

СТАТЬИ

УДК 656.05

СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ДОРОЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ РОЛИКОВЫХ СИСТЕМ

Взятченков И.А., Голов Е.В.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: ilyavzyatchenkov@yandex.ru*

В данной статье представлен обзор современных видов дорожных ограждений, применяемых в транспортной инфраструктуре для повышения уровня пассивной безопасности дорожного движения и снижения тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий. Рассмотрены конструктивные особенности, принципы работы и эксплуатационные характеристики парапетных, барьерных, тросовых, а также роликовых дорожных ограждений, используемых на автомобильных дорогах различных категорий. Проведен сравнительный анализ основных показателей, таких как эффективность, долговечность, стоимость обслуживания и ремонтпригодность, а также определены оптимальные условия для применения каждого из типов дорожных ограждений в зависимости от категории автомобильной дороги, интенсивности движения транспорта, рельефа местности, а также климатических факторов. Отдельное внимание уделено соответствию ограждений действующим национальным и международным стандартам, а также их роли в формировании безопасной и устойчивой дорожной инфраструктуры. Особое внимание уделено роликовым дорожным ограждениям, как инновационному типу энергопоглощающих барьеров, которые, в свою очередь, позволяют преобразовывать кинетическую энергию удара во вращательное движение роликов, тем самым снижая перегрузки, риск разворота, а также степень повреждения автомобиля и травмирования участников дорожного движения.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, транспортная инфраструктура, средства индивидуальной мобильности

MODERN TYPES OF ROAD FENCING: COMPARATIVE ANALYSIS AND PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF ROLLER SYSTEMS

Vzyatchenkov I.A., Golov E.V.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering”,
Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: ilyavzyatchenkov@yandex.ru*

This article provides an overview of modern types of road barriers used in transport infrastructure to increase the level of passive road safety and reduce the severity of the consequences of road accidents. The design features, principles of operation and operational characteristics of parapet, barrier, cable, and roller road fences used on highways of various categories are considered. A comparative analysis of the main indicators, such as efficiency, durability, cost of maintenance and maintainability, was carried out, and the most optimal conditions for the use of each type of road barriers were determined, depending on the category of highway, traffic intensity, terrain, and climatic factors. Special attention is paid to the compliance of fences with current national and international standards, as well as their role in the formation of a safe and sustainable road infrastructure. Special attention is paid to roller road barriers as an innovative type of energy-absorbing barriers, which in turn allow the kinetic energy of impact to be converted into rotational motion of the rollers, thereby reducing overloads, the risk of U-turns, as well as the degree of damage to the car and injury to road users.

Keywords: road safety, transport infrastructure, individual mobility devices

Введение

Одной из ключевых проблем транспортной инфраструктуры является обеспечение безопасности дорожного движения. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях гибнет более 1,3 млн чел., при этом значительная часть смертей связана с выездами транспортных средств за пределы проезжей части [1]. Дорожные ограждения представляют собой инженерные сооружения, предназначенные для предотвращения таких выездов, уменьшения последствий столкновений и защиты участ-

ников движения. Современные требования к ограждениям включают не только прочность и устойчивость, но и способность поглощать энергию удара, снижая нагрузку на пассажиров и транспортные средства.

Цель исследования – провести сравнительный анализ распространенных типов дорожных ограждений и оценить перспективы внедрения роликовых систем.

Материал и методы исследования

Анализ выполнен на основе нормативных документов и сравнительного анализа конструктивных решений дорожных ограж-

дений без проведения экспериментальных испытаний. Проблема обеспечения пассивной безопасности дорожного движения остается актуальной ввиду высокого уровня тяжелых последствий при выезде транспортных средств за пределы проезжей части.

В работе использованы аналитические методы, включающие изучение нормативных требований, анализ конструктивных решений и составление эксплуатационных характеристик дорожных ограждений. Рассмотрены барьерные, парапетные, тросовые и роликовые системы; проанализировано, какие конструктивные особенности определяют их направляющую функцию, способность поглощения удара, ремонтпригодность и применимость на дорогах разных категорий и в различных условиях эксплуатации [2–4]. Установлено, что традиционные системы обеспечивают удержание автомобиля, но сопровождаются высокими вторичными повреждениями, тогда как роликовые системы потенциально снижают нагрузку на транспортное средство за счет преобразования энергии столкновения во вращение роликов [5, 6].

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно ГОСТ 33127, дорожные ограждения подразделяются на несколько основных типов в зависимости от конструктивных и функциональных характеристик:

- барьерные;
- парапетные;
- тросовые;
- комбинированные.

Барьерный тип дорожных ограждений наиболее распространенный, его основу составляют стальные профильные балки, закрепленные на опорных стойках (рис. 1).

Конструкции бывают одно-, двух- и трехволновыми. Они отличаются хорошей ремонтпригодностью: поврежденные секции можно заменить без демонтажа всей линии. Важным элементом конструкции являются дистанционные держатели, которые позволяют контролировать деформацию при столкновении и предотвращают выброс транспортного средства за пределы проезжей части. Современные модели снабжаются усиленными соединительными элементами и дополнительными отбойными планками, что повышает их устойчивость к многократным ударам. Использование горячего цинкования обеспечивает долговечность и коррозионную стойкость конструкции в различных условиях эксплуатации. Однако их недостатком является жесткость конструкции, которая нередко приводит к значительным повреждениям автомобиля и травмам пассажиров при столкновении [7].

Парапетные ограждения применяются преимущественно на автомагистралях и скоростных трассах, их конструкция, за счет геометрической формы (наклонных граней) и высокого значения собственной массы, обеспечивает устойчивость к ударам тяжелого транспорта (рис. 2).

При столкновении происходит отклонение автомобиля вверх и в сторону, что снижает вероятность переворота. При этом парапетные системы практически не требуют обслуживания и имеют длительный срок службы, однако основным их недостатком является низкая способность к поглощению энергии удара, а в условиях российского климата использование бетона требует применения морозостойких и влагостойких добавок [8, 9].

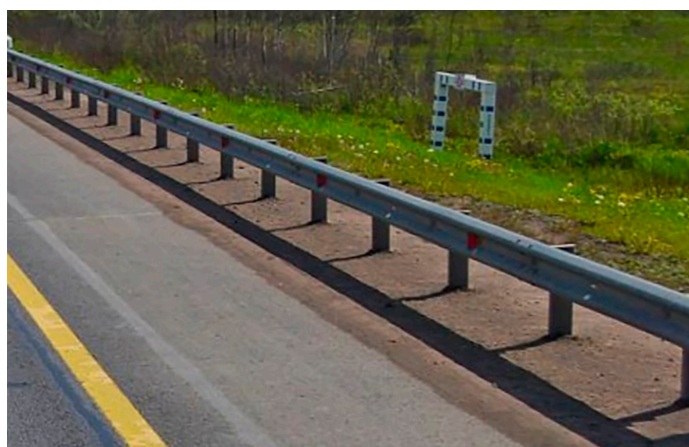


Рис. 1. Барьерное дорожное ограждение

Примечание: составлен авторами на основе полученных данных в ходе исследования



Рис. 2. Парапетное дорожное ограждение

Примечание: составлен авторами на основе полученных данных в ходе исследования



Рис. 3. Тросовое дорожное ограждение

Примечание: составлен авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Тросовые ограждения представляют собой систему из нескольких стальных тросов, натянутых между стойками (рис. 3). Они способны эффективно поглощать энергию удара благодаря упругим свойствам тросов [10]. Основным преимуществом этого типа ограждений является снижение силы удара и мягкое удержание транспортного средства на полосе движения, однако тросовые конструкции требуют частого обслуживания и регулярных проверок, также такие ограждения не всегда подходят для участков с интенсивным движением тяжелых грузовых автомобилей, так как могут не выдержать силы удара при столкновении [11, 12].

Существующие типы дорожных ограждений предотвращают съезд автомобиля с проезжей части, но в большинстве случаев влекут за собой большой урон автомобилю и участникам дорожного движения после столкновения, поэтому эта область обеспечения безопасности дорожного движения нуждается в развитии [13, 14].

Роликовые системы как инновационное решение

Наиболее перспективное решение предложили специалисты из Южной Кореи, они разработали тип дорожного ограждения с роликовой системой (рис. 4).

