

*Раджабов Р.А., Байнатов Ж.*

**КӨП ШИЛТЕМЕ ҮЧ-САЙГЫЧЫ БЕТОН ПЛИТАЛАР МЕНЕН ТОСУЛГАН  
ЖОЛДОР**

*Раджабов Р.А., Байнатов Ж.*

**МНОГОЗВЕННЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ИЗ  
ТРЕХЛУЧЕВЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛАСТИНОК**

*R.A. Radjabov, Zh. Baynatov*

**MULTI-LINK FENCES HIGHWAYS FROM THREE-PRONG CONCRETE PLATES**

УДК: 625. 738

*Макалада жол-транспорт кырсыгы (МАИ) суроо жагы жолдордон тышкары күтүлбөгөн курултайлардын машине менен байланышкан таасирин азайтуу үчүн. Сунушталган техникалык чечим транспорт жана жүргүнчүлөрдүн коопсуздук жана МАИ зыянын азайтуусу каралат.*

***Негизги сөздөр:** жолдор, каптал жана тосмолор иштери, кинетикалык энергия, ийкемдүү байланыш, түрдүү салмактуулук, ортонку багыттагы жылуу, барабардык титирөө.*

*В статье рассмотрен вопрос по снижению последствий дорожно-транспортных происшествий (ДТП) которые связаны с непреднамеренными съездами автомобилей за пределы проезжей части автомобильных дорог. Предложено техническое решение для уменьшения повреждения автомобиля и обеспечения безопасности пассажиров и при ДПС.*

***Ключевые слова:** автомобильные дороги, боковые и деформируемые ограждения, кинетическая энергия, гибкие связи, дифференциальное уравнение, перемещение по оси, уравнение колебания.*

*In the article the question to reduce the effects of road traffic accident (RTA) are associated with unintended congresses car outside carriageway roads. Proposed technical solution to reduce the damage to the vehicle and passenger security and traffic police.*

***Key words:** roads, side and wrought fences, kinetic energy, flexible communications, differential equation, moving along the axis, fluctuations in the equation.*

В настоящее время в СНГ свыше 30% всех дорожно-транспортных происшествий связано с непреднамеренными (неуправляемыми) съездами автомобилей за пределы проезжей части автомобильных дорог. В связи с этим необходимо обустроить автомобильные дороги современными дорожными ограждениями с удерживающей способностью для предотвращения и снижения тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий.

Как известно, дорожные ограждения являются устройствами, относящимися к техническим средствам организации дорожного движения, и предназначены для предотвращения съезда автомобиля с проезжей части (обочины) автомобильной дороги и мостового сооружения (моста, путепровода, эстакады и т.п.), выезда на встречную полосу движения.

Боковые ограждения удерживают и корректируют траекторию движения автомобиля при боковом ударе под острым углом к оси ограждения.

По условиям расположения боковые удерживающие ограждения для автомобилей подразделяют на две группы: дорожные и мостовые, каждая из которых состоит из подгрупп [1]:

- одностороннее ограждение, удерживающее автомобиль, удар которого об ограждение может быть с одной стороны. Устанавливается по боковым сторонам дороги или разделительной полосы;

- двустороннее ограждение, удерживающее автомобиль, удар которого об ограждение может быть с двух сторон. Устанавливается только по оси разделительной полосы.

А по принципу работы дорожные удерживающие ограждения подразделяют на типы:

- барьерные (энергия гасится за счет упруго-пластической деформации материала элементов конструкции ограждения);

- парпетные (энергия гасится за счет подъема колес уменьшающего опрокидывающий момент и трение частей конструкции автомобиля).

В зависимости от наличия пространства между ограждением и ограждаемым препятствием боковые ограждения подразделяются на деформируемые (металлические) и недеформируемые (железобетонные).

Отсутствие деформативности ограждения компенсируется формой профиля его лицевой поверхности, которая позволяет преобразовать часть энергии соударения в энергию поперечного отклевывания автомобиля, благодаря чему его взаимодействие с ограждением имеет характер бокового скользящего удара.

