostov na avtomobil'nyh dorogah [Innovative solutions for major repairs of rectangular culverts and small bridges on highways]. Vestnik Kazahskogo avtomobil'no-dorozhnogo instituta= Bulletin of Kazakh Automobile and Road Institute = Kazakh avtomobil-zhol institutyn Khabarshysy. 2025;1(9): 20-30. (In Rus.). <https://doi.org/10.63377/3005-4966.1-2025-02>

Литература

- [1] Отчёт агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Бюро национальной статистики. Серия 9. Статистика транспорта. 2023. <https://stat.gov.kz/api/iblock/element/6056/file/ru/>
- [2] Р РК 218-179-2021 «Рекомендации по проектированию и строительству искусственных сооружений из металлических гофрированных конструкций на автомобильных дорогах общего пользования»
- [3] EN 10025-2-2004 «Изделия горячекатаные из конструкционных сталей. Часть 2. Технические условия поставки»
- [4] Типовой проект ТП 3.501-104. Разработки «Главтранспроект». 1975.
- [5] СП РК 3.03-112-2013 «Мосты и трубы. Правила проектирования».

References

- [1] Otchet agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan [Report of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan]. Byuro natsionalnoy statistiki. Seriya 9. Statistika transporta = Bureau of National Statistics. Series 9. Transport statistics. 2023, <https://stat.gov.kz/api/iblock/element/6056/file/ru/> (in Russ.)
- [2] R RK 218-179-2021 «Rekomendatsii po proyektirovaniyu i stroitelstvu iskusstvennykh sooruzheniy iz metallicheskikh gofrirovannykh konstruktsiy na avtomobilnykh dorogakh obshchego polzovaniya» [R RK 218-179-2021 «Recommendations for the design and construction of artificial structures made of corrugated metal structures on public roads»]. (in Russ.)
- [3] EN 10025-2-2004 «Izdeliya goryachekatanyye iz konstruktionskikh staley. Chast 2.Tekhnicheskiye usloviya postavki» [EN 10025-2-2004 "Hot-rolled products from structural steels.Part 2.Technical terms of delivery"]. (in Russ.)
- [4] Tipovoy proyekt TP 3.501-104. Razrabotki «Glavtransproyekt» [Standard draft TP 3.501-104. «Glavtransproekt» developments]. 1975. (in Russ.)
- [5] SP RK 3.03-112-2013 «Mosty i truby.Pravila proyektirovaniya» [SP RK 3.03-112-2013 "Bridges and pipes.Design rules"]. (in Russ.)