

DOI: 10.15593/24111678/2017.02.02

УДК 624.21.096

Д.З. Аптыкаева, А.В. Тулупова, Н.А. Богоявленский

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГРАЖДЕНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ И МОСТАХ

Изложены вопросы проектирования барьерных ограждений на магистралях и мостах. Подробно освещены вопросы их конструирования, описаны основные элементы, параметры и характеристики барьерных ограждений. Представлены формулы энергоемкости, подробно изложен контроль качества.

Отражены общие требования современных актуализированных нормативных документов (ГОСТы и рекомендации по применению ограждающих устройств на мостовых сооружениях автомобильных дорог). Значительное внимание уделено принципиальным основам расчета и конструирования барьерных ограждений, проектируемых с учетом предотвращения непреднамеренного выезда за пределы дороги или полосы. Целью и задачей статьи является показать, что барьерное ограждение является неотъемлемой частью транспортных магистралей и мостов.

Барьеры ограждения считаются простым элементом, но очень важным, поскольку благодаря знаниям об их проектировании можно спасти множество жизней. В статье представлены практические знания, которые помогут ответить на проблемные вопросы.

Ключевые слова: барьерное ограждение, одностороннее ограждение, двустороннее ограждение, удерживающая способность, динамический прогиб.

D.Z. Aptykayeva, A.V. Tulupova, N.A. Bogoiavlenskii

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

THE MAIN CHARACTERISTICS OF THE SAFETY FENCE USED ON AUTOMOBILE ROADS AND BRIDGES

This paper describes the design considerations of barrier fencing. Briefly described their design. Shown and proven their purpose, the essence on the highways. The article is especially concentrated on the design of barrier railings on bridges, i.e., higher priority, as the bridges they had a special and significant role. The greatest attention is paid to their design. Detail the main elements of fencing. Special attention is paid to the main parameters and characteristics of barrier fencing. The presented formula of energy intensity, as well as detailed quality control.

The article reflects the General requirements of modern updated normative documents (Standards and recommendations for the use of enclosing devices on the bridges of highways). Considerable attention is paid to the fundamental basics of calculating and designing of barrier fencing, designed with consideration of preventing the inadvertent leaving of the road or lane. The purpose and objective of the article is to show that the barrier is an integral part of the highways, i.e., without them on the roads and especially on bridges can not do.

Barrier seems like a simple item, but with the knowledge of their design can be saved many lives. Article will provide practical knowledge and skills that will help to answer the problematic questions, is available and will teach you to visualize a fairly easy design, which is an important part of the road. This article will serve as a reference guide, a brief guide for students of building universities, specialized in roads and bridges. As well as helping teachers and specialists of design organizations.

Keywords: barrier, single sided fence, bilateral fence, holding ability, dynamic deflection.

В настоящее время в России большое внимание уделяется оборудованию дорог в соответствии с нормами. В связи с увеличением интенсивности движения возрастают требования к средствам обеспечения безопасности движения, одним из которых является барьерное ограждение. Несмотря на кажущуюся простоту этого элемента, оно выполняет следующие задачи [1]:

- гасит энергию удара при столкновении автомобиля с ограждением;
- предотвращает сход машины с дорожного полотна.

Внешний вид барьерного ограждения представляет собой балку, закрепленную на опорных конструкциях. Оно состоит из балки, стойки (мостовой опорной стойки), жесткой консоли (консоли-амортизатора) (рис. 1) [2].

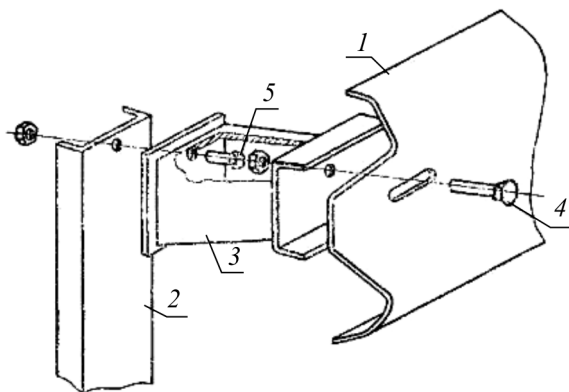


Рис. 1. Детали соединения балки со стойкой для дорожных ограждений: 1 – балка; 2 – стойка; 3 – консоль жесткая; 4, 5 – болты

В зависимости от расположения на мостовом полотне барьерные ограждения устанавливают между проезжей частью и тротуаром, а также на краю сооружения без тротуаров. Такие конструкции являются односторонними, т.е. наезд возможен только с одной стороны (обозначаются ДО или МО). Используются также двусторонние ограждения, которые разграничивают два противоположно направленных потока транспорта (обозначаются МД или ДД) [3].