Парапетное железобетонное ограждение получило свое название от штата Нью-Джерси, где оно впервые было испытано и установлено в 50-х годах прошлого столетия.

Со временем широкое распространение во многих странах получила железобетонная конструкция ограждения типа «Нью-Джерси», которая и по настоящее время совершенствуется с учетом появления на автомобильных дорогах скоростных легковых автомобилей, автопоездов большой грузоподъемности и малолитражных легковых и грузовых автомобилей.

Парапетные железобетонные ограждения типа «Нью-Джерси» наиболее эффективно работают на дорогах в горной и пересеченной местности, на узких разделительных полосах многополосных дорог, мостов и путепроводов. Их устанавливают также там, где использование металлических ограждений барьерного типа невозможно из-за отсутствия пространства за ограждением.

**Ограждения и направляющие устройства.** Ограждения выполняют две функции: задерживают автомобиль на поверхности дороги и информируют водителя о ее границах. Установка ограждений не уменьшает числа ДТП, но значительно снижает тяжесть их последствий, особенно число погибших и раненых.

Ограждения сами по себе являются препятствием, наезд на которое может вызвать повреждение автомобиля, травму и гибель людей, поэтому следует избегать излишней установки ограждений там, где можно принять другие меры (уположение откосов, увеличение размеров кривых и т. д.).

По принципу работы различают три типа ограждений: жесткие, работающие как мощная ограждающая балка; полужесткие, способные умеренно деформироваться под действием изгибающих и растягивающих усилий; гибкие, обладающие способностью воспринимать большие растягивающие деформации. К жестким относят ограждения из железобетонного бруса, бетонные и каменные парапеты, установленные на обочинах и разделительной полосе, к полужестким - ограждения из металлических планок, прокатных полос различных форм и коробчатых металлических балок. Это наиболее эффективный тип ограждений который способен плавно гасить кинетическую энергию ударившегося автомобиля за счет собственных деформаций и имеет высокую прочность. Однако они могут способствовать образованию снежных заносов и создают помехи при снегочистке. Гибким относят тросовые ограждения различных конструкций.

В последние годы все большее распространение в СНГ и за рубежом получают железобетонные ограждения парапетного типа (монолитные и сборные). Монолитные ограждения изготавливают непосредственно на дороге, используя жесткую бетонную смесь и специальную бетоноукладочную машину со скользящей опалубкой. Сборные ограждения конструируют в виде блоков длиной 3, 6 или 9 м. Применяют несколько разновидностей стыковых соединений блоков, но лучше зарекомендовали себя те, которые имеют повышенную жесткость и обеспечивают минимальную деформацию ограждения. В отличие от барьерных ограждения парапетного типа рассчитаны на удерживание автомобиля в результате изменения наклона его поперечной оси, а также силового воздействия на колеса и подвеску.

В поперечном сечении парапетные ограждения имеют форму ступенчатой трапеции и рассчитаны на одностороннее (или двустороннее силовое воздействие автомобилей. Сборные блоки закрепляют к железобетонной плите штырями, а монолитные ограждения заглубляют в слой дорожной одежды или грунт на 200 мм. Во избежание удара автомобиля о торец ограждения начальные и конечные блоки изготавливают с наклонной верхней гранью. Армирование блоков выполняют с учетом эксплуатационных нагрузок.

Из-за большой жесткости парапетного ограждения автомобиля при наездах получают значительные повреждения. При скорости движения 90 км/ч и угле наезда  $25^\circ$  легковые автомобили опрокидываются, а грузовые автомобили разрушают ограждение. В некоторых случаях грузовые автомобили и автобусы опрокидывались над ограждением из-за его недостаточной высоты (0,8 м).

Для уменьшения повреждения автомобиля и обеспечения безопасности пассажиров нами создан несколько вариантов подвижных барьеров безопасности взамен массивного «Нью-Джерси» [2, 3].

