

К.А. Шалкар¹, А. Шалкаров^{1*}

¹Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт, Алматы, Казахстан

Информация об авторах:

Шалкар Кайсар Абдиашимулы – магистр, Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0001-7776-6213>, email: shalkar-k@mail.ru

Шалкаров Абдиашим – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Казахского дорожного научно-исследовательского института, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0001-7594-1217>, email: shalkarov56@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СОПРЯЖЕНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ С ПОДХОДНОЙ НАСЫПЬЮ

Аннотация. Армогрунтовые конструкции в составе мостовых сооружений и транспортных развязок начали применять в Казахстане только с 2017 года. В работе рассмотрены новые конструктивные решения сопряжения мостовых сооружений с насыпью с использованием армогрунтовых систем. Приведены эффективность применения новых конструкций сопряжения мостовых сооружений с подходной насыпью.

Ключевые слова: армогрунтовая система, армирующий элемент, геосинтетические материалы, насыпь, мостовые сооружения, сопряжения мостовых сооружений с насыпью.

Введение

В настоящее время за рубежом армогрунтовые системы широко применяются в составе мостовых сооружений.

Термин «устой с отдельными функциями» (рис. 1) впервые введенный ведущим научным сотрудником ОАО «ЦНИИС» к.т.н. Соколовым А.Д. и подразумевает, что такие конструкции изолированы от сопряжения подходной насыпи и выполняют различные самостоятельные функции.

Преимущество данной конструкции заключается в том, что устой работает как промежуточная опора, в которой отсутствует давление со стороны насыпи. Горизонтальное давление от грунта подходной насыпи полностью воспринимается подпорной стенкой. В опоре с отдельными функциями отсутствует конусная часть береговой опоры, что значительно экономит материалы и сокращает срок строительства сооружения.

В Российской Федерации армогрунтовые конструкции с подпорной стенкой, преимущественно армированные геосинтетическими материалами являются неотъемлемой частью транспортных развязок, и они применяются в сопряжениях мостовых сооружений с насыпью на пересечениях в разных уровнях. Подпорные стенки устоев возводятся из гибких сборных вибропрессованных бетонных элементов и удерживаются геосинтетическими материалами, уложенными в горизонтальном направлении с определенным шагом [1].

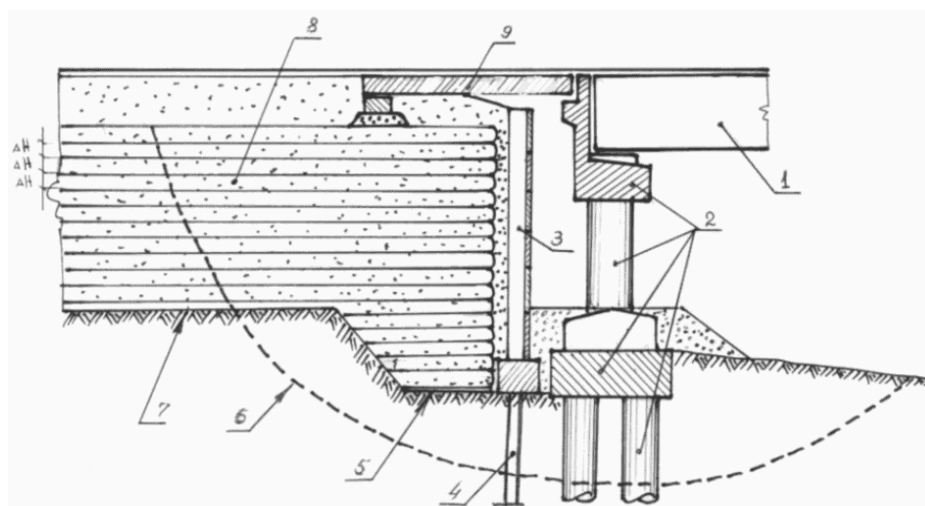


Рисунок 1 – Многофункциональные армогрунтовые системы мостов и путепроводов: 1 – пролетное строение; 2 – несущие элементы устоя; 3 – лицевая стенка армогрунтовой системы; 4 – сваи фундамента лицевой стенки; 5 – заглубление армогрунтовой системы для разгрузки ростверка устоя; 6 – опасная поверхность скольжения; 7 – естественная поверхность потенциально оползневого склона; 8 – армогрунтовая система; 9 – переходные плиты [[1], рис В.3 на стр. 46]

Авторские свидетельства и патенты на изобретения множества авторов посвящены к конструктивным решениям и технологиям возведения армогрунтовых конструкций. Первое авторское свидетельство для устоев с отдельными функциями получено В.В. Молотковым в 1981 году, который назвал данную конструкцию: «путепровод тоннельного типа»[2].

