

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА
КАТЕДРА "ТРАНСПОРТНА ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ"

"ТРАНСПОРТ, ЭКОЛОГИЯ - УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ"

XIII НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ С
МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ



ЕКОВАРНА '2007
10 - 12 Май 2007

уравнения на двигателя от типа Д3900, Виктор Чириков			
67. Анализ эмисии дисперсных частиц с отработавшими газами дизелей, А.Р.Кульчицкий, А.Н.Гоц	500	91. Numerical prediction of pollution dispersion in urban canopies of megalopolis, A Avershin, A Khandrimailov, O Shipenko, Yu Starodubtsev, V Solodov	652
68. Моделирование эксплуатационных режимов работы тракторных дизелей, А.Н. Гоц	508	92. Рекламата върху превозните средства, Велизара Пенчева, Асен Асенов	660
69. Ускоренные испытания демпферов крутильных колебаний на долговечность, А.Н.Гоц	513	93. Определение вертикальных нагрузок на колеса автопоезда, Поляков В. Приходченко Д	668
70. Двигатели для средств малой механизации и их особенности, А.Н.Гоц, В.В.Эфрос	520	94. Повышение эффективности транспортных машин путем определения их экономической целесообразности, Бажинов А.В., Власенко Л.С.	676
71. Определение коэффициента устойчивости автомобиля против заноса при регулировании распределения тормозных сил между бортами, Подригало М.А., Павленко В.Н.	528	95. Спектральное представление вибрационных процессов электромеханической трансмиссии большегрузного автомобиля	680
72. Анализ системы подготовки водителей транспортных средств в тамбовской области, А.О.Хренников	534	96. Совершенствование методов и средств диагностирования автомобилей на специальных стендах, Ю.В.Горбик	688
73. Air change flow pattern in diesel cylinder during the admission and compression stroke, A.A.Khandrymailov, V.G.Solodov	539	97. К вопросу загазованности атмосферного воздуха в Украине, Мастепан С.Н., Михно М.В.	694
74. Экспресс-диагностика форсунок впрыска легких топлив, Браилчук А.	548	98. Дизлектрическая проницаемость моторных масел, А.Б.Григоров, П.В.Карножицкий, И.С.Наглюк, М.И.Наглюк	701
75. Снижение стабильности выходных характеристик тормозного управления легкого автомобиля при эксплуатации, Волков В.	553	99. Учет моментов инерции автомобильных колес в задачах диагностики тормозных и тяговых свойств, Э.Х.Рабинович, В.А.Зуев	709
76. Нормативно-методическое обеспечение проверки тормозных систем на стендах с беговыми барабанами, И.А.Мармут	556	100. Исследование испарения и горения капель жидких топлив при обработке внешним электрическим полем, Селиванов С.Е., Литовка С.В.	716
77. Проблемы диагностирования цилиндро-поршневой группы автомобильных двигателей, Сараева И.Ю.	563	101. Повышение надежности объемных гидроприводов путем подбора рациональной микрогеометрии трибосопряжений, Косолапов В.Б., Литовка С.В.	722
78. Методика исследования наезда на пешехода в условиях ограниченной обзорности, В.И.Клименко, А.В.Сараев	569	102. Определение термоаналитических характеристик бинарных альтернативных топлив растительного происхождения, С.Е.Селиванов, М.И.Кулик	731
79. Модели формирования портфеля проектов развития автомобильных дорог и планирования их реализации, Нефедов Л.И., Бабенко Е.П.	579	103. Изотермический распад аустенита в чугунах с вермикулярным графитом, модифицированном РЗМ-содержащей лигатурой, Л.Костина	735
80. Информационная технология экологической экспертизы автотранспортного предприятия, Нефедов Л.И., Петренко Я.А., Кошкар Ю.Ю.	588	104. Совершенствование технологии получения чугунов отливок корпусных деталей машин, Гладкий И.П., Мощенок В.И., Глушкова Д.Б., Тарабанова В.П.	741
81. Адаптивное светофорное управление транспортными потоками на перекрестке, Нефедов Л.И., Запорожцев С.Ю.	594	105. Математическое моделирование процесса нагнетания горючего в дизельного двигателя с учетом влияния на местное изнашивание на помпные элементы, Александр Стоянов	748
82. Определение устойчивости автомобиля против заноса при движении накатом, Подригало М.А., Клец Д.М.	600	106. Методы за контроль и диагностика нагнетания горючего в дизельного двигателя, Александр Стоянов	756
83. Перспективы применения магнитно-импульсной обработки меллов в автомобильном сервисе, Сериков Георгий	608	107. По поводу вопроса за осигуреност на регион Русе с товарни автомобили, Велизара Пенчева, Асен Асенов	764
84. Схемные решения и особенности конструкции гибридных автомобилей, О.П.Смирнов, А.О.Смирнова	613	108. Логистика в транспорта, Велизара Пенчева, Димитър Симеонов, Асен Асенов	772
85. Альтернативные возможности стендов контроля параметров установки управляемых колес, Бабенко Ирина Алексеевна	620	109. Диагностика электрооборудования транспортных средств по электромагнитной обстановке, Гнатов А.В.	780
86. Идентификация динамических параметров подвески многоосного автотранспортного средства, Рожков П.П., Рожкова С.Э.	624	110. Альтернативни спомагателни енергийни агрегати за транспортни летателни апарати, Владимир Сербезов	789
87. The effect of relief and roadside vegetation on side gusts on the highways, A.Avershin, Yu.Starodubtsev, V.Solodov	630	111. Изследване на влиянието на въздушното отношение върху скоростта на горене и разпространението на пламъка в опитна горючна камера с постоянен обем, Росен Христов	798
88. Изследване характеристиките на хидродинамичен динамометър с обратен наклон на лопатките, Стефан Стефанов	636	112. Изследване на влиянието на степента на съгъстяване върху мощността икономическите и екологични показатели на двигател Г3900 при работа с ВГПБ и СПГ, Росен Христов	804
89. Энергонаситени хидродинамични динамометри, Стефан Стефанов, Неделчо Иванов	639		
90. Методика за цветово дизайнерско проектиране на машини и съоръжения, Константин Костов	643		