Один из них представляет собой цепочку железобетонных блоков, нанизанных на тросы. Блоки имеют криволинейную лицевую поверхность, перекрывают друг друга с уступами внахлест в направлении движения ТС, уширены с тыльной стороны, причем через отверстия в уширениях пропускаются гибкие связи (тросы), которые заанкериваются в неподвижных опорах (рис. 1). Коррекция траектории наезжающих ТС в этом решении происходит за счет нескольких факторов: вогнутой криволинейной лицевой поверхности блоков, скачкообразного соскальзывания колес ТС при последовательном наезде на уступы, перемещения блоков в продольном и поперечном направлениях. Предлагаемый БББ может работать на повторные наезды, так как блоки после смещения остаются нанизанными на трос и возвращение их в исходное положение требует

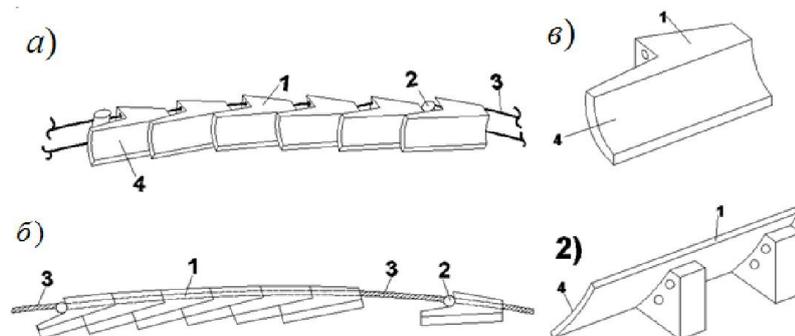


Рис 1. ББ смешанного типа на тросах:

а – общий вид; б – то же, в плане, после наезда ТС; в – отдельный блок; г – то же, тонкостенной конструкции; 1 - блок; 2 – анкер; 3 – гибкая связь (трос); 4 – лицевая поверхность

небольших эксплуатационных затрат. Благодаря нескольким корректирующим факторам ТС после наезда остается невредимым или получает минимальные повреждения.

Удачной и перспективной следует признать конструкцию ограждения смешанного типа из триадных трехлепестковых железобетонных плит с отверстиями, нанизанных на трех параллельных тросах.

Конструкция разработана под руководством профессора Байнатов Ж.Б. Плоские плиты устанавливаются на обочине в ряд вдоль дороги и стягиваются тросами, пропущенными через трех отверстий, расположенные в концах ветвей, и кольца, помещаемые между плитами. Набор плит, стянутых тросами и разделенных кольцами образует гребенку (рис. 2)

