

Таким образом, при определенном соотношении тормозных сил у седельного автопоезда возможно одновременное блокирование колес всех осей, соответствующее коэффициенту сцепления φ_o .

Для седельных автопоездов предлагается применять ту же общую методику выбора соотношения тормозных сил на осях, что и для одиночного автомобиля, согласно которой при низком коэффициенте сцепления φ_{\min} и высоком φ_{\max} должны быть обеспечены одинаковые значения коэффициентов использования сцепного веса m . Для этого надо сначала определить коэффициент сцепления φ_o , соответствующий одновременному блокированию всех осей, из квадратного уравнения:

$$k_1 \varphi_i^2 + k_2 \varphi_o + k_3 = 0. \quad (4)$$

Коэффициенты k_1 , k_2 и k_3 равны [1]:

$$\begin{aligned} k_1 &= a_n h_k (G h_c + G_n h_{cn}); \\ k_2 &= G [b(L_n h_{cn} - b_n h_k) + a_n h_c (L_n - \varphi_{\min} h_k)] + \\ &+ G_n [L_n h_{cn} - b_n h_k + a_n h_k (b_n - \varphi_{\min} h_{cn})]; \\ k_3 &= G [\varphi_{\max} b(b_n h_k - L_n h_{cn}) - \varphi_{\min} a_n L_n h_c] + \\ &+ G_n \left[\varphi_{\max} b_n \left(b_{nk} \frac{l}{L_n} h_{kn} - h \right) - \right. \\ &\left. - \varphi_{\min} a_n \left(b_n h_k + l h_{cn} - b_n \frac{l}{L_n} h_k \right) \right], \quad (6) \end{aligned}$$

где G и G_n – соответственно силы тяжести тягача полуприцепа, Н.

Затем по полученному φ_o находят β_1 , β_2 и β_3 из выражений (1–3).

Максимальные тормозные моменты на осях рассчитываются из условия опережающего блокирования колес оси полуприцепа при высоком коэффициенте сцепления. Максимальный момент на оси полуприцепа $M_{\epsilon 3 \max}$ при этом равен:

$$M_{\epsilon 3 \max} = \frac{G_n a_n \beta_3 \varphi_{\max} r_o}{\beta_3 L_n + \varphi_{\max} \left[h_{enk} \frac{G_n}{G + G_n} - h \left(\frac{G_n}{G + G_n} - \beta_3 \right) \right]}. \quad (7)$$

Максимальные тормозные моменты на остальных осях определяются на основании полученных ранее значений коэффициентов тормозных сил.

Использование в конструкции автопоездов полученных зависимостей позволит повысить не только устойчивость, но и эффективность торможения.

Список литературы

1. Гредескул А.Б. Динамика торможения автомобиля. Автореферат дис. ... докт. техн. наук. Москва, 1964. – 32с.

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛОНН

¹Сулейманов К.Э., ²Свиридов Е.В.

¹Пермский военный институт внутренних войск МВД России, Пермь, e-mail: kupa@beksuleimanov@yandex.ru;

²Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

Тема безопасности эксплуатации автомобильной техники, в части касающейся безопасности дорожного движения, всегда является актуальной.

При этом анализ ДТП по способу движения машин при их совершении показывает, что в 2014 году 58% от всего количества ДТП, совершенных транс-

портом силовых структур допущено при движении машин в колонне.

Исходя из этого, устранение причин аварийности выступает сегодня одним из главных государственных приоритетов в защите человека, его здоровья и имущественных интересов.

В настоящее время наряду с вопросами исключения «человеческого фактора» реализуются мероприятия по оборудованию проезжей части и прилегающей территории различными элементами повышения безопасности дорожного движения. Особое внимание обращено на повышение уровня технического состояния транспортных средств, их активной и пассивной безопасности.

Одним из очевидных путей повышения подвижности и безопасности движения автомобильной техники является ее оснащение бортовыми автоматизированными системами управления движением вообще и, в частности, системами предупреждения столкновений автомобилей (СПСА).

Основное назначение систем предупреждения столкновений – исключить ошибки субъективного восприятия водителем дорожной ситуации, оказать водителю помощь в управлении автомобилем в критических ситуациях. При малом времени срабатывания, они в значительной степени решают задачи не только предупреждения ДТП, но и более полной реализации потенциальных скоростных возможностей транспортных средств, сокращения дистанции между автомобилями в колонне без нарушения условий безопасности движения. Кроме того, работоспособность большинства таких систем не зависит от времени суток и атмосферных явлений, что позволит уменьшить количество столкновений в неблагоприятных для водителя условиях.