Определение устойчивости автомобиля против заноса при движении накатом

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее важных эксплуатационно-технических свойств, определяющих безопасность дорожного движения, является устойчивость автомобиля. Потеря устойчивости, судя по анализу статистических данных [5], является одной из основных причин дорожно-транспортных происшествий. Например, Б. С. Фалькевич [6] под устойчивостью автомобиля подразумевает совокупность его свойств, обеспечивающих движение в требуемом направлении без бокового скольжения (заноса) или опрокидывания.

В литературе [1] предложено использовать при торможении в качестве критерия устойчивости коэффициент устойчивости. С помощью указанного коэффициента в статье исследовалась устойчивость автомобилей различной компоновки при движении накатом.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Исследованию устойчивости движения колесных машин посвящено большое количество работ [7, 8, 9]. Значительное количество работ направлено на исследование устойчивости автомобиля при движении по криволинейной траектории и при торможении [1, 10].

Однако в указанных работах не рассматривалось движение автомобиля накатом. Потому представляет интерес исследование устойчивости для переднеприводных, полноприводных и заднеприводных автомобилей при различных скоростях движения.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является оценка курсовой устойчивости автомобилей различной компоновки при движении накатом. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить боковые и вертикальные реакции дороги на колесах передней и задней осей автомобиля;
- определить изменение коэффициента устойчивости автомобиля в зависимости от скорости его движения;
- определить изменение коэффициента устойчивости автомобиля на предельной скорости в зависимости от коэффициента сцепления колес с дорогой.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОКОВЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ДОРОГИ НА КОЛЕСАХ ПЕРЕДНЕЙ И ЗАДНЕЙ ОСЕЙ АВТОМОБИЛЯ

При движении автомобиля накатом касательные реакции на колесах равны силам сопротивления качению этих колес (см. рис. 1)

