

УДК 625.09

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ПАРАПЕТНЫХ ДОРОЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИХ РАСЧЕТА

Тавшавадзе Бека Тимурович, канд. техн. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, t_beka@mail.ru

Локить Алексей Геннадьевич, студент,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, algenlok@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные преимущества парапетных дорожных ограждений. Показана перспективность и экономическая выгода от дальнейшего развития и использования парапетных ограждений. Описаны методы их расчета.

Ключевые слова: парапетное дорожное ограждение, дорога, обеспечение безопасности дорожного движения, экономическая выгода, современные методы расчета дорожных ограждений, виртуальные испытания.

PROSPECT OF APPLICATION OF CONCRETE ROAD BARRIER. MODERN METHODS FOR THEIR CALCULATION

Tavshavadze Beka T., Ph.D., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, t_beka@mail.ru

Lokit Alexey G., student,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, algenlok@mail.ru

Abstract. The main advantages of concrete road barriers are considered. The prospects and economic benefits from the further development and use of concrete barrier are shown. Methods for their calculation are described.

Key words: concrete road barrier, road, road safety, economic benefit, modern methods for calculating road barriers, virtual tests.

Введение

Автомобильный транспорт является самым популярным способом передвижения в мире. Главной проблемой, связанной с передвижением при помощи автотранспорта, являются ДТП. Только в России в 2020 г. произошло 138 000 случаев ДТП, в которых погибло 16 000, а пострадало

175 000 человек соответственно [1]. К наиболее тяжелым, трагическим последствиям приводят ДТП, связанные с выездом транспортных средств на встречную полосу, со съездом с полотна дороги (падение в кювет), с падением с мостовых сооружений и т. д.



Рис. 1. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП)

Преимущества и достоинства парапетных ограждений

Основным средством профилактики и повышения безопасности дорожного движения в этих случаях является установка боковых дорожных ограждений. Наиболее распространены следующие виды боковых дорожных ограждений: барьерное, тросовое, парапетное [2, 5].

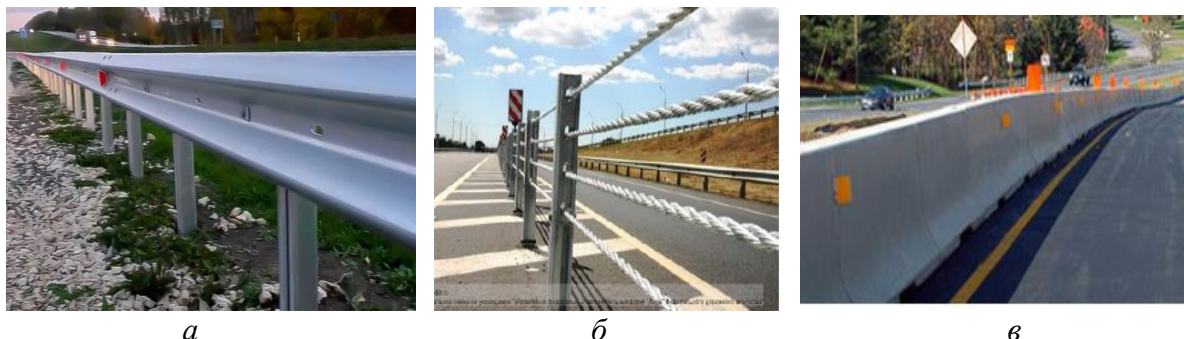


Рис. 2. Дорожные боковые ограждения:
а – барьерное; б – тросовое; в – парапетное

К преимуществам парапетных ограждений относятся:

1) Длительный срок эксплуатации. В документах и отчетах, публикуемых департаментом транспорта США, можно найти сведения о парапетных ограждениях, которые были установлены в 1970-1980 годах и эксплуатируются до сих пор, в то время как срок службы других видов ограждений в лучшем случае едва ли доходит до 20 лет.

2) Возможность эксплуатации после взаимодействия с ТС. Как показывают многочисленные наблюдения и испытания, при столкновении транспортных средств (ТС) 1-го и 2-го класса (а иногда и 3-го, и 4-го), движущегося с расчетной скоростью движения, с парапетным ограждением, последнее полностью или частично сохраняет свои потребительские и прочностные характеристики и может эксплуатироваться в дальнейшем. В то время как аналогичное взаимодействие ТС, движущегося даже со скоростью ниже расчетной, с барьерным или тросовым ограждением полностью выводит ограждение из строя, делая его дальнейшую эксплуатацию без проведения ремонтных работ невозможной.



