

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА УЧАСТКАХ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Дорохин С.В., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В.

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия» (394087 г. Воронеж, ул. Тимирязева, д.8) rivelenasoul@mail.ru

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (394036, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19) rivelenasoul@mail.ru

Установка дорожных ограждений на опасных участках автомобильных дорог является одним из самых действенных способов повышения пассивной безопасности. Статистика дорожно-транспортных происшествий подтверждает высокую эффективность установки дорожных ограждений при условии обеспечения способности воспринимать расчётные нагрузки. В статье указано, что СНиП III–40–78 «Правила производства и приёмка работ. Автомобильные дороги» не рассматривают методов сравнения соответствия выполненных участков дорожных ограждений типовому проекту и прочностных испытаний. Это несоответствие приводит к частым отступлениям в выполнении дорожных ограждений даже на дорогах высоких категорий. Выполнено обследование построенных участков дорог, в результате выявлены многочисленные отступления от требований типового проекта. Основные из них следующие: расстояние между столбиками ограждения составляет от 4,32 до 4,68 м вместо требуемых 4,0 м; столбы выполнены из железобетона 20x20 см вместо швеллера №16А; соединение стальной ленты осуществляется не на столбах, а в пролёте (длина стальной ленты 3000 мм вместо 4320 мм; высота ограждения не на всём протяжении соответствует требованиям нормативных документов (более 0,8 м), обычно в результате зарастания и загрязнения обочин высота ограждения составляет 0,5...0,7 м. Выполнены испытания прочности дорожных ограждений по разработанной методике. Получены большие отклонения деформирующих нагрузок от расчётных. Основной причиной несоответствия построенных участков дорожных ограждений требованиям типового проекта следует признать в требованиях к комплектующим изделиям.

Ключевые слова: автомобильная дорога, безопасность, скорость движения, транспортное ограждение, нагрузка, дорожно-транспортные происшествия, обочина.

INCREASE OF EFFICIENCY OF PASSIVE SAFETY ON SITES OF FOREST HIGHWAYS

Dorokhin S.V., Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortcova T.V.

Voronezh State Academy of Forestry Engineering (394087, Voronezh, Timiryazeva, 8) rivelenasoul@mail.ru

Voronezh state university of engineering technologies(394036, Voronezh, Revolution Avenue, 19) rivelenasoul@mail.ru

Installation of road protections on dangerous sites of highways is one of the most effective ways of increase of passive safety. The statistics of road accidents confirms high efficiency of installation of road protections on condition of ensuring ability to perceive settlement loadings. In article it is specified that construction norms and the rules III-40-78 "Rules of production and acceptance of work. Highways" don't consider methods of comparison of compliance of the executed sites of road protections to the standard project and strength tests. This discrepancy leads to frequent retreats in performance of road protections even on roads of high categories. Inspection of the constructed sites of roads is executed, numerous derogations from requirements of the standard project are as a result revealed. The main of them following: the distance between columns of a protection makes from 4,32 to 4,68 m instead of the demanded 4,0 m; columns are made of reinforced concrete of 20x20 cm instead of a channel No. 16A; connection of a steel tape is carried out not on columns, and in flight (length of a steel tape of 3000 mm instead of 4320 mm; protection height not throughout conforms to requirements of normative documents (more than 0,8 m), usually as a result of overgrowing and pollution of roadsides height of a protection makes 0,5 ... 0,7 m. Tests of durability of road protections by the developed technique are executed. Big deviations of the deforming loadings are received from the settlement. As the main reason for discrepancy of the constructed sites of road protections to requirements of the standard project it is necessary to recognize in requirements to components.

Keywords: highway, safety, movement speed, transport protection, loading, road accidents, roadside.

Роль дорожных условий в возникновении дорожно-транспортных происшествий (ДТП) кажется относительно небольшой. Однако дорожные условия в целом являются существую-

щими обстоятельствами, оказывающими часто решающее влияние на возникновение аварийной ситуации и тяжесть последствий. Причинами ДТП, как правило, являются ошибки водителей в прогнозировании дорожной обстановки и «поведения» транспортного средства в сложившейся ситуации.

Установка дорожных ограждений на опасных участках автомобильных дорог является одним из самых действенных способов повышения пассивной безопасности [3, 5-7].

