

ТРОСОВЫЕ ДОРОЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ

Ежегодно на дорогах всех стран мира под колесами машин погибает около 1,2 млн человек, 20–50 млн людей получают травмы и увечья. В нашей стране эти цифры также достаточно велики. Так, только за январь 2014 года, по статистике ГУОБДД МВД РФ, в стране произошло 12 440 ДТП, в которых погибло 1643 человека, ранено – 16 296 человек.

Одной из основных причин ДТП с тяжелыми последствиями является выезд на полосу встречного движения, причем около 45% погибших в ДТП составляют участники именно таких аварий. Значительную опасность представляют также выносы автомобилей за боковую полосу, падения с откосов, мостов, путепроводов, эстакад. Одна из причин лобовых столкновений – узкие разделительные полосы (менее трех метров), которые типичны для дорог всех категорий, в том числе и федеральных трасс.

Возросшие показатели аварийности на отечественных дорогах связаны также с существенным увеличением за последние годы массы автомобилей, скоростей движения, количества автомобилей на основных трассах, сложными погодными условиями, пересеченностью местности, значительными расстояниями.

В большинстве стран с аналогичными дорожными показателями (США, Канада, Австралия) уже давно проводятся интенсивные работы по внедрению ограждающих дорожных устройств безопасности и разработке новых эффективных их конструкций, в первую очередь – тросовых дорожных ограждений.

В России примерно с 1970-х годов началась установка жестких бетонных и металлических барьерных дорожных ограждений удерживающего типа, с балками волнового профиля, которые сейчас можно повсеместно видеть на дорогах общего пользования. Эти типы ограждений в значительной мере позволили решить основные вопросы обеспечения безопасности при ДТП с выездом автомобилей за обочину и выездом на полосу встречного движения при наличии достаточно широкой разделительной полосы.

Однако к недостаткам этих конструкций следует отнести их высокую стоимость

и значительную жесткость конструкции при ударе, приводящую к существенным повреждениям транспортных средств и причинению ущерба пассажирам. Эти конструкции занимают значительную ширину дорожного полотна, непрозрачны для участников движения, не продуваются и таким образом приводят к скоплению снега в зимнее время. Чтобы избежать опасного опрокидывания автомобилей, приходится увеличивать высоту барьерных ограждений (свыше 1 м), что увеличивает материалоемкость, непрозрачность и, как следствие, повышает стоимость ограждений.

Применение тросовых ограждений на дорогах США, например, привело к существенному снижению аварийности, случаев пересечений разделительной полосы, на 100–80% уменьшило число аварий с травматизмом и смертельными исходами на участках установки этих устройств. Сейчас тросовые ограждения активно внедряются в скандинавских странах, Польше, Чехии, Беларуси, Индии, Китае.

Внедрение тросовых ограждений в нашей стране затормозилось из-за ошибочного начального решения об

установке тросовых систем без предварительного заводского и установочного натяжения тросов, с использованием тросов подъемно-транспортного назначения и даже, в некоторых случаях, бывших в употреблении, а также с использованием жестких стоек для крепления тросов по аналогии со стойками барьерных ограждений. Такие системы не могли реализовать основное преимущество тросового ограждения – высокую степень поглощения энергии удара.

В России внедрение тросовых дорожных удерживающих ограждений началось с научных разработок Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). Эти разработки были поддержаны Федеральным дорожным агентством (Росавтодором).

В МАДИ группой молодых сотрудников и студентов под руководством автора этой статьи, доктора технических наук, профессора И.В. Демьянушко были разработаны первые конструкции тросовых ограждений, выявлены особенности работы этих систем. Создан комплекс лабораторных стендовых испытаний тросов и фрагментов ограждений на статическое нагружение и удар.