*Рис. 3. Вид ограждения после столкновения с легковым ТС:
а – барьерное; б – тросовое; в – парапетное*

3) Возможность повышение удерживающей способности и улучшения потребительских характеристик при минимальных затратах. Иногда, в силу разных причин, повышаются эксплуатационные требования к уже установленному ограждению. В таком случае существующее ограждение подлежит полному демонтажу, а на его место устанавливают новое. При использовании парапетных ограждений возможно их не демонтировать, а лишь внести в конструкцию небольшие изменения: добавить анкера [7], прикрепить стальную трубу или накладную пластину, что, однако, требует наличия сертификата у обновленного изделия.



Рис. 4. Усиление парапетного ограждения при помощи анкера

4) Низкое значение суммарных дисконтированных экономических затрат на парапетные ограждения во времени. Хотя отпускная цена на парапетные ограждения выше, чем на другие виды ограждений, но с течением времени за счет преимуществ, описанных выше в п. 1-3, затраты на парапетные ограждения становятся ниже, чем у других ограждений.

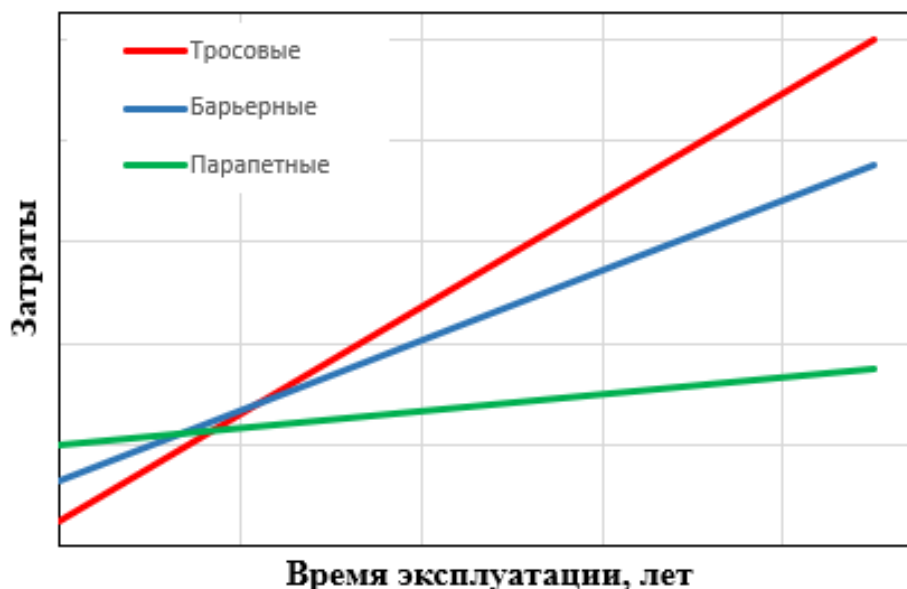


Рис. 5. График суммарных затрат на ограждения по времени

5) Возможность выдержать сверхвысокие ненормативные нагрузки. Если речь идет о сверхвысоких нагрузках, то, в первую очередь следует упомянуть неограниченный потенциал парапетных ограждений. Можно, конечно, использовать и барьерные или тросовые ограждения, но с экономической точки зрения они станут «золотыми».



Рис. 6. Краш-тест парашокного ограждения методом наезда трейлера массой 36 т. со скоростью 80 км/ч

6) Мобильность, универсальность. Парашокные ограждения обладают высокой мобильностью: время установки погонного километра парашокного ограждения (речь идет в первую очередь о сборных конструкциях) на 30-40% меньше, чем у барьерного или тросового. Конструкция парашокного ограждения очень универсальна и многогранна и легко поддается модернизации: непосредственно на блок ограждения можно установить шумозащитный экран, забор из сетки рабицы, мачты освещения и т.д.

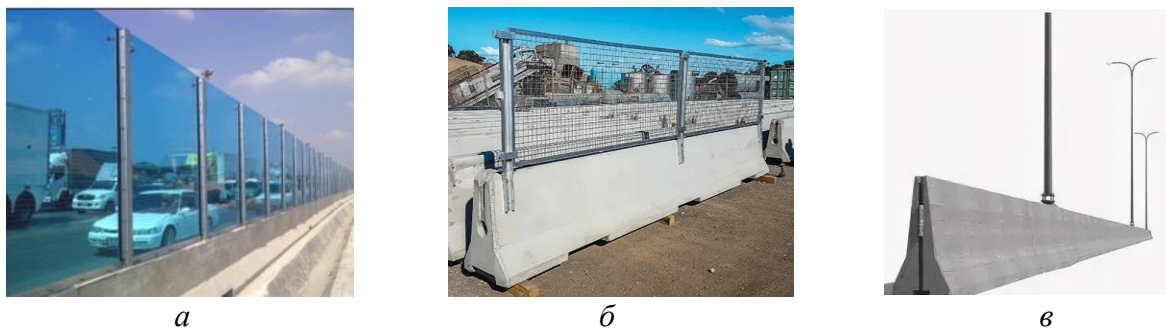


Рис. 7. Варианты парашокных ограждений:

а – с шумозащитным экраном; б – с забором из сетки рабицы; в – с мачтой освещения

7) Широкий спектр альтернативного использования. Парашокные ограждения можно использовать для регулирования потока людей, для обеспечения безопасности при проведении массовых мероприятий и т.д.