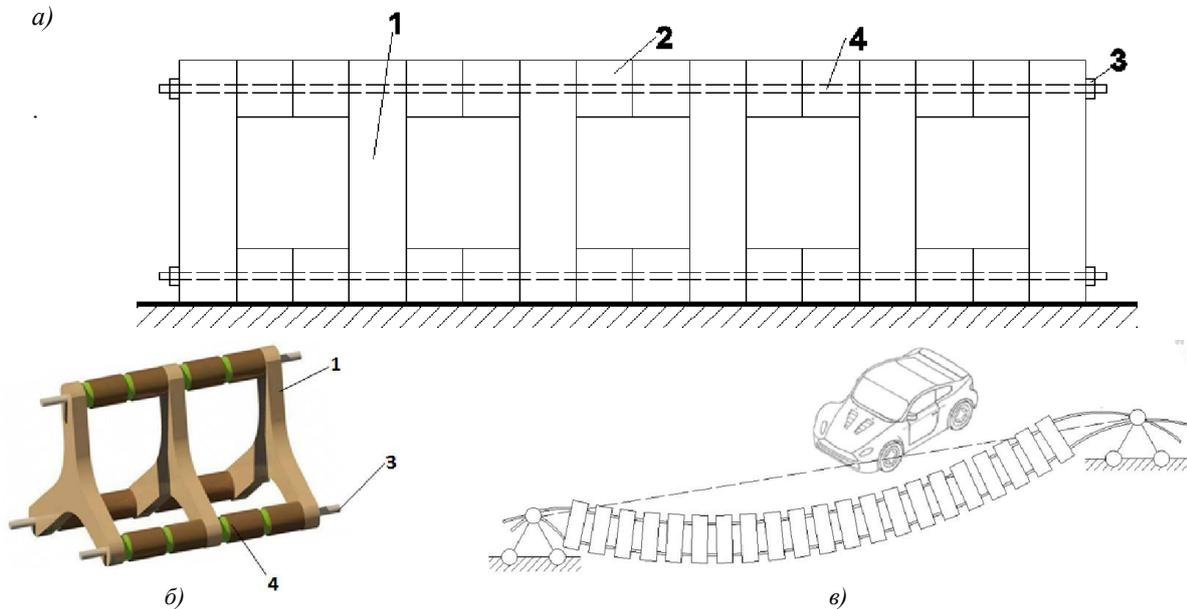


Рис. 2 - Боковой барьер безопасности и осевой барьер безопасности смешанного типа, состоящие из трехветвевых пластинок (триад), соединенных тросами: а – фасад; б – схема сборки; в – общая схема деформации ограждения; 1 - триада; 2 - отверстие; 3 - трос; 4 - кольцо.

Коррекция траектории транспортного средства, наехавшего на ограждение, происходит за счет вогнутого очертания профиля рабочих элементов, реактивного противодействия гребенки и упругих деформаций тросов. Ограждение требует небольших эксплуатационных затрат и может работать на повторные наезды.

Предложенное конструктивное решение в виде триады является более практичным и при изготовлении, транспортировке и монтаже, кроме того имеет улучшенную гибкость при взаимодействии с транспортным средством. Для экспериментального исследования определены масштабы модели и подобран состав материала для изготовления модели.

Для широкого внедрения приведенные конструкции барьеров безопасности требуют детальной проработки, как в теоретическом, так и в экспериментальном плане.

Для приближенного вывода дифференциального уравнения движения комбинированной системы, рассмотрим одно звено ограждения, состоящим из множества блоков (триады) и предварительно напряженных и параллельно расположенных трех тросов, имеющую  $n$  степеней свободы.

Будем считать, что каждой обобщенной координате  $y_i$  отвечает точечная масса блоков  $m_i$ . Типичным примером такой системы может служить особо-упругая балка (натянутый трос), с  $n$  сосредоточенными массами (рис. 3а).

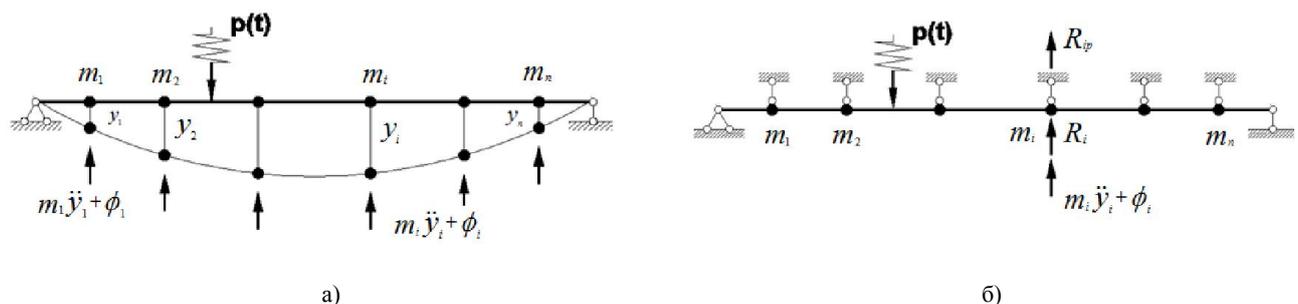


Рис. 3. К динамическому расчету одного звена барьеров безопасности. а – общая схема возможной формы деформации; б – расчетная схема по методу перемещений.

Как уже отмечалось, для составления дифференциальных уравнений движения рассматриваемой системы можно использовать метод сил или метод перемещений.