Основные функции многофункциональных армогрунтовых систем мостовых сооружений обеспечиваются (рис.1) обеспечиваются:

- отсутствием на береговые опоры горизонтального давления грунта подходной насыпи;
- отсутствием на ростверки фундаментов крайних опор давления грунта и исключением конуса устоя;
- защитой конструкций мостового сооружения от оползней;
- минимизацией просадок конца сопряжения мостовых сооружений с подходной насыпью, на участках слабыми грунтами основания за счет свайного поля;
- устойчивостью подходной насыпи в продольном и поперечном направлении.

Конструктивные решения устоев с отдельными функциями приведены в монографии [3] и статье [4].

Материалы и методы

Новые конструктивные решения сопряжения мостовых сооружений с подходной насыпью. Впервые в Казахстане путепровод с использованием армогрунтовых конструкций был построен относительно недавно в г. Уральске в 2017 году в составе транспортной развязки. В качестве сопряжения путепровода с геомассивами береговых опор и подходных насыпей приняты устои с отдельными функциями (рис. 2).



Рисунок 2 – Левобережный подход к путепроводу в г. Уральск
[материалы авторов]

Армогрунтовая система выполнена из слоев уплотненного грунта, между которыми заложены полотнища из слоев рулонного геотекстильного материала. Лицевые стенки выполнены из мелких вибропрессованных камней, которые имеют окраску и фактуру под естественный камень. Фундаменты лицевых стенок имеют прямоугольную форму и обеспечивают равномерную передачу нагрузок от веса лицевых стенок на грунт основания.

Лицевая стенка является независимой и имеет связи с армогрунтовой системой лишь для обеспечения ее устойчивости.

Преимуществом данной конструкции является, то, что устой воспринимает только вертикальные нагрузки от пролетного строения и переходной плиты. Давление грунта насыпи, которое является основной нагрузкой на несущие конструкции береговой опоры, воспринимается армогрунтовой конструкцией. В устоях с отдельными функциями отсутствует конусная часть береговой опоры, что значительно экономит материалы и сокращает срок строительства сооружения.

В 2018 году был построен путепровод с устоями с отдельными функциями на автомобильной дороге Астана – Павлодар, ход строительства которого показан на рис. 3.



Рисунок 3 – Устой с отдельными функциями с геосинтетическими решетками на автомобильной дороге Нур-Султан – Павлодар [материалы авторов]

Результаты и обсуждение

В настоящее время ведется строительство моста через канал Или по автомобильной дороге «Конаев – Курты». Мост расположен на прямолинейном участке трассы в плане, поперечный профиль моста полностью повторяет поперечный профиль трассы, ось моста совпадает с осью автодороги. Габарит проезжей части - $\Gamma(9,5+5+9,5)$ м (рис. 4).

В конструктивном решении мост запроектирован по однопролетной схеме длиной 18 м с перекрытием из пустотных плит. Для сокращения длины моста и свободного пропуска канала устои моста запроектированы с отдельными функциями и воспринимают нагрузки от балок пролетного строения и переходных плит, давление грунта насыпи воспринимается армогрунтовой системой Тенсар.

Концевые участки подходов насыпей выполнены в виде армогрунтовых систем с вертикальной лицевой стенкой, монтируемых из бетонных модульных блоков в качестве облицовки. Стенки Тенсар позволяют разгрузить береговые опоры от горизонтального давления насыпи, обеспечить устойчивость насыпи в продольном и поперечном направлении.

Устои однорядные стоечные с фундаментами из буронабивных столбов $D-1.5$ м, длиной 10.5 м (рис. 4).



Рисунок 4 – Общий вид моста и ход строительства моста через канал Или
[материалы авторов]

Каждый устой состоит из 10 стоек круглого сечения $D-1.1$ м высотой 2.0 м, стойки по пять объединены сверху монолитными ригелями длиной по 13,64 м. Между ригелями устоя предусмотрен зазор 10 см.

Конструкции устоев выполняются из бетона класса В25 F200, W6 с устройством пространственных арматурных сеток и каркасов из стержней периодического профиля из горячекатаной стали класса АIII марок 25Г2С и 35 ГС по ГОСТ 5781 и стержневой горячекатаной арматуры класса АI марки ВСтЗсп2, ВСтЗпс2 по ГОСТ5781.

Для обеспечения поперечного уклона пролетного строения по верху ригелей устраивается подуклонка из бетона класса В30 F200, W6.

Подходы к мосту представляют собой армогрунтовую систему Тенсар с облицовкой модульными блоками TW1 и армированием одноосной георешеткой серии RE500.

