DOI: 10.34220/ITRT2021_51-55

УДК 656.138

Середин Г. В.

преподаватель кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, РФ

Бородкин В. О.

преподаватель кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, РФ

Швырёв А. Н.

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, РФ

Бухтояров В. Н.

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, РФ

Голев А. Д.

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и правовых отношений Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г. Ф. Морозова, РФ

Seredin G. V.

lecturer production, department maintenance and operation of machines, "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Borodkin V. O.

lecturer production, department maintenance and operation of machines, "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Shvyriov A. N.

Ph. D., associate professor of production, repair and operation of cars Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Bukhtoyarov V. N.

Ph. D., associate professor of production, repair and operation of cars Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Golev A. D.

Ph. D., Associate Professor, Associate Professor production, department of Life Safety and Legal Relations "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, RF

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ТОРМОЖЕНИЯ

RESEARCH ON THE EFFECTIVENESS OF THE ACTION AUTOMATED BRAKING SYSTEMS

Ключевые слова: автомобильный транспорт, тормозная система, автоматизация, датчики, столкновение транспортных средств, безопасность движения.

Аннотация: в современном мире все большее внимание уделяется безопасности движения. Для этих целей на современный автомобиль устанавливается большое количество электронных помощников. Среди них наибольшее значение имеют системы предупреждения водителя о возможном столкновении с впереди идущим транспортным средством и системы автоматического торможения. В статье рассматриваются методы испытания этих систем.

Keywords: road transport, braking system, automation, sensors, vehicle collision, traffic safety.

Annotation: in the modern world, more and more attention is paid to traffic safety. For this purpose, a large number of electronic assistants are installed on a modern car. Among them, the most important are the driver's warning systems about a possible collision with the vehicle in front and the automatic braking systems. The article discusses the methods of testing these systems.

С выходом на рынок транспортных средств, обладающих функциями частичной автоматизации и несущих потенциальную опасность на дорогах, появилась необходимость разработки соответствующих им предписаний. В 2002 году был введен в действие международный стандарт ISO 15623 «Transport information and control systems – Forward vehicle collision warning systems – Performance requirements and test procedures (Системы информации и управления на транспорте. Системы оповещения о столкновении с идущим впереди автомобилем. Требования к эксплуатационным характеристикам и методы испытаний)». В 2013 году появился стандарт ISO 22839 «Intelligent transport systems. Forward vehicle collision mitigation systems. Operation, performance, and verification requirements (Интеллектуальные транспортные системы. Системы снижения тяжести последствий от столкновения с движущимся впереди транспортным средством. Работа, эксплуатационные характеристики и требования к проверке)», и вступили в силу в качестве приложения к Женевскому соглашению Правила ООН № 131 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств в отношении опережающих систем экстренного торможения (ОСЭТ), разработка которых велась с 2009 года [1, 2].

На основе вышеуказанных международных стандартов в 2017 году в РФ выпущены два стандарта ГОСТ Р ИСО, содержащих требования к системам предупреждения и смягчения тяжести последствий от столкновения с впереди идущими транспортными средствами. Сами требования и их состав не отличаются от предписаний, установленных оригинальными документами (ISO).

В настоящее время в рамках КВТ ЕЭК ООН ведутся работы по подготовке Правил ООН в отношении СОЭТ для транспортных средств категорий M_1 и N_1 , предупреждающей наезды на транспортные средства, пешеходов и велосипедистов.

Действующими нормативными документами, устанавливающими требования и методы испытаний по оценке систем опережающего экстренного торможения невозможно охватить все дорожные условия и особенности инфраструктуры различных регионов эксплуатации транспортных средств. Реальные условия и особенности на практике не должны приводить к возникновению аварийных ситуаций, вследствие некорректной работы системы, а также обуславливать ложные предупреждения или неоправданное торможение в такой степени, что это стимулировало бы водителя к отключению СОЭТ [3-5].

Международный стандарт ИСО 15623-2017 устанавливает требования к характеристикам и процедурам испытаний систем, имеющих функции предупреждения водителя о возможном столкновении с впереди идущим транспортным средством (FVCWS). Стандарт распространяется на легковые и грузовые автомобили, автобусы, мотоциклы.

Системы FVCWS классифицируются в соответствии с радиусом кривизны дороги:

- системы Класса I – должны иметь способность обнаруживать цель на траектории движения данного автомобиля на участках дороги с радиусом кривизны до 500 м;

- системы Класса II – должны иметь способность обнаруживать цель на траектории движения данного автомобиля на участках дороги с радиусом кривизны до 250 м;

- системы Класса III – должны иметь способность обнаруживать цель на траектории движения данного автомобиля на участках дороги с радиусом кривизны до 125 м.

Система FVCWS должна выдавать предупреждение об опасности столкновения, когда требуется замедление, превышающее пороговое значение $\alpha_{reg} \leq 0,68 \text{ g}$ с учетом времени реакции водителя $\tau_{resp} \geq 0,8 \text{ с}$.

Минимальное требуемое расстояние до цели определяется исходя из времени реакции $\tau_{resp} = 0,8 \text{ с}$ и замедления $\alpha_{reg} = 6,67 \text{ м/с}^2$:

$$X_{c \min} = \frac{V_r^2}{2(6,67 - \alpha_{TV})} + 0,8V_r \quad (1)$$

где V_r – относительная скорость транспортного средства, м/с; α_{TV} – замедление автомобиля – цели, м/с².

Способность распознавания цели

1) Распознавание цели в продольном направлении.