Параллельно разрабатывалась методика расчетного анализа, основанная на имитационном моделировании нелинейной динамики удара автомобиля об ограждение с использованием ме-

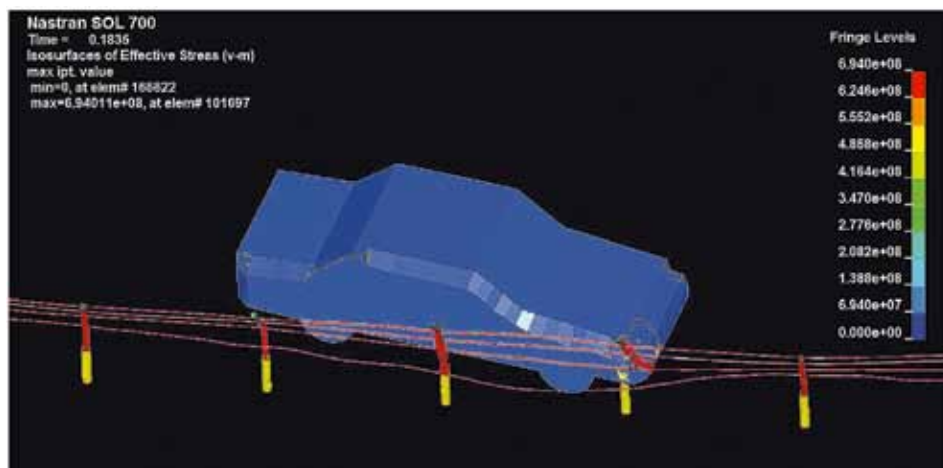


Рис. 1. Моделирование удара автомобиля о тросовое ограждение при твердотельном моделировании автомобиля

Конструкция	Удерживающая способность	Δ мм (толщина стойки)	$L_{1м}$ (расстояние между стойками)	Метод определения	Динамический прогиб	L (длина испытательного участка ограждения)
№1	У4	2,5	2	испытание	3,2	80
№1	У4	2,5	2	расчет	2,9	80
№2	У4	2	2,5	расчет	2,2	80
№2	У4	2	2,5	расчет	1,6	183**

Результаты сравнения натуральных испытаний и расчетного моделирования

тогда конечных элементов, реализованного в программном комплексе MSC. Nastran (код LS-Dyna). На рис. 1 приведен результат моделирования.

Разработанные методика и модели позволяют проводить анализ потребительских характеристик ограждения (таких как удерживающая способность, динамический прогиб, рабочая ширина), определять индекс травмирования и оценку эффективности каждой конструкции ограждения при наезде различных транспортных средств. Расчеты дают возможность также определять влияние грунта или вида дорожного покрытия на работу ограждения и его элементов (стоек) и траекторию движения автомобиля в процессе и после наезда.

В таблице приведены некоторые результаты: данные натуральных испытаний (ударный наезд автобуса с энергией удара 300 кДж) и расчетные результаты моделирования для тех же условий и при изменении параметров ограждения.

На рис. 2 показана твердотельная модель тросового ограждения и основные его элементы.

Исследования показали наиболее важные характерные особенности работы конструкции тросовых ограждений, которые и позволяют выделить их среди других известных конструкций ограждений.

Усилие натяжения тросов в системе обеспечивается путем установки специальных натяжителей (талрепов) и анкерных (якорных) устройств и составляет более 2 т в каждом тросе. Наиболее часто встречаются трех- и четырехтросовые конструкции, что соответствует уровню энергии удержания около 300 Кдж. Однако для различных дорог разрабатываются конструкции с меньшим или с большим уровнем удержания.

Стойки тросового ограждения, свободно стоящие в закрепленных непосредственно в дорожном полотне или небольших бетонных фундаментах полых тонкостенных гильзах, предназначены только для поддержания тросов. Они не должны быть излишне жесткими на изгиб и оказывать существенное сопротивление поперечной нагрузке, возникающей при ударе автомобиля по стойке или по тросам между стойками. В случае контакта непосредственно с автомобилем они не создают значительного сопротивления его движению, что также не приводит к дополнительным нагрузкам на автомобиль. Тросы закрепляются на стойках свободно, в прорезях различной конфигурации или на крюках, так, чтобы не создавалось препятствия их продольному движению в динамике. При этом, в основном работая на растяжение, они поглощают значительную часть энергии удара за счет трения в конструкции троса, трения между тросами и трения о стойки. Многолетние исследования работы различных конструкций тросовых систем показали, что оптимальные результаты дает использование так называемого сухого стального троса без сердечника из высокопрочной стали, диаметром примерно 19 мм и состоя-

щего из трех прядей по семь стальных протяжек. Трос характеризуется высоким уровнем свивки и подвергается предварительной вытяжке в заводских условиях. Особенностью работы троса является высокое внутреннее трение в самом тросе и трение в системе за счет конструкции ограждения при ударе и распространении ударной волны по тросам, что обеспечивает высокое демпфирование в системе и, как следствие, поглощение энергии удара. Эта особенность и обеспечивает собственно эффективность работы тросового ограждения.