Барьерные ограждения классифицируются не только по внешнему виду и расположению, но и по степени податливости (рис. 2) [1].

На мостах чаще всего применяют полужесткие ограждения, поскольку они являются наиболее эффективными. Установка барьерного ограждения регламентируется ГОСТ 52607–2006, 52289–2004 и 26804–2016,

стандартами организации (СТО) с испытаниями, которые призваны обеспечить безопасность автодорожных дорог общего пользования.

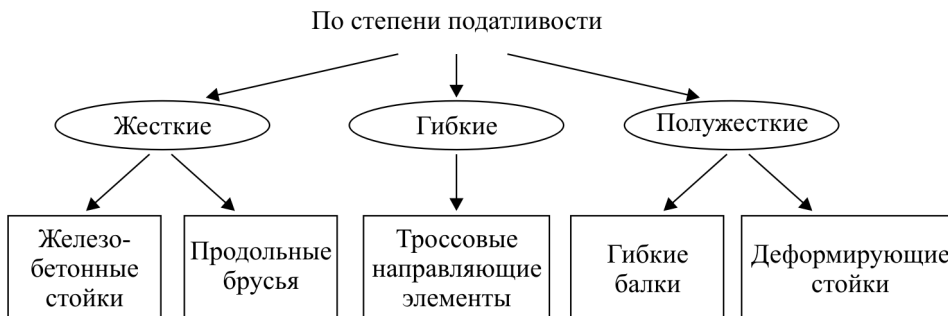


Рис. 2. Классификация барьерных ограждений по степени податливости

Обычно барьерные ограждения обозначают маркой, состоящей из основной и дополнительной частей (табл. 1) [4]. Приведем пример условного обозначения марки барьерного типа мостовой группы, одностороннего, с удерживающей способностью 190 кДж, при общей высоте 0,75 м, шаге стоек 2,0 м, с динамическим прогибом 0,75 м:

$$\frac{11 - \text{МО} / 190 - 0,75 : 2,0 - 0,75}{\text{ГОСТ 26804-2012}}$$

Удерживающая способность, или энергоемкость, в мостостроении является основной характеристикой, поскольку связана с удержанием транспортных средств на мостах в ходе движения и является максимальным значением энергии движения автомобиля в момент контакта с ограждением. На мостах применяют различные удерживающие способности, состоящие из десяти уровней. Уровни У1–У3 кратны 60 кДж, а остальные У3–У10 – 50 кДж (табл. 2) [5].

Энергоемкость конструкции барьерного ограждения определяется по формуле общего вида распределения энергии удара в поперечном направлении относительно оси ограждения [6]:

$$E = \frac{MV_n^2}{2} = \frac{M(V \cdot \sin\alpha)^2}{2} = E_a + E_0 = T_{\text{тр}} + E_y + E_\beta + E_{\text{ст}} + E_\kappa + E_6,$$

где M – масса транспортного средства; V – скорость транспортного средства; α – угол наезда (15–20°); $T_{\text{тр}}$ – трение при контакте с автомобилем; E_a – энергоемкость амортизатора; E_0 – величина, при которой балка рабо-

тает как гибкая нить с растягивающими напряжениями; E_y – деформация угла автомобиля; E_β – деформация крена; $E_{ст}$ – деформация стойки ограждения безопасности; E_k – энергоемкость консолей-амортизаторов; E_δ – деформация местного (между стойками) прогиба балки.

Таблица 1

Обозначения марок барьерных ограждений

№ п/п	Параметры	Обозначение				
1	Класс	1 – боковое				
2	Тип	1 – барьерное			2 – парапетное, 3 – бордюрное, 4 – тросовое*, 5 – комбинированное	
3	Группа	Д – дорожное		М – мостовое		–
4	Подгруппа	О – одно- стороннее	Д – двусто- роннее	О – одно- стороннее	Д – двусто- роннее	–
5	Удерживающая способность, кДж	130–500	300–500	130–600	300–600	*Для тросового до 300
6	Шаг, м	0,5				
7	Высота, м	0,6–1,5 (табл. 4)				
8	Динамический прогиб	Наибольшее горизонтальное смещение продольной оси балки ограждения в поперечном направлении от первоначального движения при наезде транспортного средства деформируемым при угле наезда α (табл. 3)				–
9	Рабочая ширина, м	Максимальная ширина участка, занимаемая элементами от проектного положения барьерного ограждения и транспортного средства при ударе (табл. 5)				–

Таблица 2

Уровни удерживающей способности конструкции барьерного ограждения

Уровень удерживания	У1	У2	У3	У4	У5	У6	У7	У8	У9	У10
Значение уровня, кДж, не менее	130	190	250	300	350	400	450	500	550	600

Считается, что расчет по общему правилу базируется на общих принципах распределения энергии удара и определения основных показателей взаимодействия автомобиля с ограждением.