Теоретический анализ. Статистика дорожно-транспортных происшествий подтверждает высокую эффективность установки дорожных ограждений при условии обеспечения способности воспринимать расчётные нагрузки. Основные задачи, решаемые установкой дорожных ограждений, следующие:

- удержание на проезжей части автомобилей, потерявших управление;
- снижение тяжести последствий при наезде на препятствия, находящиеся в пределах земляного полотна;
- обеспечение зрительной ориентации водителей в сложных условиях.

При решении вопроса о необходимости установки дорожных ограждений исходят из условий, что ущерб от наезда автомобиля на ограждение ниже, чем при падении с высокой насыпи, моста или эстакады, или при столкновении автомобиля с препятствием [18].

Места установки дорожных ограждений определяются следующим образом: ограждения барьерного типа из железобетона, металла или синтетических материалов следует предусматривать на участках дорог I и II, а при интенсивности движения 2000 авт/сутки и более, достигаемые первые 5 лет эксплуатации и III категории:

- при высоте насыпи 3 м и более;
- наружной стороны кривых в плане с наименьшими радиусами при высоте насыпи более 2 м;
- с вогнутыми кривыми в продольном профиле, сопрягающими встречные уклоны с алгебраической разностью 50 ‰ и более;
- идущих параллельно (на расстоянии менее 25 м от проезжей части) оврагам и горным ущельям, а также расположенным на склонах крутизной более 1:3;
- в местах с недостаточной видимостью при изменении направления дороги в плане;
- на участке сложных пересечений и примыканий дорог в разных уровнях.

В действующем одновременно со СНиП П-Д.5-75 ГОСТ 23457-79 «Средства организации дорожного движения. Правила применения» места установки дорожных ограждений регламентированы так:

Ограждение первой группы должны устанавливаться:

- на мостах, путепроводах, эстакадах;

- вне населенных пунктов на разделительной полосе автомобильных при условиях, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Ограждение первой группы

Число полос движения в обоих направлениях	Наличие на разделительной полосе опор освещения	Номинальная перспективная интенсивность движения, тыс.авт./с при ширине разделительной полосы	
		3–4	5–6
4	отсутствуют	15	20
	имеются	10	15
6	отсутствуют	20	30
	имеются	15	35

- на обочинах дорог в пределах насыпей с крутизной откоса 1:1,5 и 1:2 при условиях, указанных в таблице 1;

- на обочинах дорог, расположенных на склонах местности крутизной более 1:3 (со стороны склона) при перспективной интенсивности движения не менее 2000 авт/сут;

- на обочинах дорог, расположенных параллельно водным потокам более 2 м, оврагам и горным ущельям, на расстоянии до 25 м от края проезжей части при перспективной интенсивности движения не менее 2000 авт/сут. и до 15 м при перспективной интенсивности движения менее 2000 авт/сут.;

- на обочине или разделительной полосе у опор путепроводов, деревьев с диаметром стволов более 10 см, консольных или арочных опор информационно-указательных дорожных знаков, расположенных на расстоянии менее 4 м от края проезжей части, при перспективной интенсивности движения не менее 2000 авт/сут [8-11].

Методика. Необходимо отметить, что СНиП III-40-78 «Правила производства и приёмка работ. Автомобильные дороги» не рассматривают методов сравнения соответствия выполненных участков дорожных ограждений типовому проекту и прочностных испытаний. Это несоответствие приводит к частым отступлениям в выполнении дорожных ограждений даже на дорогах высоких категорий. Обследование построенных участков дорог выявило многочисленные отступления от требований типового проекта [19].

Основные из них следующие:

1. Расстояние между столбиками ограждения составляет от 4,32 до 4,68 м вместо требуемых 4,0 м.
2. Столбы выполнены из железобетона 20x20 см вместо швеллера №16А.
3. Соединение стальной ленты осуществляется не на столбах, а в пролете (длина стальной

ленты 3000 мм вместо 4320 мм).

4. Высота ограждения не на всём протяжении соответствует требованиям нормативных документов (более 0,8 м), обычно в результате зарастания и загрязнения обочин высота ограждения составляет 0,5...0,7 м.

Испытания прочности дорожных ограждений, проведённые по методике, описанной ниже, показали большие отклонения деформирующих нагрузок от расчётных. Основной причиной несоответствия построенных участков дорожных ограждений требованиям типового проекта следует признать в требованиях к комплектующим изделиям [2, 12-14].