В последнее время имеется множество предложений по использованию в тросовых системах ограждений неметаллических материалов. Не отвергая эту возможность, отметим, однако, что эта идея требует серьезного анализа, что связано, в первую очередь, с малыми значениями коэффициентов трения в неметаллических материалах.

Статистические исследования, проведенные многими авторами, показывают, что удар по ограждению, в основном, происходит под углом 15° – 20° к образующей линии ограждения, причем меньшие углы относятся к более тяже-

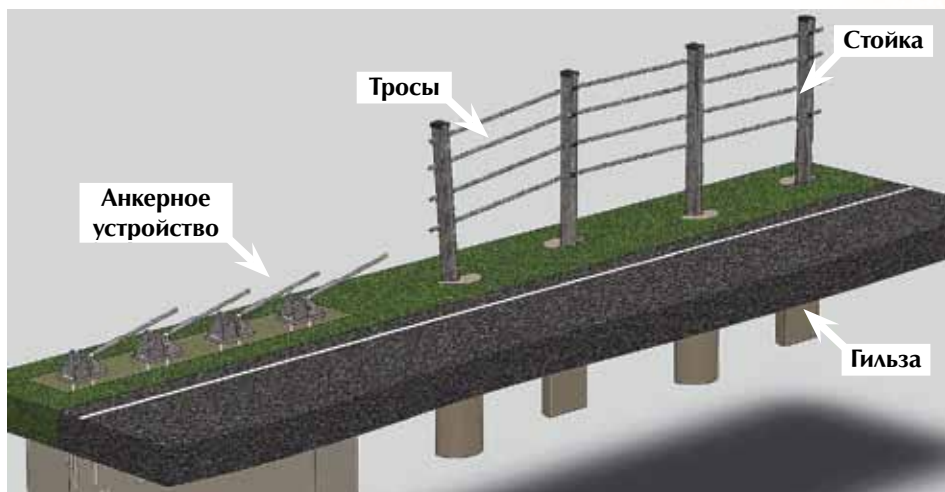


Рис. 2. Твердотельная модель с элементами тросового ограждения

лым автомобилям. Этот факт является важным, так как используется в схемах натуральных испытаний на полигонных площадках и в имитационных расчетах. Результаты исследований опубликованы нами в технических отчетах по программам научно-технических работ ФДА, в статьях в ряде изданий по строительно-дорожной тематике, патентах.

Тросовые ограждающие системы безопасности, в первую очередь, оправданно использовать на линейных трассах, проходящих по пересеченной местности, соединяющих города и другие населенные пункты. Однако в последнее время наш опыт показывает, что устройство тросовых удерживающих ограждений оказывается эффективным и в городах, в том числе в мегаполисах, особенно на выездных трассах и при прохождении трассы через город. Специфика существующей дорожной сети России потребовала специальных исследований по устройству тросовых ограждений при отсутствии грунтовой разделительной полосы и при этом интенсивного движения. Эта работа проводилась МАДИ при поддержке ФДА и совместно с ФКУ «Центравтомагистраль». Внедрение инновационных решений на опытных участках обсуждалось в ГУОБДД МВД России.

Серьезная постановка исследований позволила в кратчайшие сроки, начиная с 2012 года, осуществить установку опытных участков тросовых ограждений. МАДИ осуществляло научно-техническую помощь двум производственным предприятиям, которые сегодня активно работают по производству и установке современных тросовых ограждений – ООО «НПО «Медиана» и ЗАО «Точинвест», участвовало в оценке конструкций, стандартов организаций, разработке новых принципиальных решений при проектировании участков.

