

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.356  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
PIHII (Russia) = 0.179  
ESJI (KZ) = 1.042  
SJIF (Morocco) = 2.031

ICV (Poland) = 6.630

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

## International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2015 Issue: 10 Volume: 30

Published: 30.10.2015 <http://T-Science.org>



**Andrey Stanislavovich Reshenkin**

professor,  
candidate of technical sciences,  
head of department,  
Don State Technical University, Russia  
[reshenkin@list.ru](mailto:reshenkin@list.ru)

**Vasily Alexandrovich Tikhomirov**

engineer  
Don State Technical University, Russia

**Maxim Sergeevich Dubovskoy**

student  
Don State Technical University, Russia

**Sergey Sergeevich Vorobyev**

assistant professor, candidate of technical sciences,  
Don State Technical University, Russia

**Alexander Grigoryevich Tihomirov**

candidate of technical sciences, associate professor  
Don State Technical University, Russia

### SECTION 27. Transport.

## INCREASING ENERGY ABSORPTION OF ROAD BARRIERS

**Abstract:** : Increasing fleet of road transport and, consequently, an increase dangerous situations, should be accompanied by adequate measures that increase road safety. And if is not possible to completely eliminate road traffic accidents, it is necessary to create effective technical means to minimize the damage from an accident. The article presents the studies and proposals to improve the energy absorbing capacity of road barriers.

**Key words:** plastic deformation, torsion, torsion bars.

**Language:** Russian

**Citation:** Reshenkin AS, Tikhomirov VA, Dubovskoy MS, Vorobyev SS, Tihomirov AG (2015) INCREASING ENERGY ABSORPTION OF ROAD BARRIERS. ISJ Theoretical & Applied Science 10 (30): 105-110.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-30-23> **Doi:**  <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.10.30.23>

### ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДОРОЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

**Аннотация:** Повышение парка автомобильного транспорта и, как следствие, увеличение опасных ситуаций, должно сопровождаться адекватными мерами, повышающими безопасность дорожного движения. И если не возможно полностью исключить дорожно – транспортные происшествия, то необходимо создание эффективных технических средств, позволяющих свести к минимуму ущерб от ДТП. В статье представлены исследования и предложения по повышению энергопоглощающей способности дорожных ограждений.

**Ключевые слова:** пластическая деформация, кручение, торсионы.

Статистика дорожно-транспортных происшествий показывает, что к числу наиболее распространённых ДТП, имеющих катастрофические последствия, относятся происшествия связанные с выездом на полосу встречного движения и съездом с проезжей части. Единственно эффективным средством, позволяющим препятствовать этому, является физическое ограничение возможности движения транспортных средств в запрещённых (опасных) направлениях [1-3]. С середины прошлого столетия широкое распространение получили дорожные ограждения различных типов, устанавливаемые на обочинах дорог в опасных местах, а также разделяющие транспортные потоки встречных направлений. Движущийся

автомобиль обладает огромной кинетической энергией, эквивалентной массе и квадрату скорости автомобиля, которая согласно закону сохранения энергии не может исчезнуть сама по себе, и в случае столкновения с дорожным ограждением, для полной остановки транспортного средства, требуется, чтобы энергия автомобиля была полностью израсходована и перешла в энергию деформации и работу разрушения ограждения и элементов автомобиля. В противном случае дорожное ограждение не выполнит главной функции – препятствовать движению транспортных средств в запрещённых (опасных) направлениях. При установке ограждений часто не учитывалось и то, что сами по себе ограждения также являются



## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.179	
GIF (Australia) = 0.356	ESJI (KZ) = 1.042	
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

препятствием, наезд на которые сопряжен с достаточно серьезной опасностью. Существующее противоречие устраняется применением дорожных ограждений, обладающих высокими энергопоглощающими свойствами, которые позволят не только снизить гибель и травматизм, но и значительно уменьшить материальный ущерб, причиняемый как автомобилю, так и дорожному ограждению [4-5].

Ограждения устанавливают на дорогах уже много десятков лет, но общепризнанных их конструкций еще не выработано. Ежегодно патентуется много новых моделей ограждений,

но практическое применение находят только простейшие. Основным типом ограждений устанавливаемых в настоящее время являются односторонние и двусторонние дорожные и мостовые ограждения, состоящие из прокатных полос, жестко крепящихся к опорам. Двухсторонние дорожные мостовые ограждения предотвращают столкновение транспортных средств встречных потоков (рисунок 1). Ограждения барьерного типа устанавливаются на автомобильных мостах и путепроводах (рисунок 2). Цель - исключить возможность съезда транспорта с проезжей части этих сооружений.



Рисунок 1 — Двухстороннее мостовое ограждение.