В основе критерия функционирования СПСА лежит дистанция безопасности до препятствия, под которой понимается минимальная дистанция до препятствия движению (в частности, до лидирующего автомобиля), при достижении которой в случае наличия относительной скорости должно быть начато торможение.

Современное состояние и перспективное развитие малогабаритных радиолокационных систем, а также систем управления элементами конструкции автомобиля позволяет перейти к разработке СПСА на новом, более высоком уровне. Однако остается нерешенным вопрос алгоритмизации бортового вычислительного устройства (БВУ) СПСА в соответствии со всеми режимами движения автомобилей.

Рассматриваемые ранее математические выражения для расчета безопасной дистанции между двумя автомобилями, двигающимися в попутном направлении, распространялись исследователями на все звенья транспортного потока (колонны). Эти же уравнения закладывались в виде алгоритма функционирования в БВУ СПСА. Однако в случае наезда на неподвижное препятствие автомобилем-лидером без предпринятой попытки остановки, вероятность столкновения базового автомобиля возрастает настолько, что избежать ДТП очень трудно. Это объясняется тем, что при расчете безопасной дистанции считается, что автомобиль-лидер останавливается не мгновенно, а имеет определенный остановочный путь. Величина остановочного пути есть функция нескольких переменных $S=f(v, \varphi, t)$, таких как скорость v , коэффициент сцепления колес с опорной поверхностью φ и время реакции (задержки) системы t .

Запас безопасной дистанции S компенсирует неточности работы системы и в идеале соответствует конечному расстоянию между автомобилями после

полной их остановки. Вероятность совершения ДТП в рассмотренном случае можно было бы свести к минимуму при функционировании СПСА, если увеличить значение запаса безопасной дистанции. Но в этом случае система станет необоснованно осторожной, что приведет к увеличению дистанции между автомобилями и растяжению колонны в целом.

Как показывает теоретическое исследование [1], рассмотрения модели из двух автомобилей в качестве базы для алгоритма функционирования СПСА недостаточно. Необходимо предвидеть ситуацию «на шаг вперед» и учитывать при расчете безопасной дистанции параметры движения не только автомобиля-лидера, как потенциально-опасного объекта (ПОО), но и наличие ПОО перед «лидером» и его параметры движения.

Для описания уравнения расчета безопасной дистанции в соответствии с обозначенными требованиями необходимо построить модель движения трех автомобилей друг за другом. Обозначим индексом 1 – автомобиль-лидер, индексом 2 – базовый автомобиль, а индексом 0 – автомобиль, расположенный впереди лидера. На рис. 1 представлена схема движения колонны из двух автомобилей следующих в попутном направлении за ПОО.

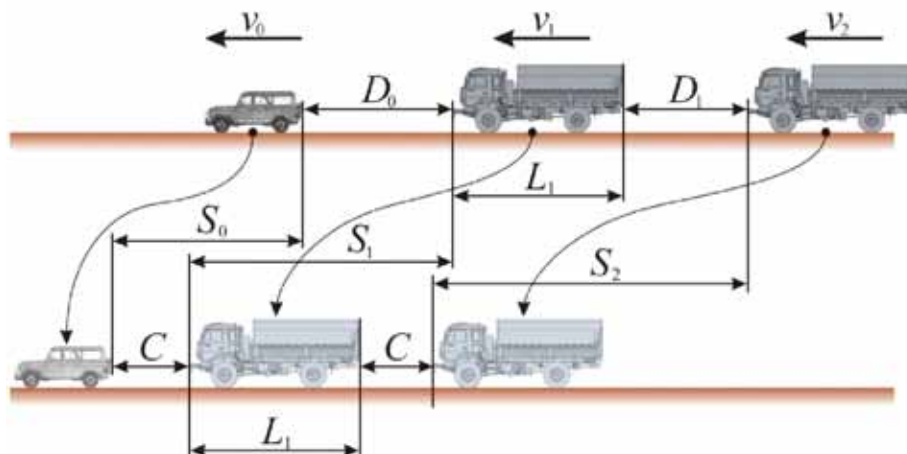


Рис. 1. Геометрическая модель движения автомобилей в колонне

Для описания уравнения безопасной дистанции между автомобилями в колонне с учетом параметров движения всех трех автомобилей как базового звена колонны необходимо последовательно разрешить геометрическую систему, показатели времени и скорости на которой представлены в виде пройденного объектами пути.