Главным параметром ограждения и обеспечения безопасности является высота его расположения. Высоту ограждения назначают из условия устойчивости против опрокидывания (с учетом категории дороги автомобиля и конкретных условий движения) (табл. 3) [6].

Таблица 3

Параметры высоты ограждений

Категория дороги (габарит моста)	Условия движения на дороге	Высота ограждения, м	
		Тротуары или служебные проходы имеются	Тротуары или служебные проходы отсутствуют
I (Г – 19 м и более)	Опасные	1,1	1,5
	Затрудненные	1,1	1,3
	Легкие	0,9	1,1
II (Г – 11,5 м)	Опасные	0,90	1,3
	Затрудненные	0,75	1,1
	Легкие	0,75	1,1
III (Г – 10 м)	Опасные	0,75	1,1
	Затрудненные	0,75	1,1
	Легкие	0,75	1,1
IV (Г – 8 м)	Опасные	0,75	1,1
	Затрудненные	0,60	1,0
	Легкие	0,60	1,0

Чтобы обеспечить безопасность пешеходов на тротуаре, ограждение должно иметь минимальный прогиб (динамический) (табл. 4) [5].

Таблица 4

Динамический прогиб

Место расположения мостового сооружения	Служебный проход	Ширина тротуара, м		
		1,0	1,5	Не менее 2,25
Прогиб ограждения				
Автомобильная дорога*	0,75	0,75	1,25	1,5
Городская дорога или улица		–	1,00	1,25

* *Примечание.* Требования распространяются на ограждения у тротуаров, располагаемых на обочине автомобильной дороги.

При отсутствии тротуаров или служебных проходов барьерное ограждение должно быть не выше верхней балки на 1,0 м. Шаг стоек на мостовом сооружении устанавливают в зависимости от движения автомобилей. Если дорога считается опасной (IV категория), то шаг (S)

составляет 1,33 м, легкой и затрудненной (III категория) – 2,0 и 1,5 м, II категории – 2,0 и 1,33 м. Приведенные шаги используются для ограждений без цоколей (рис. 3) [7].

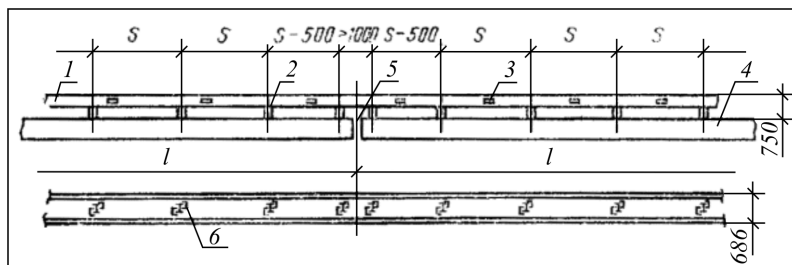


Рис. 3. Схема барьерного ограждения без цоколя: 1 – балка; 2 – стойка; 3 – элемент световозвращающий; 4 – строение пролетное; 5 – шов деформационный; 6 – консоль-амортизатор; S – шаг

Для ограждений, имеющих цоколь, шаг стоек (S) составляет 3,0 м (рис. 4). Они чаще всего применяются для дорог IV категории.

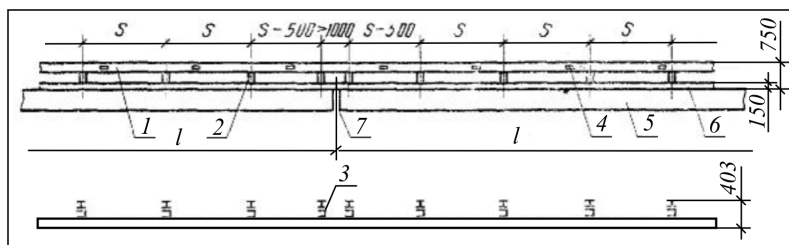


Рис. 4. Схема барьерного ограждения с цоколем: 1 – балка; 2 – стойка; 3 – консоль-амортизатор; 4 – элемент световозвращающий; 5 – строение пролетное; 6 – цоколь; 7 – шов деформационный; S – шаг

Элементы мостового ограждения изготавливаются из листовой металлической стали толщиной 3 или 4 мм. В дальнейшем они покрываются цинком не менее 80 микрон (горячее оцинкование) и имеют высокие антикоррозионные свойства [8].