Рисунок 2 — Одностороннее дорожное ограждение.

Данные ограждения обладают рядом достоинств, главное из которых – простота конструкции, которая состоит из опоры 1, узла

крепления 2 и полосы фигурного профиля 3 (рисунок 3).

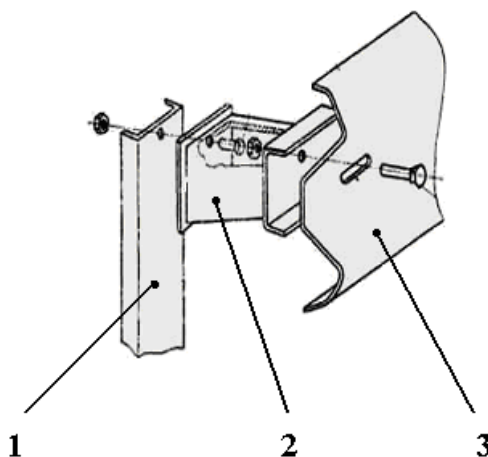


Рисунок 3 — Схема ограждения.

Прокатный фигурный профиль достаточно прочен и, в большинстве случаев, ограждение способно ограничивать движение в запрещённых (опасных) направлениях, но так как демпфирующие характеристики таких

ограждений чрезвычайно малы работа на рассеивание кинетической энергии автомобиля почти полностью возлагается на сам автомобиль. Высокая жесткость ограждения приводит к тому, что не большой наезд транспортного средства на

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.356  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИЦ (Russia) = 0.179  
ESJI (KZ) = 1.042  
SJIF (Morocco) = 2.031

ICV (Poland) = 6.630

ограждение, сопровождается значительными повреждениями элементов автомобиля, а при высокой скорости столкновения происходит отброс автомобиля, который может спровоцировать ДТП с транспортом, движущимся в попутном направлении.

В связи с тем, что замена существующих дорожных ограждений на новые, более энергоёмкие, требует значительных финансовых затрат, предпочтительным является повышение их энергоёмкости путем модернизации. При сохранении основных элементов дорожного ограждения, к которым относятся опоры и фигурные профили, задача модернизации заключается в замене жестких узлов крепления относительно не дорогими демпфирующими элементами при минимально возможном количестве технологических операций.

Эта задача может быть решена при использовании торсионных энергопоглощающих элементов, принцип действия которых основан на рассеивании энергии ударного воздействия за счет пластического кручения металлических стержней. Выбор именно торсионных элементов основан на их совокупности положительных качеств [6-9]. Известны конструкции демпфирующих элементов, использующие все виды нагружения и их комбинации. Деформация рабочих элементов сжатием почти не используется, так как для рабочих элементов трудно осуществить достаточно большой ход без потери устойчивости, при этом силовая характеристика сжатия по своей форме крайне не выгодна. Деформацию растяжением целесообразно использовать для небольших нагрузок и относительно малых ходов. При изгибе распределение напряжений и относительных удлинений по сечению неравномерно, поэтому, удельная энергоёмкость при изгибе существенно ниже, чем при растяжении. Кроме того пластическая деформация и напряжения при изгибе неравномерны по длине стержня и обычно сосредотачиваются в так называемом пластическом шарнире, а это еще более снижает

удельную энергоёмкость стержня. Преимуществом использования пластического изгиба стержней и пластин являются высокая технологичность рабочих элементов и минимальное количество вспомогательных деталей. Кручение цилиндрических элементов вызывает появление пластических деформаций одинаковых по всей длине стержня. Напряженное состояние в поперечном сечении даже при больших пластических деформациях имеет достаточно равномерный характер. Поэтому, в отличие от изгиба, диссипация энергии происходит по всему объему стержня. В отличие от сжатия, при скручивании сплошные цилиндрические стержни или полые с достаточно большой толщиной стенки не теряют устойчивости вплоть до разрушения. В отличие от растяжения, при кручении не образуется шейка, и поэтому, деформация кручения может быть использована в целях демпфирования полностью, вплоть до разрушения.

Торсионные энергопоглощающие элементы обладают удельной энергоёмкостью, превышающей аналогичные показатели известных амортизаторов, могут размещаться в узких зазорах, весьма технологичны в изготовлении и просты в эксплуатации. Их силовая характеристика практически не зависит от скорости воздействия и параметров окружающей среды.