Таблица 2

Участки автомобильных дорог	Продольный уклон дороги, %	Перспективная интенсивность движения, тыс. авт/с не менее	Максимальная высота насыпи, м
Обочины прямолинейных участков дорог и закруглений в плане радиусом более 600 м	До 40	2	3,0
Обочина с внутренней стороны закругления дороги в плане с радиусом менее 600 м на спуске или после него			
Обочины прямолинейных участков дорог и закруглений дорог в плане с радиусом более 600 м	Более 40	2	2,5
Обочина с внутренней стороны закругления дороги в плане радиусом менее 60 м и на спуске или после него			
Обочина с внешней стороны закругления дороги в плане менее радиусом менее 600 м на спуске или после него	До 40		
Обочины на вогнутом закруглении дороги в продольном профиле с алгебраической разностью 50 % и более	-		
Обочина с величиной стороны закругления дороги в плане радиусом менее 600 м на спуске или после него	Более 40	0,2	2,0

Второй важной причиной, способствующей строительству дорожных ограждений не соответствующих требованиям дорожного движения [20], является отсутствие рекомендаций

по испытанию дорожных ограждений при приёмке выполненных работ и в процессе эксплуатации (после наезда на ограждение).

Были предложены и рассмотрены следующие методы проведения испытаний.

1. Испытание ограждения динамической нагрузкой, воздействующей по принципу маятника.
2. Испытание ограждения статической нагрузкой, равнозначной по воздействию расчётной динамической нагрузке.

Предложенная методика испытаний по 1 расчётной схеме (испытание динамической нагрузкой) заключалась в следующем (рисунок 1).

Груз массой m подвешенный на тросе длиной l , предполагалось отводить на расстояние A от вертикали и затем отпускать. Под действием силы тяжести груз опускается до соприкосновения со стальной лентой ограждения.

В связи с высокой энергией скользящего удара реального автомобиля при испытаниях предложено моделировать лобовой удар по ограждению с энергией, равной энергии составляющего удара, перпендикулярной ограждению.

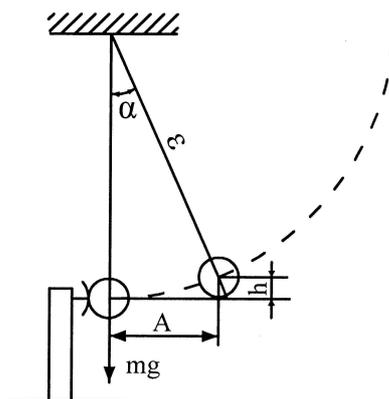


Рис. 1. Расчётная схема маятниковой установки для испытания ограждений динамической нагрузкой

Масса подвешенного груза и расстояние A отвода от вертикали необходимо подобрать таким образом, чтобы обеспечить необходимую энергию удара.

Потенциальная энергия груза массой m , повешенного на тросе длиной l и отведённого от вертикали на расстоянии A (поднятого на высоту h) может быть определена следующим образом

$$\Pi = mgl \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{A}{l} \right)^2} \right). \quad (1)$$

Если принять, что груз отводится от вертикали до горизонтального положения, то есть $A = l$, то в этом случае для достижения расчётной энергии удара, равной 126686 кгм/с^2 при

массе груза 1000 кг высота подвески груза (считая от середины стальной ленты) должна быть равна 12,91 м, при массе груза 2000 кг – 6,46 м, и при массе груза – 3000 кг – соответственно 4,31 м.

Инерционные силы, возникающие при ударе груза такой массы, существенно усложняют конструкцию испытательного устройства. В процессе испытаний необходимо полностью перекрывать движение по дороге из условия обеспечения безопасности участников движения [13-17]. Всё это заставляет отказаться от предлагаемой методики испытаний по 1 варианту.

Предлагаемая методика испытания дорожных ограждений по второй схеме (статической нагрузкой) заключается в следующем.