Немаловажным параметром является также рабочая ширина. Она не должна превышать расстояние от лицевой поверхности балки до массивного препятствия, находящегося на обочине или за ее пределами на расстоянии не менее 4 м от кромки проезжей части.

Существуют также требования безопасности, предъявляемые к барьерным сооружениям. Они не только должны быть безопасными

для участников дорожного движения, но и должны обеспечивать их безопасность, а также сохранять элементы после наезда на ограждение [5]. Барьерные ограждения считаются безопасными, если:

- в салон автомобиля не попали их детали;
- автомобиль, столкнувшись с ограждением, не опрокинулся, не повредил его и не развернулся после столкновения;
- при столкновении возникшая перегрузка на человека и деформация кабины автомобиля не приводят к серьезным травмам.

Как правило, барьерные ограждения соответствуют требованиям ГОСТов и эксплуатируются согласно нормативам. Для того чтобы установить подобное ограждение, необходимы спецтехника и участие специалистов. Для установки ограждений существует ряд правил [9]:

- на мостах барьерные блоки устанавливаются на расстоянии не менее 0,5 м от края плиты до стойки конструкции, должны быть оборудованы аварийные и служебные выходы;
- монтируются вдоль обочин дорог на расстоянии от 1,5 до 0,85 м от края земляного полотна до стоек самой конструкции;
- под нижней балкой конструкции обязательно наличие просвета, размер составляет 0,30–0,45 м;
- на всех барьерных ограждениях должны быть установлены световозвращатели по всей длине ограждения с интервалом не более 4 м;
- балки в пределах всей длины должны быть состыкованы болтовыми соединениями (для соединения секции балки между собой применяют болты М1645.5.8 с полукруглой головкой и квадратным подголовком, гайка М16 и шайбы диаметром 22 мм; для соединения с жесткими консолями и консолями-распорками применяют болты М1645.5.8, гайки М16 и прямоугольные шайбы 8040 мм – по одной под каждый болт; соединение к консолям-амортизаторам – болты М1645.5.8, гайки М16; для крепления консолей к стойкам следует применять болты М1630.5.8 либо М1640.5.8, гайки М16);
- металлические ограждения обязательно должны быть покрыты средством против коррозии металла (при горячей оцинковке деталей ванным способом толщина цинкового покрытия должна быть не менее 80 мкм для основных деталей и 30 мкм для крепежных).

Контролируемые параметры, допуски и средства для контроля качества сборки ограждений представлены в табл. 5 [10].

Таблица 5

**Контролируемые параметры, допуски и средства
для контроля качества сборки ограждений**

Контролируемый параметр	Допуск, мм	Инструмент контроля
Шаг стоек	± 20	Рулетка З10УЗК по ГОСТ 7502
Высота стоек ограждения	10	Линейка 1-50 по ГОСТ 427, шнур строительный
Отклонение верха стоек относительно продольной оси ограждения	± 10	Линейка по ГОСТ 427, шнур строительный, отвес строительный по ГОСТ 7948
Волнистость линии ограждения в плане на длине 10 м	± 30	Линейка по ГОСТ 427, шнур строительный

Таким образом, барьерные ограждения, обладая высокой технологичностью, низкой себестоимостью и простотой монтажа, обеспечивают относительную безопасность на дорогах и существенно снижают тяжесть последствий, возникающих в результате дорожно-транспортных происшествий. Обустройству дорог стоит уделять не меньше внимания, чем качеству самого дорожного покрытия, поскольку речь идет о безопасности людей.

Список литературы

1. Варачева С.А. Современные ограждающие устройства на автодорожных мостах // Изв. Петерб. ун-та путей и сообщения. – 2009. – № 4. – С. 88–95.
2. Безопасность на транспорте. Современное барьерное дорожное ограждение: из каких элементов оно состоит? [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.znakcomplect.ru/poleznosti/example/bezopasnost-na-transporte/sovremennoe-barernoe-dorozhnoe-ograzhdenie-iz-kakix-elementov-ono-sostoit.html> (дата обращения: 27.09.2016).
3. Дорожное ограждение. ООО «РосТЭС-ЮГ». Дорожные материалы [Электронный ресурс]. – URL: <http://rostes-iug-doroga.ru/index.php/barernye-ograzhdeniya/55-dorozhnoe-ograzhdenie> (дата обращения: 27.09.2016).
4. Зыкова И. Дорожные ограждения. Назначение и виды дорожных ограждений [Электронный ресурс]. – URL: <http://fb.ru/article/170977/dorojnyie-ograjdeniya-naznachenie-i-vidyi-dorojnyih-ograjdeniy> (дата обращения: 27.09.2016).
5. Дороги и мосты: сборник; вып. 20/2. – М.: РОСДОРНИИ, 2008. – 332 с.