Основой являлась разработка МАДИ отраслевого документа ФДА ОДМ 218.6.0042013 «Методические рекомендации по устройству тросовых дорожных ограждений для обеспечения безопасности на автомобильных дорогах». С момента написания ОДМ (2011 г.) прошло много времени, и сейчас наши представления, особенно по технологии устройства тросовых ограждений, существенно развились. Совместная работа с упомя-

нутыми предприятиями по разработке конструкций, испытаниям и установке показала, что технология устройства тросовых ограждений не менее важна, чем конструкция. Установка требует строгого соблюдения технологии и авторского надзора. На начальном этапе внедрения нам даже пришлось столкнуться с неприятной ситуацией, когда хорошая конструкция, которая была спроектирована в МАДИ, из-за халатного отношения производителя к изготовлению и установке на дороге не была введена в эксплуатацию и размонтирована.

Новые представления по техническим требованиям к тросовым ограждениям, методам контроля и испытаний наряду с другими типами ограждений будут учтены в готовящихся новых ГОСТах, которые предполагается в 2014 году принять в рамках Таможенного союза.

Сегодня успешно установлены ограждения на пяти опытных участках, протяженностью от 1 до 12 км, где ведется мониторинг, позволяющий отслеживать эффективность установки ограждений в различных дорожных условиях. Эксплуатация участков за периоды от 1,5 лет (участок Горьковско-Егорьевское шоссе, км 44, г. Ногинск), до двух месяцев (дорога А-104 Москва – Дубна на участке км 31) показала, что после установки тросовых ограждений на этих участках отсутствовали случаи ДТП с тяжелыми последствиями – ранениями и смертельными исходами.

На участках, где тросовые ограждения были установлены по осевой линии дороги без разделительной полосы (Ногинск, участок Горьковско-Егорьевское шоссе, км 44 (рис. 4), а также там, где ограждение устанавливалось на грунтовой разделительной полосе шириной 4 м (участок дороги А-132, подъездная дорога от М-1 «Беларусь» к Смоленску с км 0+516), выезды на встречную полосу движения отсутствовали.

Установка ограждений производилась также на боковой обочине у откоса (дорога Раменское – Донино на участке 5,900 км), где серьезных ДТП также не зафиксировано.

На всех перечисленных участках ограждения устанавливались предприятием ООО «НПО «Медиана».

Часто наезды на ограждения даже не фиксируются дорожной инспекцией: водители считают за благо уезжать с места аварии, так как это как минимум может избежать необходимости оплаты стоимости ремонтных работ. Отметим, кстати, что ремонт тросовых ограждений, при одной и той же характеристике наезда, по стоимости материалов и трудозатратам существенно ниже, чем для барьерных и жестких ограждений.

В настоящее время ЗАО «Точинвест» и ООО «НПО «Медиана» совместно заканчивают установку 12 км участка дороги М-8 «Холмогоры» от Москвы через Ярославль, км 209. Интересно отметить, что до окончания работ, когда на первых участках были установлены стойки и протянуты тросы, еще без нормативного натяжения, произошел наезд автомобиля на ограждение, не приведший к выезду на встречную полосу движения и к тяжелым последствиям.

В заключение следует отметить, что установка тросовых ограждений является эффективным средством борьбы с тяжелыми последствиями ДТП, особенно из-за выездов на встречную полосу движения. На январском совещании по вопросу применения тросовых дорожных ограждений в Государственной компании «Автодор», проведенном под председательством первого заместителя председателя правления по технической политике И.А. Урманова, был отмечен интерес компании к установке тросовых ограждений на вверенных ей дорогах.

Конечно, при всем этом установка ограждений традиционных типов не исключается – выбор остается за проектировщиком дороги и определяется ценой, безопасностью, особенностью дороги и места установки, климатическими условиями, архитектурными требованиями... Однако протяженность участков с установкой тросовых ограждений, безусловно, должна быть существенно увеличена в ближайшее время, что значительно увеличит и безопасность на наших дорогах.

И.В. Демьянушко,

д-р техн. наук, проф.,
заслуженный деятель науки и техники РФ,
заведующий кафедрой
строительной механики МАДИ,
научный руководитель НИИМ МАДИ,
академик РАТ