Рис.8. Альтернативное использование парапетных ограждений

Современные методы проектного расчета дорожных ограждений

Наиболее эффективным и перспективным методом (инструментом) для проектных расчетов дорожных ограждений в настоящее время являются виртуальные испытания с применением цифровых двойников транспортных средств, с использованием программ конечно-элементного (КЭ) анализа [4,6]. Внедрение метода виртуальных испытаний в проектном анализе позволяет создать оптимальную с точки зрения геометрических особенностей, свойств материалов и требований заказчика конструкцию ограждения, проанализировать напряженно-деформированное состояние, спрогнозировать поведение ограждения и ТС при различных случаях столкновения с ТС. Результаты виртуальных испытаний имеют высокую точность и достоверности. До недавнего времени парапетные ограждения рассматривались как довольно простые конструкции, не требующие сложного расчетного анализа, однако повышенные требования, вызванные установкой на скоростных автомагистралях с большой загруженностью, вызвали необходимость более тщательного подхода к особенностям армирования и крепления блоков, как для сборных, так и для литых конструкций. В связи с этим разработка отечественных новых конструкций

парапетных ограждений становится возможной только при использовании инструмента виртуального цифрового моделирования.

На рисунке 9 в качестве примера показано сравнения виртуальных и натурных лабораторных испытаний замка парапетного ограждения.

Сходимость результатов составила 95%.

Некоторые результаты виртуальных испытаний всего ограждения целиком с использованием цифрового двойника грузовика (рисунок 10), проведенные в соответствии с ГОСТ 33129-2014 [3] для удерживающей способности У1, представлены на рисунке 11.

Виртуальные испытания



Натурные испытания



Рис. 9. Виртуальные и натурные(лабораторные) испытания замка, объединяющего блоки парапетного сборного дорожного ограждения