Коэффициент устойчивости автомобиля [1]

$$K_{уст} = \frac{b}{a} \cdot \frac{R_{s2}}{R_{s1}} \quad (1)$$

Боковые реакции дороги (предельные) на колесах передней и задней осей

$$R_{s1} = \sqrt{\varphi^2 \cdot R_{z1}^2 - R_{k1}^2} = \sqrt{\varphi^2 \cdot R_{z1}^2 - P_{f1}^2} = \sqrt{\varphi^2 \cdot R_{z1}^2 - f^2 \cdot R_{z1}^2} = R_{z1} \cdot \sqrt{\varphi^2 - f^2} \quad (2)$$

$$R_{s2} = R_{z2} \cdot \sqrt{\varphi^2 - f^2} \quad (3)$$

где f – коэффициент сопротивления качению.

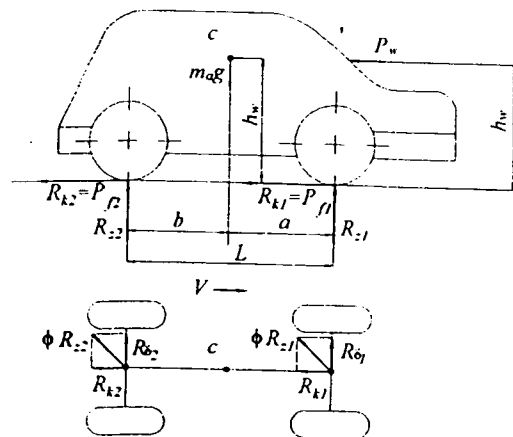


Рис. 1. Схема сил, действующих на автомобиль при движении накатом: L – продольная колесная база автомобиля; a, b – координаты проекции центра масс автомобиля на горизонтальной плоскости; $R_{\phi 1}, R_{\phi 2}$ – боковые реакции дороги на колесах передней и задней осей; R_{z1}, R_{z2} – вертикальные реакции на колесах передней и задней осей; R_{k1}, R_{k2} – касательные реакции на колесах передней и задней осей (суммарные по левым и правым колесам); P_{ϕ}, P_{ϕ} – силы сопротивления качению передних и задних колес (суммарные по левым и правым колесам); ϕ – коэффициент сцепления колес с дорогой; m_a – общая масса автомобиля; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; V – линейная скорость автомобиля; h_w – высота центра аэродинамического давления

Вертикальные реакции дороги на передней и задней осях автомобиля (см. рис. 1)

$$R_{z1} = m_a \cdot g \cdot \frac{b}{L} - P_w \cdot \frac{h_w}{L} = m_a \cdot g \cdot \frac{b}{L} - k \cdot F \cdot V^2 \cdot \frac{h_w}{L}, \quad (4)$$

$$R_{z2} = m_a \cdot g \cdot \frac{a}{L} + P_w \cdot \frac{h_w}{L} = m_a \cdot g \cdot \frac{a}{L} + k \cdot F \cdot V^2 \cdot \frac{h_w}{L}, \quad (5)$$

где $k \cdot F$ – фактор обтекаемости [4].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМОБИЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ЕГО ДВИЖЕНИЯ

Подставляя выражения (2), (3) в (1), получим с учетом (4) и (5)

$$K_{уст} = \frac{b}{a} \cdot \frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2} \cdot \left(m_a \cdot g \cdot \frac{a}{L} + k \cdot F \cdot V^2 \cdot \frac{h_w}{L} \right)}{\sqrt{\varphi^2 - f^2} \cdot \left(m_a \cdot g \cdot \frac{b}{L} - k \cdot F \cdot V^2 \cdot \frac{h_w}{L} \right)} = \frac{1 + \frac{k \cdot F}{m_a} \cdot \frac{h_w}{a} \cdot \frac{V^2}{g}}{1 - \frac{k \cdot F}{m_a} \cdot \frac{h_w}{b} \cdot \frac{V^2}{g}} \quad (6)$$

На рис. 2 приведены графики $K_{уст}$ в зависимости от скорости движения V для автомобилей различной компоновки производства стран СНГ и Западной Европы.