Если имеются два или более транспортных средств, находящихся впереди в зоне обнаружения, то система должна выбрать транспортное средство, которое ближе всего к используемому транспортному средству и траектории его движения.

2) Распознавание цели в поперечном направлении.

Если имеются два или более движущихся впереди транспортных средств на траектории движения испытуемого транспортного средства или соседней к ней, система должна выбрать транспортное средство, находящееся на траектории движения, в качестве транспортного средства – цели.

3) Распознавание объектов, расположенных сверху.

Объекты, расположенные сверху на высоте более 4,5 м над уровнем проезжей части, система не должна распознавать в качестве транспортного средства – цели.

1) Испытания по определению дальности обнаружения.

Испытуемое транспортное средство и транспортное средство – цель движутся по одной и той же полосе на прямом участке дороги. Цель движется со

скоростью (8 ± 1) м/с. Испытуемое транспортное средство движется со скоростью (20 ± 2) м/с. Измеренное расстояние предупреждения должно быть больше или равно расстоянию, рассчитанному по формуле 1.

2) Испытания по определению точности расстояния предупреждения.

Стандартная цель должна находиться в зоне обнаружения, а испытуемое транспортное средство должно двигаться к цели на скорости 20 м/с.

Должны быть измерены два значения времени: t_0 – фиксируется в точке, в которой расстояние до цели равно d ; t_1 – фиксируется в точке, где выдается предупреждение.

Расстояние предупреждения рассчитывается как:

$$D = d - V(t_1 - t_0) \quad (2)$$

Величина D сравнивается с дистанцией предупреждения, указанной производителем. Расстояние предупреждения по точности должно составлять ± 2 м или ± 15 % для неадаптивных систем предупреждения в 70 % повторных испытаний. Количество повторных испытаний должно быть не менее 7.

3) Испытания по оценке способности распознавания цели.

Испытания проводятся при движении транспортных средств. Испытания завершаются, когда транспортное средство формирует предупреждение.

4) Распознавание цели в продольном направлении.

Две цели движутся со скоростью 20 м/с в одном коридоре, таким образом, чтобы ближняя к объекту испытаний цель не маскировала дальнюю цель. Испытуемое транспортное средство движется вслед за двумя целями со скоростью 20 м/с. Промежуток времени между двумя целями должен быть равен $\tau_{min} = 0,6 \pm 0,1$ с. Промежуток времени между испытуемым транспортным средством и ближайшей целью должен быть не менее $\tau_{max} \geq 1,5$ с.

Испытуемое транспортное средство разгоняют до тех пор, пока система не выдает предупреждение о столкновении. После этого, испытуемое транспортное средство замедляют (притормаживают) до момента достижения того же промежутка времени $\tau_{max} \geq 1,5$ с, и оно движется за автомобилем – целью с той же скоростью 20 м/с.

Через несколько секунд, ближайшая цель замедляется до скорости, при которой испытуемое транспортное средство выдаст предупреждение о столкновении.

5) Распознавание цели в поперечном направлении.

Испытуемое транспортное средство и цель двигаются с одинаковой скоростью 20 м/с с временным интервалом $\tau_{max} \geq 1,5$ с.

Боковое смещение продольной оси испытуемого транспортного средства относительно продольной оси цели должно быть не менее 0,5 м.

Впереди параллельно цели движется транспортное средство – помеха с одинаковой скоростью 20 м/с. Расстояние между продольными линиями транспортного средства и цели должно быть $(3,5 \pm 0,25)$ м. Ширина транспортного средства и цели должна быть в пределах $(1,4 \div 2,0)$ м.

Через несколько секунд, впереди идущее транспортное средство замедляется до скорости, которая значительно ниже, чем скорость испытуемого транспортного средства и цели.

Во время прохождения испытуемого транспортного средства, рядом с транспортным средством – помехой не должно выдаваться предупреждение о столкновении. Затем, через несколько секунд, транспортное средство – цель замедляется, чтобы испытуемое транспортное средство сформировало предупреждение о столкновении.

На основании вышеописанного можно сделать вывод, что эффективность действия систем автоматического торможения включают следующие виды испытаний: испытание по определению характеристик системы; испытание по определению зоны обнаружения СОЭТ; испытание по определению способности распознавания цели; испытания на предупреждение и автоматическое торможение, набор испытаний на выявление сбоя в работе, отключение и ложное реагирование.

Список литературы

1. Кучерова, А. А. Системы автоматического торможения / А. А. Кучерова, Р. В. Николаева // Техника и технология транспорта. 2017. № 2 (3). – С. 12-16.
2. Суракатов, Н. С. Анализ состояния и перспективы развития нормативной базы, регламентирующей пассивную безопасность легковых автомобилей / Н. С. Суракатов, Э. З. Батманов / Научные исследования : итоги и перспективы. 2020. Т. 1. № 4. – С. 69-79.
3. Борисов, А. И. Влияние тормозных систем автомобилей на безопасность движения / А. И. Борисов, А. Ю. Галактионов, М. В. Исаева // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2007. Т. 7. № 12. – С. 50-53.
4. Bukhtoyarov, V. N. Safe environment for pedestrians participating in public events / V. N. Bukhtoyarov, S. V. Dorokhin, V. A. Ivannikov, A. N. Shvyriov, K. A. Yakovlev // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. VIII International Scientific Conference Transport of Siberia. 2020. С. 012060.
5. Дорохин, С. В. Безопасность на дорогах : проблемы и решения / С. В. Дорохин, В. В. Терентьев, К. П. Андреев // Мир транспорта и технологических машин. 2017. № 2 (57). – С. 67-73.