Применяя метод сил, в качестве лишних неизвестных принимаем силы инерции и силы сопротивления

$$x_i = m_i \ddot{y}_i + \phi_i.$$

Перемещение  $i$ -ой массы ( $i$ -ая обобщенная координата) определяется следующим выражением [5]:

$$y_i = -\delta_{i1}(m_1 \ddot{y}_1 + \phi_1) - \delta_{i2}(m_2 \ddot{y}_2 + \phi_2) - \dots - \delta_{in}(m_n \ddot{y}_n + \phi_n) + \Delta_{ip}(t) \quad (1)$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

Для консервативной системы каждое из этих уравнений может быть представлено в виде:

$$\delta_{i1} m_1 \ddot{y}_1 + \delta_{i2} m_2 \ddot{y}_2 + \dots + \delta_{in} m_n \ddot{y}_n + y_i - \Delta_{ip}(t) = 0 \quad (2)$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

Система  $n$  линейных дифференциальных уравнений (2) может быть использована для определения  $n$  неизвестных обобщенных координат  $y_i$ .

Применяя метод перемещений, составляем уравнение равновесия для каждой  $i$ -ой массы (рис. 3б)

Уравнение равновесия  $i$ -ой массы записывается в виде:

$$R_i(t) + [m_i \ddot{y}_i(t) + \phi_i] + R_{ip}(t) = 0 \quad (3)$$

где  $\ddot{y}(t)$  – вторая производная от прогиба по параметру времени  $y(t)$ .

Здесь приняты следующие обозначения:  $R_{ip}(t)$  – реакция в  $i$ -ой связи от действия внешней нагрузки;

$R_i(t)$  – суммарная реакция в  $i$ -ой введенной связи от перемещений сосредоточенных масс:

$$R_i = r_{i1} y_1 + r_{i2} y_2 + \dots + r_{ii} y_i + \dots + r_{in} y_n \quad (4)$$

С учетом (4) для консервативной системы получаем следующую систему линейных дифференциальных уравнений движения:

$$r_{i1} y_1 + r_{i2} y_2 + \dots + r_{ii} y_i + \dots + r_{in} y_n + m_i \ddot{y}_i + R_{ip}(t) = 0 \quad (5)$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, n.)$$

Для определения реактивных моментов ( $r_{in}$ ) и реакции, необходимо построить эпюры изгибающих моментов от поворота и смещения относительно каждой опоры и составив уравнения статики  $\sum M = 0$ ,  $\sum X = 0$ , находим  $r_{in}$ .

Далее, решив уравнение (5) относительно  $y$ , определяем возможные формы колебания предварительно напряженных тросов с массами.

Уравнение колебания, дает возможность установить массы блоков (триады), усилия натяжения в тросах в зависимости от массы, скорости и условий взаимодействия транспортных средств.

#### Литература:

1. Астров В.А., Малинин П.К. «Повышение надежности ограждения барьерного типа», Автомобильные дороги М. № 11, 1986.
2. Байнатов Ж.Б., Каро-Мадэ В.А. «Барьеры безопасности на автомобильных дорогах» О.И. №3 Автомобильные дороги; М. 1994. 77с.
3. Байнатов Ж.Б. «Усиление конструкций мостов и барьеров безопасности автодорог» - Алма-Ата, 1992 (Аналитический обзор, КазНИИНТИ.)
4. «Повышение качества ограждений автомобильных дорог» ОИ. ВПТИ Транстрой. - М 1989.
5. Справочник проектировщика Динамический расчет сооружений на специальные воздействия. М. Строй издат, 1982.
6. Шаршембиев Ж.С. Обоснование критических скоростей движения колесных машин по боковому скольжению на опасных поворотах горных дорог // Наука и новые технологии.- 2013. -№1. – С. 18-21.
7. Давлетов А.Т. Факторы влияющие на эффективность работы автомобилей в горных условиях // Наука и новые технологии.- 2013. -№1. – С. 54-55.
8. Джунусбаев К.Т. Особенности грузовых автомобильных перевозок в горных условиях // Наука и новые технологии.- 2013. -№1. – С. 16-17.

Рецензент: д.т.н., профессор Асанов А.А.