Анализируя полученные графики, можно утверждать, что автомобили производства стран СНГ имеют лучшую курсовую устойчивость по сравнению с автомобилями из Западной Европы. Это связано с тем, что на отечественные автомобили, вследствие худшего фактора обтекаемости, действует большая сила сопротивления воздуха, что вызывает большее увеличение вертикальной нагрузки на заднюю ось автомобиля.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УСТОЙЧИВОСТИ НА ПРЕДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Полученное выражение при $V = 0$ в правой части равно единице. При $V > 0$ всегда $K_{уст} > 1$. Величина $K_{уст} \rightarrow \infty$ при

$$1 - \frac{k \cdot F}{m_a} \cdot \frac{h_w}{b} \cdot \frac{V^2}{g} = 0 \quad (7)$$

или

$$V = \sqrt{\frac{m_a}{k \cdot F} \cdot \frac{b}{h_w} \cdot g}. \quad (8)$$

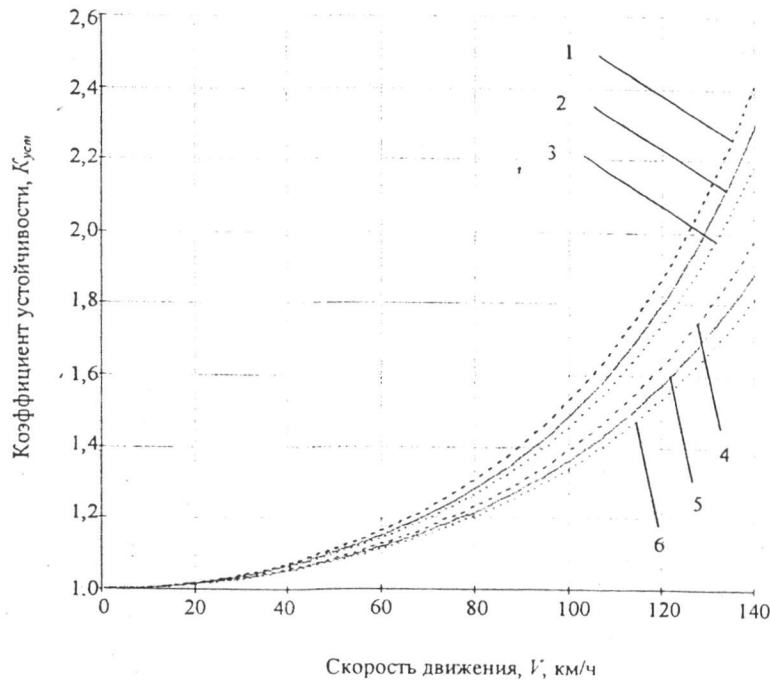


Рис. 2. Изменение коэффициента $K_{уст}$ от скорости движения V : 1 – ВАЗ-21213 (полный привод); 2 – ВАЗ-2110 (передний привод); 3 – ВАЗ-2101 (задний привод); 4 – AUDI A6 1.8T Quattro (полный привод); 5 – SEAT Toledo 1.8 (передний привод); 6 – BMW 320i (задний привод)

Величина коэффициента устойчивости не зависит от коэффициента сцепления колес с дорогой.

С увеличением скорости движения происходит рост величины $K_{уст}$. В работе [4] определена максимально возможная скорость движения автомобиля при передаче тягового усилия через колесный движитель

$$V_{max} = \sqrt{\varphi \cdot g \cdot \frac{m_a}{k \cdot F}} \quad (9)$$

После подстановки (8) в (5) получим максимально возможное значение коэффициента устойчивости

$$(K_{уст})_{max} = \frac{l + \varphi \cdot \frac{h_w}{a}}{l - \varphi \cdot \frac{h_w}{b}} \quad (10)$$

На рис. 3 приведены графики зависимости коэффициента $(K_{уст})_{max}$ от коэффициента сцепления φ для рассматриваемых автомобилей.

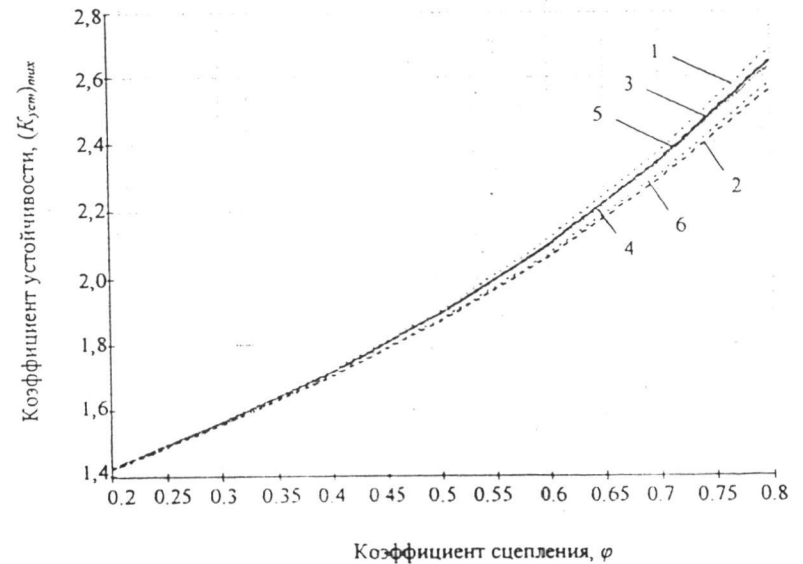


Рис. 3. Зависимость коэффициента $(K_{уст})_{max}$ от коэффициента сцепления φ : 1 – ВАЗ-21213 (полный привод); 2 – ВАЗ-2110 (передний привод); 3 – ВАЗ-2101 (задний привод); 4 – AUDI A6 1.8T Quattro (полный привод); 5 – SEAT Toledo 1.8 (передний привод); 6 – BMW 320i (задний привод)

Для оценки максимально возможного значения коэффициента устойчивости были приняты величины коэффициента сцепления в диапазоне от 0,2 до 0,8. При движении на предельной скорости V_{max} коэффициент устойчивости $(K_{уст})_{max}$ увеличивается с увеличением коэффициента сцепления φ .

ВЫВОДЫ

1. При движении накатом коэффициент устойчивости больше единицы.
2. Коэффициент устойчивости не зависит от коэффициента сцепления колес с дорогой при движении на скоростях меньше предельно возможной.
3. С ростом скорости движения автомобиля происходит увеличение коэффициента устойчивости.
4. Наибольшей устойчивостью при движении накатом обладают полноприводные автомобили, наименьшей – заднеприводные.
5. При движении на предельной скорости, максимально возможное значение коэффициента устойчивости увеличивается с увеличением коэффициента сцепления колес автомобиля с дорогой.

Список литературы

1. Байцур М.В. Оценка устойчивости автомобиля против заноса в процессе торможения // Автомобіле- та тракторобудування. Вісник НТУ «ХПІ», 2006. – №6, с. 119 – 124.
2. Подригало М.А., Бобошко А.А., Русавский А.Д. Сравнительный анализ управляемости двух и трехосных грузовых автомобилей // Автомобіле- та тракторобудування. Вісник НТУ «ХПІ», 2006. – №6, с. 98 – 104.
3. Бортницкий П.И., Задорожный В.И. Тягово-скоростные качества автомобилей. – К.: Вища школа, 1978. – 176 с.
4. Стабильность эксплуатационных свойств колесных машин / Подригало М.А., Волков В.П., Карпенко В.А., Гецович Е.М., Бобошко А.А., Ефимчук В.М., Матырин А.Н. / Под ред. М.А. Подригало. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2003. – 614с.
5. Бабков Н.Ф. Дорожные условия и режимы движения автомобилей. – М.: Транспорт, 1967. – 323 с.
6. Фалькевич Б. С. Теория автомобиля М.: Машгиз, 1963. – 276 с.
7. Антонов Д.А. Теория устойчивости движения многоосных автомобилей. – М.: Машиностроение, 1978. – 216 с.
8. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. – М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.
9. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. Собрание сочинений. т.2. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 384 с.
10. Маневренность и тормозные свойства колесных машин / М.А. Подригало, В.П. Волков, В.И. Кирчатый, А.А. Бобошко. – Харьков: ХНАДУ, 2002. – 403 с.