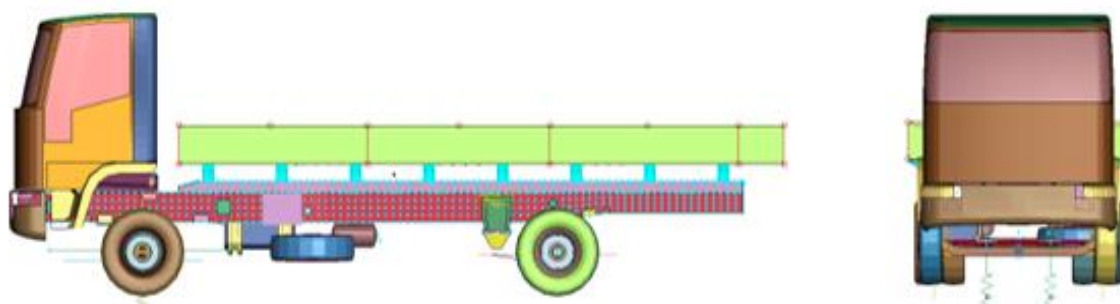


Рис. 10. Цифровой двойник грузовика

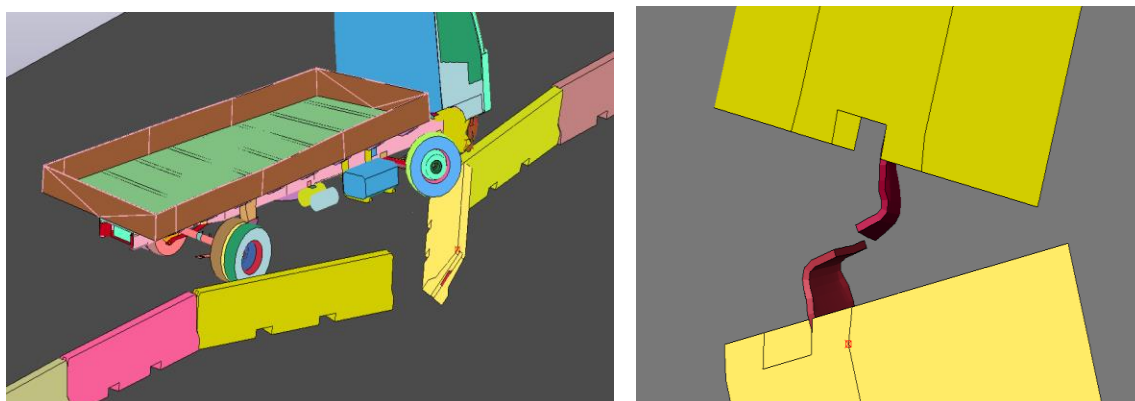


Рис. 11. Виртуальные испытания парапетного дорожного ограждения

Применение виртуального моделирования при расчете дорожных ограждений значительно сокращает время создание новой конструкции или анализа существующей, а также требует меньших материальных затрат. Очевидно, что с учетом развития компьютерных технологий и средств математического моделирования виртуальные испытания становятся основным методом проекторочного анализа дорожных ограждений.

Заключение

Парапетные ограждения – очень эффективное и перспективное средство обеспечения безопасности дорожного движения. В условиях постоянно растущего трафика движения и нагрузки на транспортную сеть преимущества парапетных ограждений, описанные в данной статье, становятся все более существенными. В настоящее время разработка новых отечественных конструкций парапетных ограждений, особенно в

связи со строительством высокоскоростных автомагистралей, развивается ускоренными темпами. Наиболее эффективным и прогрессивным инструментом проектирования парапетных дорожных ограждений является виртуальное симуляционное моделирование (или коротко – виртуальные испытания), дающее высокую точность результатов при низкой, по сравнению с натурными испытаниями, стоимости.

Список литературы

1. Ассоциация безопасного движения. – URL: <https://fleet-safety.org> (дата обращения 01.04.2022).
2. ГОСТ 33128-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Ограждения дорожные. Технические требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 11 с.
3. ГОСТ 33129-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Ограждения дорожные. Методы контроля. – М.: Стандартинформ. – 2015. – 19 с.
4. Demiyanyushko, I. V. Modern methods of the digital virtual analysis for design and tests of road vehicle restraint systems. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1159, International Conference on Digital Solutions for Automotive Industry, Roadway Maintenance and Traffic Control (DS ART 2020) 14th-16th December 2020, Moscow, Russia. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1159 (2021) 012063. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1159/1/012063>.
5. Manual for Assessing Safety Hardware (MASH), Second Edition, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D.C., 2016.
6. Efe G. Kurt, Amit H. Varma, Sangdo Hong, FEM Simulation for INDOT Temporary Concrete Anchored Barrier – Research Report, Report No. FHWA/IN/JTRP-2012/21, Joint Transportation Research Program Purdue University 550 Stadium Mall Drive West Lafayette, IN 47907-2051, September, 2012.
7. W. Lynn Beason, D. Lance Bullard, Jr., Development of a limited-slip portable concrete barrier connection – Research Report, Report No. TX-94/1959-1, Texas Transportation Institute the Texas A&M University System College Station, Texas 77843-3135, November 1993.

References

1. URL: <https://fleet-safety.org>
2. Dorogi avtomobil'nyye obshchego pol'zovaniya. Ograzhdeniya dorozhnyye. Tekhnicheskiye trebovaniya, GOST 33128-2014 (Automobile roads of general use. Road restraint systems. Technical requirements, GOST 33128-2014), Moscow, Standartinform, 2015, 11 p.
3. Dorogi avtomobil'nyye obshchego pol'zovaniya. Ograzhdeniya dorozhnyye. Metody kontrolya, GOST 33129-2014 (Automobile roads of general use. Road restraint systems. Methods of testing, GOST 33129-2014), Moscow, Standartinform, 2015, 19 p.
4. I V Demiyanyushko. Modern methods of the digital virtual analysis for design and tests of road vehicle restraint systems. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1159, International Conference on Digital Solutions for Automotive Industry, Roadway Maintenance and Traffic Control (DS ART 2020) 14th-16th December 2020, Moscow, Russia. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1159 (2021) 012063. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1159/1/012063>.
5. Manual for Assessing Safety Hardware (MASH), Second Edition, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D.C., 2016.
6. Efe G. Kurt, Amit H. Varma, Sangdo Hong, FEM Simulation for INDOT Temporary Concrete Anchored Barrier – Research Report, Report No. FHWA/IN/JTRP-2012/21, Joint Transportation Research Program Purdue University 550 Stadium Mall Drive West Lafayette, IN 47907-2051, September, 2012.
7. W. Lynn Beason, D. Lance Bullard, Jr., Development of a limited-slip portable concrete barrier connection – Research Report, Report No. TX-94/1959-1, Texas Transportation Institute the Texas A&M University System College Station, Texas 77843-3135, November 1993.

Рецензент: А.С. Груздев, канд. техн.наук, доц., МАДИ