Армогрунтовая система состоит из следующих элементов (рис. 5):

- Одноосные георешетки из высокоплотного полиэтилена Тенсар RE500;
- Модульные вибропрессованные блоки облицовки;
- Закладная соединительная деталь – коннектор;
- Монолитный железобетонный ленточный фундамент;
- Технологическая платформа из щебня фр. 20-40 (40-70), стабилизированного гексагональной георешеткой TX160;
- Грунт насыпи (песок с $K_{упл} = 0,98$, минимальным значением $\varphi = 30^\circ$);
- Вертикальный дренаж из щебня фр.20-40 в обертке геотекстилем;
- Дренажные трубы продольного водоотвода.

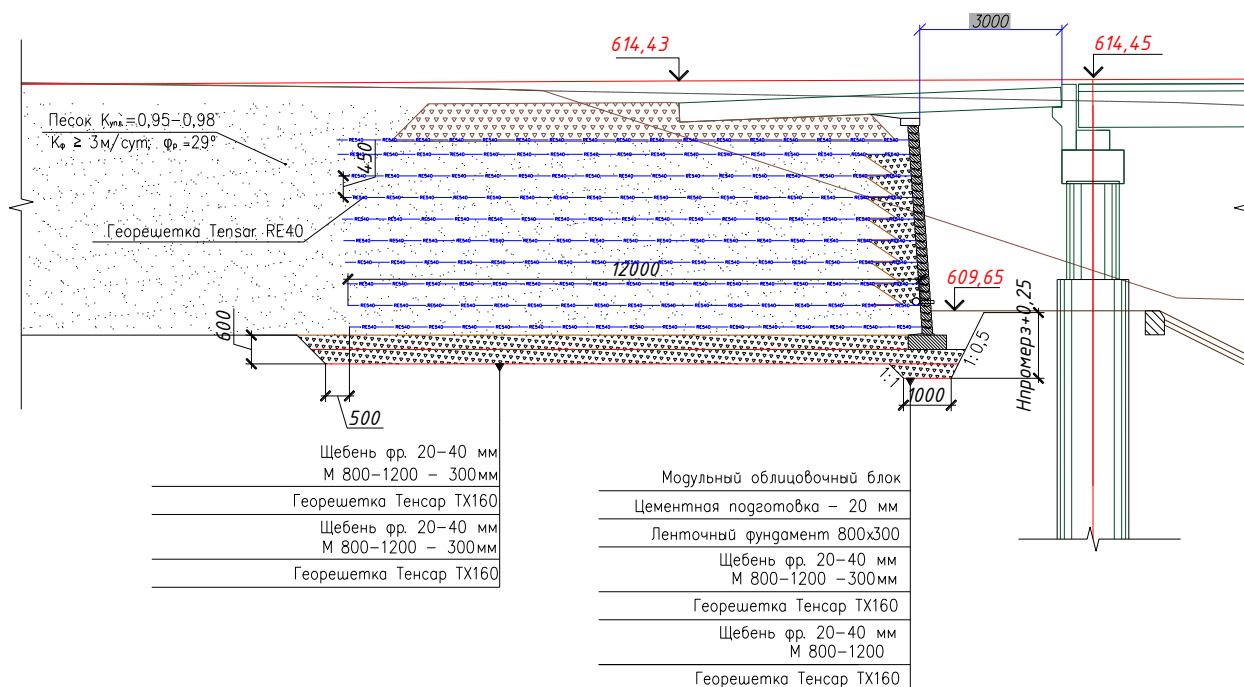


Рисунок 5 – Армогрунтовая система моста через канал Или
[материалы авторов]

В настоящее время начато возведение армогрунтовой конструкции транспортной эстакады развязки над железной дорогой на перегоне станция Аксенгер – станция Шамалган, на участке ПК 203+00...ПК 210+20 и через канал Фекальная на участке ПК 342+60 – ПК 349+40, на пересечении БАКАД с автомобильной дорогой Боралдай-Шамалган.

В этом году начинается строительство транспортной развязки с армогрунтовыми конструкциями по проспекту Тәуелсіздік в г Нур-Султан и по проспекту Д.А. Конаева в г. Шымкенте.

Заключение

Применение в сопряжении моста с насыпью новых конструкций подходов, состоящих из армогрунтовых конструкций с устоями с отдельными функциями, позволяет:

- сократить длину моста, исключив крайние два пролета;
- устранить две (крайние) опоры и двух (крайних) пролетных строений;
- избавиться от устройства конусов и их крепления.

Эффективность новых конструкций подхода к мосту с использованием армогрунтовых систем обеспечивается снижением:

- трудоемкости – на 45%;
- материалоемкости – на 35%;
- сроков строительства – 40%;
- стоимости строительства – 30%;
- негативного воздействия на экологическую систему в районе строительства.