6. Рекомендации по применению ограждающих устройств на мостовых сооружениях автомобильных дорог / Росавтодор. – М.: Информавтодор, 2001. – 80 с.

7. Виды дорожных ограждений [Электронный ресурс]. – URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=478005> (дата обращения: 27.09.2016).

8. Статья про особенности мостовых ограждений [Электронный ресурс]. – URL: http://krc-nw.ru/statji/2016/12/22/statji_72.html (дата обращения: 27.09.2016).

9. Все о воротах и ограждениях. Какие они бывают и как смонтировать барьерное ограждение? [Электронный ресурс]. – URL: <http://vamzabor.net/other/barernoe-ograzhdenie.html> (дата обращения: 27.09.2016).

10. Красильщиков И.М., Елизаров Л.В. Проектирование автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 2003. – 215 с.

References

1. Varacheva S.A. Sovremennye ogradhdaiushchie ustroistva na avto-dorozhnykh mostakh [Modern protecting devices for highway bridges]. *Izvestiia Peterburgskogo universiteta putei i soobshcheniia*, 2009, no. 4, pp. 88-95.

2. Bezopasnost' na transporte. Sovremennoe bar'ernoe dorozhnoe ogradhdenie: iz kakikh elementov ono sostoit? [Transport security. Modern barrier road fence: what elements does it consist?], available at: <http://www.znakcomplect.ru/poleznosti/example/bezopasnost-na-transporte/sovremennoe-barernoe-dorozhnoe-ograzhdenie-iz-kakix-elementov-ono-sostoit.html> (accessed 27 September 2016).

3. Dorozhnoe ogradhdenie [Road fences]. ООО «RosTES-IuG». Dorozhnye materialy [Road materials], available at: <http://rosted-iug-doroga.ru/index.php/barernye-ograzhdeniya/55-dorozhnoe-ograzhdenie> (accessed 27 September 2016).

4. Zyкова I. Dorozhnye ogradhdeniia. Naznachenie i vidy dorozhnykh ogradhdenii [Road fences. Purpose and types of road barriers], available at: <http://fb.ru/article/170977/dorojnyie-ograjdeniya-naznachenie-i-vidyi-dorojnyih-ograjdeniy> (accessed 27 September 2016).

5. Dorogi i mosty [Roads and bridges]. Iss. 20/2. Moscow: ROSDORNII, 2008. 332 p.

6. Rekomendatsii po primeneniiu ogradhdaiushchikh ustroistv na mostovykh sooruzheniiakh avtomobil'nykh dorog [Recommendations for use of enclosing devices on the bridges of highways]. «Rosatodor». Moscow: «Informavtodor», 2001. 80 p.

7. Vidy dorozhnykh ogradhdenii [The types of road barriers], available at: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=478005> (accessed 27 September 2016).

8. Stat'ia pro osobennosti mostovykh ograzhdenii [Article about the features of bridge barriers], available at: http://krc-nw.ru/statji/2016/12/22/statji_72.html (accessed 27 September 2016).

9. Vse o vorotakh i ograzhdeniiakh. Kakie byvaiut i kak smontirovat bar'ernoie ograzhdenie? [All about gates and fences. What are they and how to mount a barrier fence?], available at: <http://vamzabor.net/other/barernoie-ograzhdenie.html> (accessed 27 September 2016).

10. Krasil'shchikov I.M., Elizarov L.V. Proektirovanie avtomobil'nykh dorog [Design of roads]. Moscow: Transport, 2003. 215 p.

Получено 17.05.2017

Об авторах

Аптыкаева Диана Зяудатовна (Пермь, Россия) – студентка, кафедры «Автомобильные дороги и мосты», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: diana_lady@list.ru).

Тулупова Анастасия Владимировна (Пермь, Россия) – студентка, кафедры «Автомобильные дороги и мосты», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: nastunia95@mail.ru).

Богоявленский Николай Анатольевич (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры «Автомобильные дороги и мосты», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: nb1848@yandex.ru).

About the authors

Diana Z. Aptykaeva (Perm, Russian Federation) – Student, Motor Roads and Bridges Department, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: diana_lady@list.ru).

Anastasiia V. Tulupova (Perm, Russian Federation) – Student, Motor Roads and Bridges Department, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: nastunia95@mail.ru).

Nikolai A. Bogoiavlenskii (Perm, Russian Federation) – Senior Lecturer, Motor Roads and Bridges Department, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: nb1848@yandex.ru).