Сумма пройденных двумя автомобилями отрезков пути описывается геометрическим равенством:

$$D_0 + S_0 = S_1 + C_0. \quad (1)$$

Из равенства (1) следует уравнение расчета безопасной дистанции для двух автомобилей:

$$D_0 = S_1 - S_0 + C_0. \quad (2)$$

При дальнейшем описании модели с учетом параметров движения трех автомобилей следует использовать такое понятие, как динамический габарит машины, компонентами которого являются остановочный путь и длина автомобиля.

Геометрическое равенство путей отрезков трех автомобилей выглядит следующим образом:

$$D_1 + L_1 + D_0 + S_0 = S_2 + C_1 + L_1 + C_0. \quad (3)$$

Тогда выражение безопасной дистанции имеет вид:

$$D_1 = S_2 - S_0 - D_0 + C_1 + C_0. \quad (4)$$

С целью обеспечения возможности дальнейшего перестроения и продолжения движения автомобильной техники при выходе из строя одного из объектов движения, целесообразно принять запас безопасной дистанции $C_1 = C_0 = C = 5$ метров. Тогда уравнение расчета безопасной дистанции в общем имеет вид:

$$D_1 = S_2 - S_0 - D_0 + 2C. \quad (5)$$

Подставив выражение (2) в уравнение (4) получаем, что

$$D_1 = S_2 - S_0 - (S_1 - S_0 + C_0) + 2C. \quad (6)$$

После математических преобразований уравнение расчета безопасной дистанции для базового автомобиля и лидера приобретает вид:

$$D_1 = S_2 - S_1 + C. \quad (7)$$

Уравнение расчета безопасной дистанции (2) для лидера и движущегося перед ним автомобиля, а так-

же уравнение расчета безопасной дистанции (7) для базового автомобиля и лидера идентичны.

В развернутом виде уравнение расчета безопасной дистанции между автомобилями в колонне представлено следующим выражением:

$$D_0 = v_1 t + 2g(1 - 0,98 \ln(v_1))\varphi - v_0 t + 2g(1 - 0,98 \ln(v_0))\varphi + C. \quad (8)$$

Анализируя возможные дорожные ситуации при попутном движении в колонне, можно выделить три основных условия, определяющих величину остановочного пути лидера:

- а) ПОО перед автомобилем-лидером отсутствует или движется со скоростью, близкой к скорости колонны, причем расстояние до него превышает расчетную безопасную дистанцию;
- б) дальность до ПОО меньше безопасной дистанции;
- в) ПОО представлен в виде неподвижного препятствия.

При учете условий указанных дорожных ситуаций необходимо пересмотреть значение параметра остановочного пути автомобиля-лидера S_1 . Для ре-

ализации данного подхода необходимо в уравнение безопасной дистанции ввести понятие расчетного остановочного пути лидера S_{1R} .

Исходя из вышесказанного, СПСА должна функционировать в соответствии с комплексным алгоритмом, представленным на рис. 2. В расчете безопасной дистанции участвуют три группы исходных данных.

Со стороны автомобиля-лидера СПСА базового автомобиля принимает первую группу данных: дальность от лидера до ПОО – D_{1f} (м); скорость лидера – v_1 (м/с); относительную скорость между лидером и ПОО – $v_{1отн}$ (м/с).

Радиолокационная СПСА измеряет дальность до лидера – D_{2f} (м); собственную скорость – v_2 (м/с); относительную скорость между базовым автомобилем и лидером – $v_{2отн}$ (м/с), что составляет вторую группу данных.

Третья группа данных, в которую входит коэффициент сцепления колес с опорной поверхностью $\varphi = 0,1 \dots 0,9$; время реакции системы $t = 1 \dots 3$ с и запас безопасной дистанции $C = 3 \dots 6$ м, вводится в БВУ вручную.

производит расчет искомой величины безопасной дистанции для базового автомобиля. Полученное значение сравнивается с показателем дальности до автомобиля-лидера, и в случае нарушения условия безопасности подается сигнал об опасности и осуществляется автоматическое торможение.

Известно, что наиболее распространенное и действенное в настоящее время ограничение скоростей движения транспортных средств в колонне для выполнения требований безопасности находится в противоречии с требованиями подвижности колонны. Соответственно, информационно-управляющая система автомобилем, включающая СПСА, является одним из перспективных направлений улучшения управляемости и устойчивости автомобильной техники при движении в колонне, ее использование позволит повысить средние скорости движения военных автомобильных колонн при снижении вероятности ДТП.