На рисунках 4, 5 представлен макет дорожного энергопоглощающего ограждения в состав которого входят торсионные энергопоглощающие элементы (ТЭПЭ), которые заменяют узлы крепления дорожных ограждений [10], а также показаны возможные варианты установки ТЭПЭ в существующих дорожных ограждениях:

1. один ТЭПЭ соединяет ограничительный элемент (профилированную полосу) с опорой;
2. ТЭПЭ соединяет между собой ограничительные элементы;
3. два ТЭПЭ соединяют ограничительные элементы с опорой;

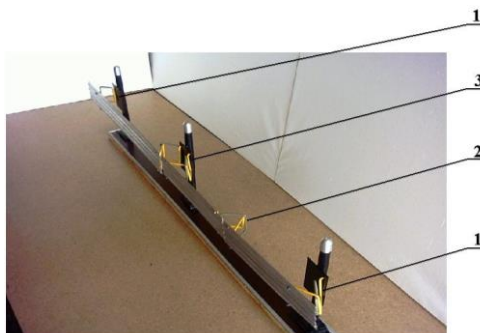


Рисунок 4 — Макет энергопоглощающего ограждения.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.179	
GIF (Australia) = 0.356	ESJI (KZ) = 1.042	
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	



Рисунок 5 — Макет энергопоглощающего ограждения (вид сбоку).

Конструкция торсионного энергопоглощающего элемента, представленная на рисунке 6, включает две составных части (1,2), являющиеся практически зеркальным отображением друг друга.

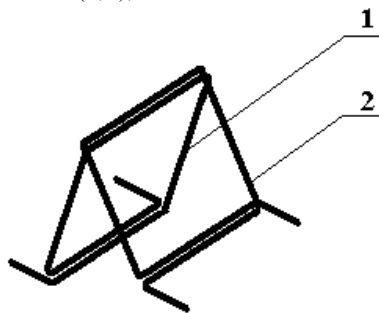


Рисунок 6 — Торсионный энергопоглощающий элемент.

Составные части (рисунок 7), выполняются из отрезка металлического прута, участки которого последовательно изогнуты таким образом, что в каждой имеется три параллельных

участка 3, являющиеся рабочими частями (пластическими торсионами), соединённые между собой раскосами 4, и два узла крепления 5.

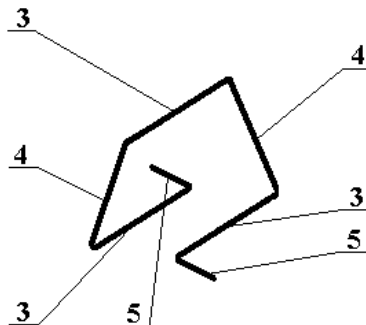


Рисунок 7 — Составная часть ТЭПЭ.

В случае ударного воздействия энергопоглощающее дорожное ограждение работает следующим образом. Исходное состояние ограждения с установленным в нём торсионным энергопоглощающим элементом представлено на рисунках 8, 10 (рисунок 8 – ТЭПЭ соединяет между собой ограничительные элементы 6; рисунок 10 – ТЭПЭ соединяет ограничительный элемент с опорой дорожного ограждения 7). Крепление торсионного энергопоглощающего элемента показано болтовыми соединениями 8. Воздействие

внешней нагрузки (направление показано стрелками) на ограничительные элементы дорожного ограждения 6 вызывает их перемещение и соответственно поворот соединённых с ними раскосов 4, что обуславливает пластическое скручивание рабочих частей 3 и поглощение энергии воздействия (рисунки 9, 11). В зависимости от установки торсионного энергопоглощающего элемента внешнее воздействие, скручивая рабочие части, может, как разводить раскосы (рисунок 9), так и складывать их (рисунок 11).

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.179	
GIF (Australia) = 0.356	ESJI (KZ) = 1.042	
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Общая величина энергопоглощения каждого ТЭПЭ, на который непосредственно пришлось соударение, складывается из величин энергопоглощения рабочих частей. Поворот раскосов торсионного энергопоглощающего элемента происходит либо до прекращения воздействия ударной нагрузки (ТЭПЭ остаётся в каком-то промежуточном деформированном

положении, обусловленном величиной воздействующей нагрузки), либо продолжается до тех пор, пока ход амортизации и энергопоглощающая способность ТЭПЭ не будут исчерпаны (угол между раскосами составит либо 0 градусов при их складывании, либо 180 градусов, при их расхождении).

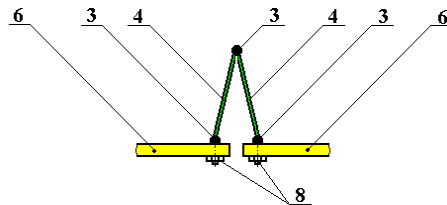


Рисунок 8 — Исходное состояние 2-го варианта установки.



Рисунок 9 — Работа ТЭПЭ при воздействии.