Роликовые дорожные ограждения представляют собой комбинированную систему состоящую из металлических стоек и вращающихся полиуретановых или полиэтиленовых роликов. Принцип их работы основан на преобразовании силы удара во вращательное движение роликов, что позволяет значительно снизить энергию столкновения и изменить траекторию движения автомобиля. Такая система поглощает удар при столкновении в трех точках: опоре, раме и самом ролике. Удар принимается верхним и нижним элементами рамы, далее преобразуется во вращательную энергию, за счет чего автомобиль возвращается на необходимую траекторию с минимально возможным количеством повреждений [15].



Рис. 4. Роликовое дорожное ограждение

Примечание: составлен авторами на основе источника [2]

Преимущества и недостатки видов дорожного ограждения

Тип ограждения	Преимущества	Недостатки
Барьерные	<ul style="list-style-type: none"> – Относительно простая установка и ремонт. – Хорошее соотношение стоимости и эффективности. – Деформируются при ударе, снижая энергию столкновения. – Возможность замены отдельных секций 	<ul style="list-style-type: none"> – Подвержены коррозии (при нарушении цинкового покрытия). – Требуют периодического осмотра и обслуживания. – Могут стать причиной вторичных повреждений автомобилей
Парапетные	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая прочность и долговечность. – Минимальные затраты на обслуживание. – Устойчивость к погодным и механическим воздействиям 	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая жесткость конструкции, травмоопасность. – Большая масса, сложный монтаж. – Низкая энергоемкость поглощения удара
Тросовые	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая гибкость и хорошее энергопоглощение. – Снижают вероятность переворота автомобиля. – Простота демонтажа и замены секций 	<ul style="list-style-type: none"> – Требуют частой регулировки натяжения. – Меньшая удерживающая способность в сравнении с другими типами дорожного ограждения. – Повышенные эксплуатационные расходы при интенсивном трафике
Роликовые	<ul style="list-style-type: none"> – Преобразуют энергию удара во вращательное движение. – Повышают визуальное восприятие границ проезжей части. – Обеспечивают более мягкое столкновение. – Легко ремонтируются 	<ul style="list-style-type: none"> – Высокая сложность установки. – Недостаточная адаптация к климатическим условиям России. – Необходимость в испытаниях и сертификации. – Меньший опыт эксплуатации по сравнению с традиционными системами

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Каждый из представленных видов дорожных ограждений имеет свои достоинства и недостатки, приведенные в таблице.

Сравнение основных типов ограждений показывает, что каждая система имеет определенную сферу применения: металличе-

ские и бетонные конструкции целесообразны на автомагистралях и участках с интенсивным движением, где требуется высокая удерживающая способность, а тросовые и роликовые системы более эффективны на опасных поворотах, спусках и эстакадах,

где важны мягкость и направляющий эффект для столкновения.

Заключение

Роликовые дорожные ограждения представляют собой перспективное направление развития средств пассивной безопасности. Их внедрение позволяет снизить тяжесть последствий столкновения за счет преобразования кинетической энергии во вращательное движение и мягкого перенаправления транспортного средства. Однако для их широкого применения необходима адаптация конструкций к климатическим условиям эксплуатации, проведение полномасштабных испытаний и нормативная сертификация. Применение роликовых ограждений целесообразно рассматривать как дополнение к традиционным системам на участках повышенной аварийности, где требуется снижение риска вторичных повреждений и травматизма.