Список литературы

1. Ляхова В.В., Свиридов Е.В. К вопросу установки автоматизированной системы управления движением машин в колонне с учетом кумулятивных задержек реакций водителей // Проблемы функционирования систем транспорта: материалы всерос. науч. – практ. конф.

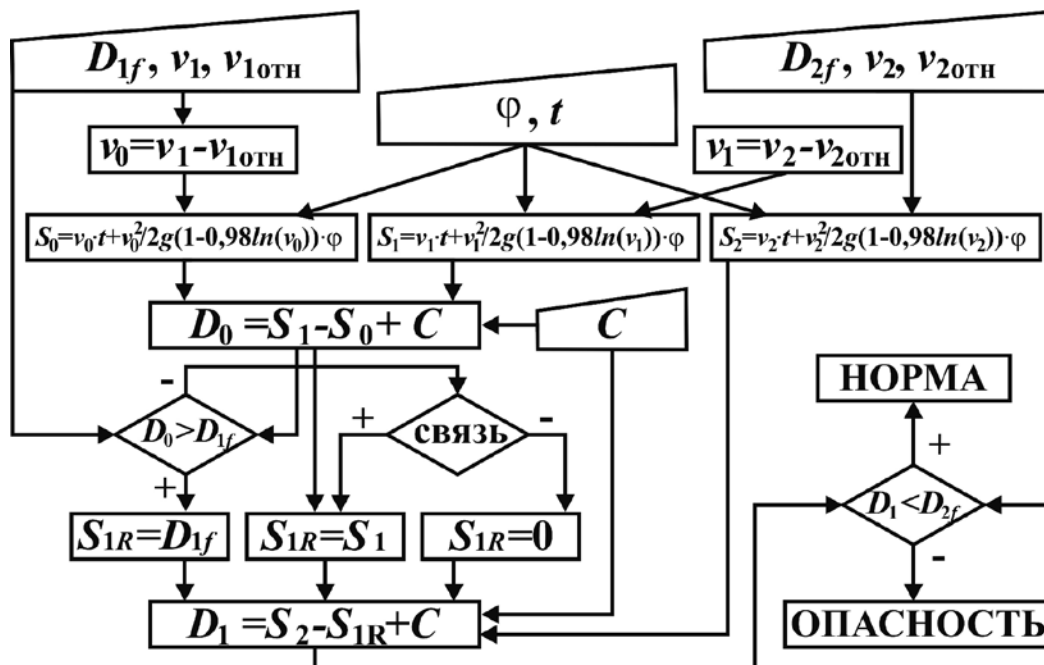


Рис. 2. Комплексный алгоритм функционирования СПСА

Расчет промежуточных результатов величины остановочного пути для базового автомобиля, лидера и ПОО ведется параллельными потоками. Далее рассчитывается величина безопасной дистанции между лидером и ПОО. В случае нарушения условия безопасности для автомобиля-лидера, когда $D_0 > D_{1f}$, величина расчетного остановочного пути примет значение $S_{1R} = D_{1f}$. При соблюдении условия безопасности, когда $D_0 \leq D_{1f}$, величина расчетного остановочного пути примет значение $S_{1R} = S_1$.

В случае отсутствия либо нарушения канала передачи информации с автомобиля-лидера, СПСА предполагает, что перед лидером может неожиданно появиться неподвижный ПОО, определив тем самым мгновенную остановку лидера. Этот факт обязывает расчетной величине остановочного пути лидера присвоить нулевое значение $S_{1R} = 0$. Используя соответствующие значения промежуточных результатов, БВУ

студентов, аспирантов и молодых ученых (с междунар. участием) / Тюмен. нац. гос. ун-т. – Тюмень, 2014. – Т. 1. – С. 350-354.

2. Свиридов Е.В., Ляхова В.В. К вопросу обеспечения безопасности движения военных автомобильных колонн // Евразийский союз ученых (ЕСУ). – М., 2014. – № 8. – Ч. 8. Технические науки. – С. 126-128.

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ С ИЗМЕНЯЕМЫМИ КООРДИНАТАМИ ЦЕНТРА МАСС

¹Фролов А.А., ²Свиридов Е.В.

¹Пермский военный институт внутренних войск МВД России, Пермь, e-mail: marinasolnce1993@inbox.ru;

²Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

Движение транспортного средства (ТС) по дороге с поперечным уклоном (косогором, выражаем) или с радиусом кривизны связано с появлением попереч-