Общая величина энергопоглощения и ход демпфирования торсионного энергопоглощающего элемента могут быть заданы в широких пределах путем изменения величины установочного угла между раскосами, определяющего предельную величину хода демпфирования, путем задания определенных размеров (длин и диаметров) рабочих частей, а также путём выбора материала торсионного

энергопоглощающего элемента и его термообработки.

Торсионный энергопоглощающий элемент обладает и другим положительным качеством, заключающемся в том, что частично или полностью деформированный элемент может быть вновь и многократно приведен в исходное положение, а его энергопоглощающая способность восстановлена.

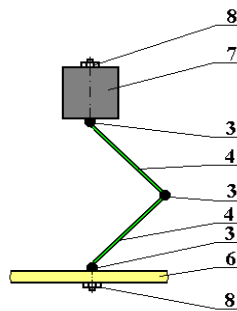


Рисунок 10 — Исходное состояние.

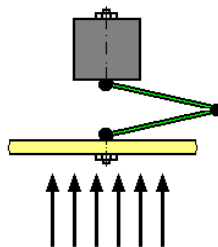


Рисунок 11 — Работа ТЭПЭ 1-го варианта установки при воздействии.

## Impact Factor:

<b>ISRA (India) = 1.344</b>	<b>SIS (USA) = 0.912</b>	<b>ICV (Poland) = 6.630</b>
<b>ISI (Dubai, UAE) = 0.829</b>	<b>РИИЦ (Russia) = 0.179</b>	
<b>GIF (Australia) = 0.356</b>	<b>ESJI (KZ) = 1.042</b>	
<b>JIF = 1.500</b>	<b>SJIF (Morocco) = 2.031</b>	

Это обеспечивается путем проведения определенных ремонтных работ, причем без замены каких-либо элементов. При этом необходимо применение силовых устройств, которые подвергают элемент медленному принудительному деформированию в обратном направлении. Количество циклов «деформирование под воздействием ударной нагрузки – обратное принудительное деформирование» может составлять от десятков до сотен циклов без изменения заданных

исходных характеристик. Указанные ремонтные операции можно проводить и без отсоединения торсионных энергопоглощающих элементов от дорожного ограждения.

Разработанные технические решения просты и технологичны, обладают высокой удельной энергоёмкостью, оптимальной и стабильной силовой характеристикой, независимой от условий внешней среды, и не требуют технического обслуживания.

## References:

1. Rjabchinskii AI (2002) Dinamika avtomobilja i bezopasnost' dorozhnogo dvizhenija: ucheb. posobie / A.I. Rjabchinskii, A.A. Tokarev, V.Z. Rusakov ; pod red. A.I. Rjabchinskogo. - M.: Izd-vo MADI (GTU), 2002. - 131 p.
2. (2001) Spravochnik po bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija / [R. Yel'vik, A.B. Myusen, M. Vo; per. [s norv.] pod red. V.V. Sil'janova]. - M.: Izd-vo MADI (GTU), 2001. - 754 p.
3. (2005) Sbornik normativnyh pravovyh materialov po obespecheniyu bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija na avtomobil'nom transporte. - M.: Transkonsalting, 2005. - Vyp. 12. - 480 p.
4. (1986) GOST 26804-86 «Ograzhdenija dorozhnye metallicheskie bar'ernogo tipa»
5. (2006) GOST R 52607-2006 «Tehnicheskie sredstva organizacii dorozhnogo dvizhenija. Ograzhdenija dorozhnye uderzhivayushie bokovye dlja avtomobilei. Obshie tehnicheckie trebovanija».
6. Reshenkin AS, Tihomirov AG (2004) Uprugoplasticheskaja sistema protivoudarnoi zashity. –M., «Avtomobil'nyi transport», № 1, 2004.-2p.
7. Tihomirov AG, Denisov OV, Denisov IV, Nazarov AY (2004) Osobennosti uprugoplasticheskogo kruchenija stal'nyh obrazcov s razlichnoi ishodnoi teksturoi Izvestija vysshih uchebnyh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Serija: Estestvennye nauki. 2004. № 3. pp. 43-44.
8. Reshenkin AS, Tihomirov AG (2005) Torsionnaja protivoudarnaja zashita. Raschet konstrukcii // Gruzovik. 2005. № 1. pp. 11-13.
9. Tihomirov AG, Tihomirov VA (2006) Protivoudarnaja zashita transportnyh sredstv //Gruzovik. 2006. № 7. pp. 58-60.
10. Reshenkin AS, Tihomirov AG, Tihomirov VA (2006) Torsionnyi yenergopogloshayushii yelement dorozhgo ograzhdenija Patent RF na poleznuyu model' № 51632 ot 27.02.2006.