Широкое применение армогрунтовых систем, а также устоев с отдельными функциями в составе мостовых сооружений требует разработку нормативно-технических документов для проектирования, строительства и контроля качества выполняемых работ таких сооружений.

Литература:

1. СП 472.1325800.2019 Армогрунтовые системы мостов и подпорных стен на автомобильных дорогах. Правила проектирования. Москва: Стандартинформ, 2020.
2. Молотков В. В. Путепроводы тоннельного типа новой конструкции. Труды ин-та ГипродорНИИ. 1981, 31, 21–24. (в русскоязычном журнале)
3. Соколов А.Д. Армогрунтовые системы автодорожных мостовых транспортных развязок: Монография. СПб.: Издательство «Держава». 2013, 504 с.
4. Соколов А.Д. Устои с отдельными функциями. Дорожная держава. 2007, 3, 84-87. (в русскоязычном журнале)

References:

1. SP 472.1325800.2019 Armogruntovyie sistemyi mostov i podpornyih sten na avtomobilnyih dorogah. Pravila proektirovaniya [SP 472. 1325800.2019 Armored systems of bridges and supporting walls on roads. Design rules] Moscow: Standartinform, 2020 (in Russ.)
2. Molotkov V.V. Puteprovodyi tonnelnogo tipa novoy konstruksii [Tunnel-type overpasses of a new design]. Trudyi institute Giprodor NII = Collections of Giprodor SRI. 1981, 31, 21 -24. (in Russ.)
3. Sokolov A.D. (2013) Armogruntovyie sistemyi avtodorozhnyih mostovyih tranSRI sportnyih razvyazok: Monografiya [Reinforced ground highway bridge systems and road junction, monograph] World of highways. ISBN 978-5-7937-0901-0 (in Russ.)
4. Sokolov A.D. Ustoi s razdelnyimi funktsiyami [Abutments with separate functions] Dorozhnaya derzhava = Road State, 2007, 3, 84-87. (in Russ.)

Қ. Ә. Шалқар¹, Ә. Шалқаров^{1*}

¹Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

Авторлар туралы ақпарат:

Шалқар Кайсар Абдиашимулы - магистр, Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан
<https://orcid.org/0000-0001-7776-6213>, email: shalkar-k@mail.ru

Шалқаров Абдиашим - техника ғылымдарының докторы, Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институтының жетекші ғылыми қызметкері, Алматы, Қазақстан
<https://orcid.org/0000-0001-7594-1217>, email: shalkarov56@mail.ru

КӨПР ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ КІРЕБЕРІС ҮЙНДІМЕН ТҮЙІСУІНІҢ КОНСТРУКТИВТІК ЭЛЕМЕНТТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа. Көпір құрылыстары мен көлік айрықтарының құрамындағы Армогрунт конструкциялары Қазақстанда тек 2017 жылдан бастап қолданыла бастады. Жұмыста армогрунт жүйелерін қолдана отырып, көпір құрылыстарын үйіндімен байланыстырудың жаңа құрылымдық шешімдері қарастырылған. Көпір құрылыстарының кіреберісі мен үйіндінің түйісуінің жаңа конструкцияларын қолдаудың тиімділігі берілген.

Түйін сөздер: армогрунт жүйесі, арматуралаушы элемент, геосинтетикалық материалдар, үйінлі, көпір құрылыстары, үйінді мен көпір құрылыстардың түйісуі.

К.А. Shalkar¹, А. Shalkarov^{1*}

¹Highway Research Institute, Almaty, Kazakhstan

Information about authors:

ShalkarKaisar – Master, Highway Research Institute, Almaty, Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0001-7776-6213>, email: shalkar-k@mail.ru

Shalkarov Abdiashim – Doctor of Technical Sciences, Acting Professor, Highway Research Institute, Almaty, Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0001-7594-1217>, email: shalkarov56@mail.ru

IMPROVEMENT OF BUILDING ELEMENTS FOR BRIDGE STRUCTURES CONNECTION WITH APPROACH EMBANKMENT

Abstract. Reinforced soil elements as part of bridge structures and transport interchanges began to be used in Kazakhstan only in 2017. The paper considers new design solutions for bridge structures connection with embankment using reinforced soil systems. The effectiveness of the use of new designs for the interface of bridge structures with an approach embankment is given.

Keywords: reinforced soil system, reinforcing element, geosynthetic materials, embankment, bridge structure, conjugation of bridge structures with an embankment.

Работа выполнена в рамках темы «Повышение несущей способности насыпи и дорожной одежды в зоне сопряжения с мостовыми и искусственными сооружениями» по Научно-технической программе «Работы по управлению дорожной деятельностью в части совершенствования нормативно-технической базы». Финансируется «Национальным центром качества дорожных активов» Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан. Договор № 190540022580/210848/00 от 06.05.2021.