Список литературы

1. McClanahan D., Albin R.B., Milton J.C. Washington State Cable Median Barrier In-Service Study // 83 rd Annual Meeting of the National Transportation Research Board / Washington D. C. 2004. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/228771574_Washington_State_Cable_Median_Barrier_In-Service_Study (дата обращения: 22.09.2025).
2. Пахомов Е.А., Огурцов Г.Л., Демидова В.К. Роль дорожных ограждений в обеспечении безопасности дорожного движения // Неделя науки ИСИ. СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024. С. 241–243. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=66541110> (дата обращения: 22.09.2025).
3. Катюмов Р.А., Хайруллин Л.Р., Попов М.М., Хамитов А.Р. Методика оценки удерживающей способности дорожного ограждения // Известия КГАСУ. 2016. № 3 (37). С. 143–149. URL: https://izvestija.kgasu.ru/files/3_2016/143_149_Kaiumov_Khairullin.pdf (дата обращения: 22.09.2025).
4. Ширков Д.А., Романова Л.Н., Сорокина З.А. Классификация дорожных ограждений, нормативные документы, регламентирующие качество дорожных ограждений // Современные тенденции в научной деятельности. Астрахань: Научный центр «Олимп», 2017. С. 474–475. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32310358> (дата обращения: 22.09.2025).
5. Лыпов М.В. Дорожные ограждения для автомобилей – важнейший элемент обустройства автомобильных дорог, влияющий на безопасность дорожного движения // Журнал автомобильных инженеров. 2014. № 3 (86). С. 33–37. URL: <https://www.aae-press.ru/j0086/index.htm> (дата обращения: 22.09.2025). EDN: SNGMHX.
6. Павлова Л.Н., Бураковская К.А., Весов А.И. Устройство осевого дорожного ограждения на автомобильных дорогах, имеющих две полосы для движения транспорта // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 61–3. С. 53–56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43074445> (дата обращения: 22.09.2025).
7. Евтюков С.С., Голов Е.В. Направления определения затрат кинетической энергии на деформацию анизотропных тел // XIV Международная научно-практическая конференция (г. Оренбург, 20–22 ноября 2019 г.). Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2019. С. 543–547. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42340972> (дата обращения: 22.09.2025).
8. Евтюков С.С., Голов Е.В. Выбор коэффициентов при определении затрат кинетической энергии на деформацию автомобиля // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 1 (72). С. 152–157. URL: <https://vestnik.spbgasu.ru/article/vybor-koefficientov-pri-opredelenii-zatrat-kineticheskoy-energii-na-deformatsiyu-avtomobilya> (дата обращения: 07.09.2025).
9. Голов Е.В., Евтюков С.С., Васильев Я.В. Дифференцирование жесткости передней части автомобиля // Информационные технологии и инновации на транспорте. 2020. С. 293–299. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44029542> (дата обращения: 07.10.2025).
10. Сорокина Е.В., Голов Е.В., Евтюков С.С. Специфика образования факторов риска ДТП в подсистеме «Автомобильная дорога» // Мир транспорта и технологических машин. 2024. № 1–3 (84). 82–93. URL: <https://rucont.ru/efd/925157> (дата обращения: 07.09.2025).
11. Сторожев С.А., Логинов В.Ю., Аристархова А.Н. Влияние сертификации дорожных ограждений на безопасность дорожного движения // Безопасность дорожного движения. 2022. № 2. С. 52–56. URL: https://xn--90aga7a7b.xn-b1aew.xn--plai/upload/site1097/document_journal/BDD_2-2022_polnyy.pdf (дата обращения: 07.09.2025).
12. Васильев Я.В., Евтюков С.С., Шуляр П.В. Анализ практики дорожно-транспортных экспертиз по ДТП с наездами на дорожные ограждения и элементы дорожного обустройства // Грузовик. 2025. № 3. С. 44–49. URL: https://www.mashin.ru/eshop/journals/gruzovik_stroitel_no-dorozhnyye-mashiny-avtobus-trolleybus-tramvaj/?j_author=%D0%92%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%B5%D0%B2%20%D0%AF%D0%92. DOI: 10.36652/1684-1298-2025-3-44-49 (дата обращения: 07.09.2025).
13. Загарин Д.А., Барашков А.А., Лыпов М.В. Исследование процесса удержания автомобиля дорожным ограждением и механизма защиты человека при данном ДТП // Журнал автомобильных инженеров. 2010. № 2 (61). С. 50–54. URL: <https://www.aae-press.ru/j0061/index.htm> (дата обращения: 07.09.2025). EDN: RWCPXZ.
14. Жиганов И.А. Влияние дорожных ограждений на безопасность дорожного движения // Молодые исследователи – регионам. Вологда: Вологодский государственный университет, 2019. С. 202–204. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39969306> (дата обращения: 07.09.2025).
15. Fukun Xia, Vu Hoang Le, Dong Ruan, Hing-Ho Tsang, John Wheatland, Shanqing Xu Design optimization of roadside safety roller barriers // Engineering Structures. 2024. № 317. URL: <https://discovery.dundee.ac.uk/en/publications/design-optimisation-of-roadside-safety-roller-barriers/> (дата обращения: 07.09.2025).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Работа выполнена в рамках темы НИР № 7С25 при финансовой поддержке гранта СПбГАСУ.

Financing: The work was carried out within the framework of the research topic № 7С25 with the financial support of a grant from Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering.