

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИНЕРЦИОННОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СХОЖДЕНИЯ УПРАВЛЯЕМЫХ КОЛЁС АВТОМОБИЛЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ПРЕОДОЛЕНИИ ПОДЪЁМОВ

При движении автотранспортного средства (АТС) под действием различных факторов из-за зазоров и деформаций в элементах управляемого моста и рулевого управления постоянно происходят неконтролируемые изменения развала и схождения управляемых колёс, приводящие к повышению сопротивления движению, износа шин и расхода топлива.

Авторами разработана и запатентована система автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в процессе движения. В качестве критерия оценки правильности схождения управляемых колёс АТС принято равенство одноимённых боковых реакций дороги на управляемые колёса при прямолинейном движении по горизонтальной дороге.

Проведён анализ параметров, оказывающих влияние на процесс регулирования схождения управляемых колёс АТС в движении. Установлена взаимосвязь между параметрами системы, осуществляющей такое регулирование, и состоянием АТС.

Предложенная система является механической системой, следовательно, обладает инерцией. Поэтому, если произошло нарушение схождения управляемых колёс АТС и необходимо его восстановить силой действия исполнительного механизма системы, действие этой силы нужно прекратить раньше, чем управляемые колёса АТС достигнут правильного положения, а далее правильного их положения колёса достигнут за счёт инерции системы.

В предшествующих статьях цикла рассмотрены четыре случая движения АТС – равномерное, при разгоне, торможении и движении накатом. В данной статье рассмотрен случай динамического преодоления АТС подъёмов.

Полученные теоретические зависимости позволяют определить рациональные параметры системы автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в движении, которые позволят уменьшить износ шин, сопротивление движению и расход топлива.

Ключевые слова: автотранспортное средство, схождение управляемых колёс, система регулирования, инерционность, динамическое преодоление подъёма.

Дорожный подъём при движении автотранспортного средства (АТС), который нельзя преодолеть с постоянной скоростью, может преодолеваться динамически. При этом используется кинетическая энергия, запасённая АТС на участке движения, предшествующем подъёму.

Если при преодолении подъёма начальная скорость АТС меньше его критической скорости по тяговой характеристике, то скорость движения АТС будет снижаться с увеличивающимся замедлением, так как с её уменьшением уменьшается и динамический фактор. При снижении скорости движения до минимально устойчивой двигатель остановится. Путь, который пройдет АТС, определяется его кинетической энергией и энергией, передаваемой к ведущим колёсам от двигателя. Если длина подъёма дороги меньше этого пути, то без перехода на более низшую передачу в коробке передач движение без остановки АТС возможно.

Перед преодолением подъёма к нему приближаются с возможно большей скоростью, когда имеет место максимально возможная в этих

условиях кинетическая энергия АТС. При этом имеется в виду, что при преодолении подъёма подача топлива в двигатель максимальная.

При динамическом преодолении подъёмов на АТС и его элементы действуют значительные нагрузки, вызывающие деформацию деталей рулевого привода и управляемого моста, и, в совокупности с зазорами в их соединениях, изменение углов установки управляемых колёс – развала и схождения. В свою очередь, схождение управляемых колёс АТС, наряду с компенсацией зазоров в деталях управляемого моста и рулевого привода, является также и функцией развала. При отклонении схождения управляемых колёс АТС от правильного значения увеличиваются износ шин, сопротивление движению и расход топлива.

Авторами предложена запатентованная ими система для непрерывного автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в движении [1]–[7]. Система включает в себя [8]–[10] датчики боковых реакций дороги на управляемые колёса, установленные на осях колёс и соединённые в электрический

действия исполнительного механизма системы в момент достижения колёсами правильного схождения приведёт к тому, что после прекращения действия исполнительного механизма они повернутся еще на некоторый угол за счёт инерционного момента системы, что создаст необходимость новой корректировки системой угла схождения управляемых колёс, но уже в противоположном направлении.

В настоящее время наиболее достоверной оценкой правильности схождения управляемых колёс АТС считается равенство боковых реакций дороги на эти колёса нулю [15]. В этой связи, в за правильность угла схождения управляемых колёс АТС принято их положение, при котором боковые реакции дороги на них равны или близки к нулю. В этом случае схождение управляемых колёс АТС будет считаться правильным.

При динамическом преодолении подъёма АТС с системой автоматического регулирования схождения его управляемых колёс и отклонением схождения этих управляемых колёс от правильного значения на каждое управляемое колесо действуют следующие нагрузки (рисунок 1):

R – реакция дороги на колесо, лежащая в плоскости дороги;

Z – нормальная реакции дороги на колесо;

G_k – вес управляемого колеса в сборе;

$P_{ин}$ – сила инерции колеса с осью;

P – сила действия исполнительного механизма системы автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в процессе движения, параллельная плоскости дороги и управляемой оси АТС, прилагаемая через поперечную тягу к боковому рычагу рулевой трапеции;

$M_{тр}$ – момент трения в шкворневом узле управляемого моста;

$M_{ст}$ – стабилизирующий момент;

$M_{ин}$ – инерционный момент управляемого колеса с осью и поворотным кулаком в сборе относительно центра поворота O_1 .

Реакция дороги на управляемое колесо, лежащая в плоскости дороги, раскрадывается на две составляющих:

P_f – силу сопротивления качению, лежащую в плоскости дороги и средней плоскости управляемого колеса и являющуюся касательной реакцией X дороги на управляемое колесо;

Y – боковую реакцию на управляемое колесо, лежащую в плоскости дороги.

Вес управляемого колеса в сборе с осью может быть также разложен на две составляющих:

$G_{кг}$ – параллельную поверхности дороги, полагая, что последняя является плоскостью;

$G_{кп}$ – перпендикулярную поверхности дороги.

На схеме также приняты следующие обозначения:

r_k – радиус качения колеса АТС;

α – угол подъёма дороги;

δ – угол отклонения схождения управляемого колеса АТС от правильного;

$\delta'_и$ – угол перерегулирования схождения управляемых колёс АТС за счёт инерции элементов системы автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в движении;

$\delta'_с$ – угол силового восстановления (за счёт действия исполнительного механизма системы) правильного угла схождения управляемых колёс АТС;

$\delta''_и$ – угол инерционного восстановления правильного угла схождения управляемых колёс АТС за счёт инерции элементов системы автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в процессе движения;

a – расстояние от средней плоскости управляемого колеса до центра поворота O_1 ;

b – расстояние от оси поперечной тяги рулевой трапеции до оси управляемого моста.

Нормальная реакция дороги на управляемое колесо при динамическом преодолении АТС подъёма определяется по уравнению:

$$Z=0,5[G C / \cos \alpha - P_{кач} r_k - (P_{ин} + P_b - P'_и) h_{ц} - I_{ка} j_3 / r_k] / L, \quad (1)$$

где G – вес АТС; C – расстояние от центра тяжести АТС до задней его оси (на горизонтальной проекции АТС); $P_{кач}$ – сила сопротивления качению АТС; $P_{ин}$ – сила сопротивления подъёму АТС; P_b – сила сопротивления воздуха движению АТС; $P'_и$ – сила инерции поступательно движущихся масс АТС; $h_{ц}$ – высота центра тяжести АТС; $I_{ка}$ – момент инерции всех колёс АТС; j_3 – замедление АТС; L – база АТС.

Сила сопротивления подъёму АТС $P_{ин}$ определяется через вес АТС и угол подъёма дороги:

$$P_{ин} = G \sin \alpha.$$

При малых углах $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = i$, где i – уклон дороги.

Сила сопротивления качению АТС находится по выражению:

$$P_{\text{кач}} = G f \cos \alpha,$$

где f – коэффициент сопротивления качению.

Коэффициент сопротивления качению может быть определен по зависимости:

$$f = f_0 (1 + V^2/20000), \quad (2)$$

где f_0 – коэффициент, характеризующий тип дорожного покрытия; V – скорость движения АТС.

С учётом этого:

$$P_{\text{кач}} = G f_0 (1 + V^2/20000).$$

Радиус качения колеса АТС может быть определён по выражению:

$$r_{\text{к}} = (0,5d + K_{\text{д}} B),$$

где d – посадочный диаметр шины; B – ширина профиля шины; $K_{\text{д}}$ – коэффициент деформации шины.

Сила сопротивления воздуха движению АТС находится по зависимости:

$$P_{\text{в}} = 0,077 K F V^2,$$

где K – коэффициент обтекаемости АТС; F – лобовая площадь АТС.

Сила инерции поступательно движущихся масс АТС находится по выражению:

$$P_{\text{и}}^* = m j_3,$$

где m – масса автотранспортного средства.

Сила сопротивления качению управляемого колеса АТС по аналогии определяется по зависимости:

$$P_{\text{ф}} = Z f. \quad (3)$$

Полагая, что центр тяжести управляемого колеса с осью в сборе находится на его оси в средней плоскости колеса, сила инерции управляемого колеса АТС в сборе с осью находится по выражению:

$$P_{\text{и}} = G_{\text{кг}} j_3. \quad (4)$$

Сила, восстанавливающая правильное схождение управляемых колёс АТС в ту или иную сторону, определяется параметрами исполнительного механизма и системы автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в движении и создаётся исполнительным механизмом, действуя на боковые рычаги рулевой трапеции по оси поперечной тяги АТС. В случае использования гидроцилиндра в качестве исполнительного механизма она определяется как

$$P = (\pi/4) p d_p^2, \quad (5)$$

где p – давление рабочей жидкости в системе; d_p – рабочий диаметр гидроцилиндра.

Момент трения в шкворневом узле управляемого моста АТС определяется по выражению:

$$M_{\text{тр}} = M_p K_{\text{п}},$$

где M_p – момент, создаваемый осевой силой исполнительного механизма системы автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в движении:

$$M_p = P b;$$

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери в шкворневом узле:

$$K_{\text{п}} = (1 - \eta_{\text{рм}}),$$

где $\eta_{\text{рм}}$ – коэффициент полезного действия шкворневого соединения.

Тогда

$$M_{\text{тр}} = P b (1 - \eta_{\text{рм}}). \quad (6)$$

Так как величина стабилизирующего момента, действующего на управляемые колёса АТС при небольших значениях углов отклонения схождения управляемых колёс от правильных, незначительна, то ею можно пренебречь.

Инерционный момент управляемого колеса АТС в сборе с осью и поворотным кулаком может быть определен по выражению:

$$M_{\text{и}} = I_{\text{к}} \cdot \varepsilon_1,$$

где $I_{\text{к}}$ – момент инерции управляемого колеса АТС в сборе с поворотной цапфой; ε_1 – угловое ускорение управляемого колеса с осью и поворотным кулаком относительно центра поворота O_1 в первой фазе восстановления правильного угла схождения управляемых колёс.

Момент инерции управляемого колеса АТС с осью и поворотным кулаком находится по выражению:

$$I_{\text{к}} = m_{\text{к}} \cdot a^2,$$

где $m_{\text{к}}$ – масса управляемого колеса АТС в сборе с поворотной цапфой.

Учитывая это:

$$M_{\text{и}} = m_{\text{к}} \cdot a^2 \cdot \varepsilon_1. \quad (7)$$

При этом имеется в виду, что масса управляемого колеса АТС в сборе с осью сосредоточена в средней плоскости этого колеса.

Для учёта инерционности системы автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в движении при восстановлении правильного схождения управляемых колёс в случае его отклонения, составим уравнение моментов всех действующих на управляемое

колесо с осью и поворотным кулаком АТС сил и моментов относительно центра поворота O_1 , определим параметры рабочего процесса этой системы в первой (силовой) фазе восстановления правильного угла схождения:

$$P_f a - P_n a + G_{кр} a - P b - M_{ст} + M_n + M_{тр} = 0.$$

С учётом принятых выше допущений данное уравнение будет иметь вид:

$$P_f a - P_n a + G_{кр} a - P b + M_{тр} + M_n = 0.$$

Найдём из этого уравнения инерционный момент:

$$M_n = P_n a - P_f a - G_{кр} a + P b - M_{тр}.$$

Решим это уравнение относительно углового ускорения управляемого колеса в сборе с осью и поворотным кулаком относительно центра их поворота O_1 в первой фазе силового восстановления автоматической системой правильного угла схождения управляемых колёс АТС, подставив в него вместо момента трения в шкворневом соединении выражение (6), а вместо инерционного момента управляемого колеса АТС в сборе с осью и поворотным кулаком его выражение (7):

$$m_k \cdot a^2 \cdot \varepsilon_1 = P_n a - P_f a - G_{кр} a + P b - P b (1 - \eta_{рм}).$$

Отсюда:

$$\varepsilon_1 = [(P b \eta_{рм} - P_f a - G_{кр} a + P_n a)] / m_k \cdot a^2. \quad (8)$$

Угол, на который повернется управляемое колесо в сборе с осью и поворотным кулаком относительно центра поворота O_1 в силовой фазе восстановления системой правильного угла схождения управляемых колёс АТС определяется через время первой фазы восстановления правильного угла схождения управляемых колёс и угловое ускорение колеса в сборе:

$$\delta_1 = t_1^2 \varepsilon_1 / 2.$$

В момент окончания первой фазы и начала второй фазы восстановления системой правильного угла схождения управляемых колёс АТС угловая скорость управляемого колеса в сборе с осью и поворотным кулаком относительно центра поворота O_1 определяется как

$$\omega_{12} = t_1 \varepsilon_1.$$

Учитывая это, находится время силовой фазы восстановления правильного угла схождения управляемых колёс:

$$t_1 = \omega_{12} / \varepsilon_1. \quad (9)$$

Соответствующий угол, на который за время силовой фазы повернется управляемое колесо в сборе с осью и поворотным кулаком относительно центра поворота O_1 , будет равен:

$$\delta_1 = 0,5 \cdot \omega_{12}^2 / \varepsilon_1. \quad (10)$$

В фазе инерционного дорегулирования восстановление правильного угла схождения управляемых колёс АТС при отклонении его от оптимального значения на управляемое колесо в сборе действуют составляющая веса управляемого колеса в сборе, параллельная поверхности дороги, сила инерции управляемого колеса АТС в сборе, сила сопротивления качению, момент трения в шкворневом соединении управляемого моста, инерционный момент управляемого колеса в сборе с осью и поворотным кулаком.

При этом уравнение моментов, действующих на управляемое колесо АТС в сборе с осью и поворотным кулаком относительно центра его поворота O_1 будет иметь вид:

$$G_{кр} a + P_f a - P_n a + M_{тр} - M_n = 0.$$

Из него путём преобразования находится инерционный момент:

$$M_n = G_{кр} a + P_f a - P_n a + M_{тр}.$$

Подставим в полученное уравнение выражения момента трения в шкворневом соединении управляемого моста и инерционного момента управляемого колеса в сборе с осью и поворотным кулаком:

$$m_k \cdot a^2 \cdot \varepsilon_2 = G_{кр} a + P_f a - P_n a + P b (1 - \eta_{рм}).$$

Отсюда определим угловое ускорение управляемого колеса с осью и поворотным кулаком в фазе инерционного восстановления правильного угла схождения управляемых колёс АТС относительно центра поворота O_1 системой автоматического регулирования схождения управляемых колёс в движении при его отклонении:

$$\varepsilon_2 = [P b (1 - \eta_{рм}) + G_{кр} a + P_f a - P_n a] / m_k \cdot a^2. \quad (11)$$

В момент окончания второй фазы восстановления правильного угла схождения управляемых колёс АТС угловая скорость управляемого колеса в сборе с осью и поворотным кулаком относительно центра поворота O_1 должна стать равной нулю. Учитывая это, определяется время инерционного дорегулирования правильного схождения управляемых колёс этой фазы:

$$t_2 = \omega_{12} / \varepsilon_2. \quad (12)$$

Исходя из этого, во второй фазе восстановления правильного угла схождения управляемых колёс АТС находится угол, на который поворачивается управляемое колесо с поворотной цапфой относительно центра поворота O_1 :

$$\delta_2 = \omega_{12}^2 / 2 \varepsilon_1. \quad (13)$$

Сумма углов восстановления правильного угла схождения управляемых колёс АТС в первой и второй фазах составит угол отклонения схождения управляемых колёс АТС от правильного их положения:

$$\delta = (\omega_{12}^2 / 2 \varepsilon_1 + \omega_{12}^2 / 2 \varepsilon_2).$$

Угловая скорость управляемого колеса с осью и поворотным кулаком относительно центра поворота O_1 в момент окончания первой фазы и начала фазы восстановления правильного угла схождения управляемых колёс АТС составит:

$$\omega_{12} = [\varepsilon_1 \varepsilon_2 2 \delta / (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)]^{1/2}. \quad (14)$$

Подставив в это уравнение выражения угловых ускорений управляемого колеса с осью и поворотным кулаком в первой и второй фазах восстановления правильного угла схождения управляемых колёс АТС получим:

$$\begin{aligned} \omega_{12} = & \{2 \delta [(P b \eta_{pm} - P_f a - G_{kr} a + P_n a) / m_k \cdot a^2] \cdot \\ & \cdot [(P b (1 - \eta_{pm}) + G_{kr} a + P_f a - P_n a) / m_k \cdot a^2] / \\ & [(P b \eta_{pm} - P_f a - G_{kr} a + P_n a) / (m_k \cdot a^2) + \\ & + (P b (1 - \eta_{pm}) + G_{kr} a + P_f a - P_n a) / (m_k \cdot a^2)]\}^{1/2} = \\ & = \{2 \delta (P b \eta_{pm} - P_f a - G_{kr} a + P_n a) \cdot \\ & \cdot [P b (1 - \eta_{pm}) + G_{kr} a + P_f a - P_n a] / m_k \cdot a^2 P b\}^{1/2}. \end{aligned} \quad (15)$$

Время первой фазы при восстановлении предлагаемой системой правильного схождения управляемых колёс АТС при его отклонении определяется через угловую скорость управляемого колеса АТС с осью и поворотным кулаком в сборе относительно центра его поворота O_1 :

$$\begin{aligned} t_1 = & \{2 \delta (P b \eta_{pm} - P_f a - G_{kr} a + P_n a) \cdot \\ & \cdot [P b (1 - \eta_{pm}) + G_{kr} a + P_f a - P_n a] / m_k \cdot a^2 \cdot \\ & \cdot P b\}^{1/2} / [(P b \eta_{pm} - P_f a - G_{kr} a + P_n a) / m_k \cdot a^2] = \\ & = \{2 \delta [P b (1 - \eta_{pm}) + G_{kr} a + P_f a - P_n a] \cdot \\ & \cdot m_k \cdot a^2 / P b [P b \eta_{pm} - P_f a - G_{kr} a + P_n a]\}^{1/2} \end{aligned} \quad (16)$$

При этом угол силового регулирования исполнительным механизмом при восстановлении данной системой правильного угла схождения управляемых колёс АТС составит:

$$\begin{aligned} \delta_1 = & \{ \delta (P b \eta_{pm} - P_f a - G_{kr} a + P_n a) \cdot \\ & \cdot [P b (1 - \eta_{pm}) + G_{kr} a + P_f a - P_n a] / m_k \cdot a^2 P b \} / \\ & [(P b \eta_{pm} - P_f a - G_{kr} a + P_n a) / m_k \cdot a^2] = \\ & = [P b (1 - \eta_{pm}) + G_{kr} a + P_f a - P_n a] \delta / P b. \end{aligned} \quad (17)$$

Выводы:

1. В работе проведён анализ параметров, оказывающих влияние на процесс регулирования схождения управляемых колёс АТС в движении.
2. Проведёнными теоретическими исследованиями установлена взаимосвязь между параметрами системы автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в движении и состоянием АТС.
3. Полученные теоретические зависимости позволяют определить рациональные параметры системы автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в движении.
4. Применение предлагаемой системы автоматического регулирования схождения управляемых колёс АТС в процессе движения позволит уменьшить износ шин, сопротивление движению и расход топлива.

28.02.2015

Список литературы:

1. Патент 2309867 Российская Федерация, МПК В 62 D 6/04; В 62 D 17/00; G 01 M 17/06. Устройство для автоматического регулирования схождения управляемых колёс в процессе движения / Бондаренко Е.В., Бондаренко В.А., Рассоха В.И., Исайчев В.Т., Килов А.С.; заявитель и патентообладатель Оренбургский гос. ун-т. – № 2005141086; заявл. 27.12.2005; опубл. 10.11.2007. Бюл. № 31. – 4 с. : ил.
2. Патент 2348913 Российская Федерация, МПК G 01 M 17/06; В 62 D 17/00. Устройство для непрерывного автоматического регулирования схождения управляемых колёс в движении / Бондаренко Е.В., Рассоха В.И., Исайчев В.Т.; заявитель и патентообладатель Оренбургский гос. ун-т. – № 2007127411; заявл. 17.07.2007; опубл. 10.03.2009. Бюл. № 7. – 5 с. : ил.
3. Патент 2432287 Российская Федерация, МПК В 62 D 6/04; G 01 M 17/06. Устройство для непрерывного автоматического регулирования схождения управляемых колёс автотранспортного средства в движении / Рассоха В.И., Исайчев В.Т.; заявитель и патентообладатель Оренбургский гос. ун-т. – № 20101117549; заявл. 30.04.2010; опубл. 27.10.2011. Бюл. № 30. – 6 с. : ил.
4. Патент 2432288 Российская Федерация, МПК В 62 D 6/04; G 01 M 17/06. Устройство для непрерывного автоматического регулирования схождения управляемых колёс автомобиля в процессе движения / Рассоха В.И., Исайчев В.Т.; заявитель и патентообладатель Оренбургский гос. ун-т. – № 20101117550; заявл. 30.04.2010; опубл. 27.10.2011. Бюл. № 30. – 6 с. : ил.
5. Патент 2432289 Российская Федерация, МПК В 62 D 6/04; G 01 M 17/06. Устройство для непрерывного автоматического регулирования схождения управляемых колёс автотранспортного средства в процессе движения / Рассоха В.И., Исайчев В.Т.; заявитель и патентообладатель Оренбургский гос. ун-т. – № 20101117551; заявл. 30.04.2010; опубл. 27.10.2011. Бюл. № 30. – 6 с. : ил.
6. Патент 2432290 Российская Федерация, МПК В 62 D 6/04; G 01 M 17/06. Устройство для непрерывного автоматического регулирования схождения управляемых колёс автомобиля в процессе движения / Рассоха В.И., Исайчев В.Т.; заявитель и патентообладатель Оренбургский гос. ун-т. – № 20101117552; заявл. 30.04.2010; опубл. 27.10.2011. Бюл. № 30. – 6 с. : ил.

7. Патент 2432291 Российская Федерация, МПК В 62 D 6/04; G 01 M 17/06. Устройство для автоматического регулирования схождения управляемых колёс автомобиля в процессе движения / Рассоха В.И., Исайчев В.Т.; заявитель и патентообладатель Оренбургский гос. ун-т. – № 2010117554; заявл. 30.04.2010; опубл. 27.10.2011. Бюл. № 30. – 6 с. : ил.
8. Рассоха, В. И. Разработка системы для непрерывного регулирования схождения управляемых колёс автотранспортных средств в движении / В. И. Рассоха, Е. В. Бондаренко, В. Т. Исайчев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2008. – № 2. – С. 138-143.
9. Рассоха, В. И. Устройство контроля и регулирования схождения управляемых колёс АТС в процессе движения / В. И. Рассоха, В. Т. Исайчев, Е. В. Бондаренко // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 5. – С. 21-23.
10. Рассоха, В. И. Ресурсосбережение автомобильных шин за счет регулирования схождения управляемых колёс в процессе движения / В. И. Рассоха // Техника и технология в XXI веке: современное состояние и перспективы развития: монография. Кн. 4. – Новосибирск: ЦРНС, 2009. – 286 с. – С. 143-154.
11. Рассоха, В. И. Повышение эксплуатационной точности регулирования схождения управляемых колёс автотранспортных средств / В. И. Рассоха, В.Т. Исайчев, В. Г. Удовин // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 4. – С. 30-36.
12. Рассоха, В. И. Точность регулирования схождения управляемых колёс автотранспортного средства при разгоне / В. И. Рассоха, В. Т. Исайчев // Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса : материалы I Всерос. науч.-практ. (заочной) конф. с междунар. участием. – Магадан: ВСГУ, 2011. – С. 202-205.
13. Рассоха, В. И. Регулирование схождения управляемых колёс автотранспортного средства в процессе движения при торможении / В. И. Рассоха, В. Т. Исайчев, И. А. Якубович, В.Г. Удовин // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2014. – № 3. – С. 3-7.
14. Рассоха, В. И. Регулирование схождения управляемых колёс автотранспортного средства при движении накатом / В. И. Рассоха, В. Т. Исайчев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 10. – С. 164-168.
15. Рязанцев, В. И. Алгоритмы активного управления углами схождения колёс автомобиля в движении [Текст] / В. И. Рязанцев // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2014. – № 10. – С. 31-40.

Сведения об авторах:

Рассоха Владимир Иванович, декан транспортного факультета
Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, доцент, e-mail: cabin2012@yandex.ru

Исайчев Владимир Тимофеевич, доцент кафедры автомобилей и безопасности движения
Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент, e-mail: aibd@mail.osu.ru

460000, г. Оренбург, пр-т Победы, 149, тел. (3532) 912226