Параллельно ограждению на расстоянии 0,5...0,7 м от него устанавливается тяжёлый грузовой полностью загруженный автопоезд или дорожная машина (бульдозер, автогрейдер, скрепер и т.д.). Величину нагрузки фиксируют по показаниям манометра (рисунок 2)

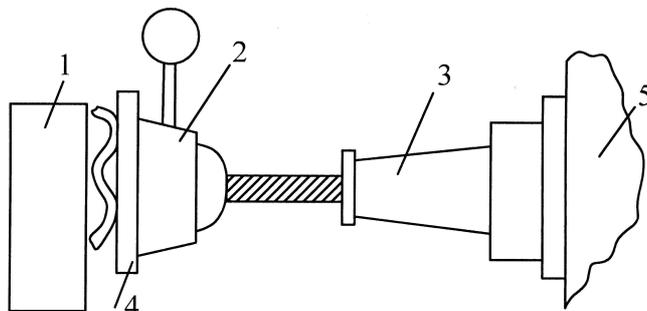


Рис. 2. Схема испытания дорожного ограждения статической нагрузкой: 1 – испытываемое ограждение; 2 – манометр; 3 – гидравлический домкрат; 4 – деревянные прокладки; 5 – рама тяжёлого автомобиля

Усилие, передающееся дорожному ограждению при наезде автомобиля под углом α , может быть определено лишь ориентировочно (рисунок 3).

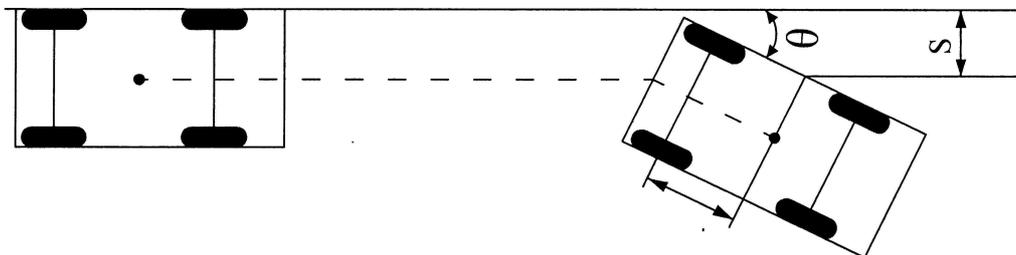


Рис. 3. Схема наезда автомобиля на дорожное ограждение

Предполагается, что автопоезд, наехавший на ограждение [1], будет скользить вдоль него передним колесом и одновременно поворачиваться вокруг точки контакта, пока не расположится вплотную к ограждению. Усилие, возникающее при наезде, определяют по ускорению поперечного перемещения автопоезда в направлении, перпендикулярном ограждению

$$\gamma = \frac{v_n^2}{2S} = \frac{v^2}{2e} \sin \alpha, \quad (2)$$

где v_n – перпендикулярная ограждению составляющая скорости наезжавшего автопоезда;

S – расстояние от точки, соответствующей центру тяжести автопоезда, до ограждения в момент удара;

e – расстояние от центра тяжести автопоезда до передней оси;

α – угол наезда автопоезда на ограждение.

При расчетных значениях $v=80$ км/ч, $\alpha=20^\circ$ для легкового автомобиля по справочникам значение можно принять равным 1,5 м.

В этом случае ускорение поперечного перемещения:

$$\gamma = \frac{22,22^2}{2 \cdot 1,5} \cdot 0,342 = 56,28 = 5,74g,$$

то есть ударная нагрузка, нормальная ограждению, при наезде легкового автомобиля, достигает более чем пятикратного веса.

Вывод. Учитывая деформацию стальной ленты ограждения при наезде, можно понять значение ударной силы несколько меньшей, полученной расчетом.

Зарубежные исследователи рекомендуют принимать в качестве расчётного поперечное ускорение, равное 5, из условия гарантии надёжной работы конструкции. Поэтому в качестве расчётной статической нагрузки, эквивалентной динамической от наезда легкового автомобиля на ограждение может быть принята нагрузка, равная 8200 кгс. Расчёты показывают, что расчётная нагрузка от наезда на ограждение автопоезда превышает нагрузку от наезда на ограждение легкового автомобиля и составляет 0,8 для обычных и 1,2 для горных условий [1].

Поэтому, учитывая, что задачей испытаний не является разрушение ограждения, в качестве расчётной при приёмке ограждения в эксплуатацию и в период эксплуатации может быть принята статическая нагрузка 8200 кгс.

Список литературы

1. Камусин А.А., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В. Лесовозные автопоезда: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов, магистров и бакалавров направления 250400 "Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств" по профилю "Лесоинженерное дело"; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учре-

ждения высш. проф. образования "Московский гос. ун-т леса". – М., 2012. – 268 с.

2. Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В. Критерии качества управления светофорной сигнализацией // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем управления лесного комплекса: межвузовский сборник научных статей. – Воронеж: «ВГЛТА», 2007. – С. 179-181.

3. Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В., Сухов Д.Ю. Имитационное моделирование транспортного потока для оценки транспортно-эксплуатационных характеристик лесовозных автомобильных дорог // Системы управления и информационные технологии. – Воронеж, 2008. - № 3.2 (33). – С. 276-278.

4. Кондрашова Е.В., Скрыпников А.В., Курьянов В.К. Оценка влияния эксплуатационных условий лесовозных автопоездов на безопасность их движения в САПР // Лес. Наука. Молодежь ВГЛТА - 2002: сб. материалов по итогам научно-исследовательской работы молодых ученых Воронежской государственной лесотехнической академии за 2001-2002 годы. – Воронеж: ВГЛТА. – Воронеж, 2002. – С. 175-181.

5. Кондрашова Е.В., Скрыпников А.В., Скворцова Т.В. Модель определения экономических границ зон действия поставщиков материалов в условиях вероятностного характера дорожного строительства лесовозных автомобильных дорог // Фундаментальные исследования. 2011. - № 8-2. – С. 379-385.

6. Курьянов В.К., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В. Пропускная способность регулируемого перекрестка // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвузовский сборник научных трудов / под ред. В.И. Посметьева. – Воронеж, 2007. – С. 201-203.

7. Курьянов В.К., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В. Управление, основанное на средних характеристиках транспортного потока // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвузовский сборник научных трудов. / под ред. В.И. Посметьева. – Воронеж, 2007. – С. 204-209.

8. Курьянов В.К., Рябова О.В., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В. Условия труда водителей автомобилей. Профессиональный отбор // Проблемы и перспективы лесного комплекса: материалы межвузовской научно- практической конференции. – Воронеж, 2005. – С. 234-237.

9. Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В. Комплексное моделирование процесса функционирования автомобильных лесовозных дорог в САПР.– Деп. В ВИНТИ № 1088-В2004 24.06.2004. – 73 с.

10. Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В. Рекомендации по проектированию элементов поперечного профиля на кривых в плане при движении автомобильных поездов //

Деп. В ВИНТИ № 1450-B2002 07.08.2002. – 30 с.

11. Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Автоматизированный расчет расстояния видимости в плане и профиле. – Деп. В ВИНТИ №1670-B2004 от 25.10.2004. – 16 с.

12. Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Автоматизированный расчет загрязнения атмосферы токсичными компонентами отработанных газов // Деп. В ВИНТИ № 561-B2003 28.03.2003. – 32 с.

13. Курьянов В.К., Скрыпников А.В., Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Математическая обработка результатов полевых измерений при нивелировании для оценки транспортно-эксплуатационных качеств лесовозных автомобильных дорог. – Деп. В ВИНТИ № 248-B2005 21.02.2005. – 19 с.

14. Логачев В.Н., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Математическая модель процессов загрязнения почв и растений придорожной полосы лесных автомобильных дорог // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. - № 2. – С. 121.

15. Рябова О.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В., Скрыпников А.В. Оценка и прогнозирование экологического состояния придорожной полосы в зимний период. – Деп. В ВИНТИ № 1404-B2005 31.10.2005. – 67 с.

16. Рябова О.В., Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Расчет экономической эффективности схем организации работ по зимнему содержанию автомобильных дорог при оценке транспортно-эксплуатационных свойств в системе автоматизированного проектирования. – Деп в ВИНТИ № 1316-B2005 14.10.2005. – 35 с.

17. Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Влияние дорожных условий на режимы движения лесовозного автотранспорта // Международный журнал экспериментального образования, 2010. - №10. – С. 92-94.

18. Скворцова Т.В., Кондрашова Е.В. Математическая модель режимов движения транспортных потоков на лесовозных автомобильных дорогах // Информационные технологии моделирования и управления. – 2010. - №3(62). – С. 341-347.

19. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Алгоритм поиска оптимального транспортного плана с оптимизацией вывозки лесопродукции // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. - № 9. – С. 34-41.

20. Скрыпников А.В., Кондрашова Е.В., Скворцова Т.В. Комплексное моделирование процесса функционирования дороги в системе автоматизированного проектирования // Транспорт Урала, 2008. - № 4. – С. 6-9.

Рецензенты:

Яковлев К.А., д.т.н., доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж;

Волков В.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автомобилей и сервиса ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж.