

В.И. Рязанцев

Активное управление схождением колес автомобиля

Москва
Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
2007

УДК 629.3.017
ББК 39.33-01
Р99

Р е ц е н з е н т ы:

доктор технических наук, профессор *Е.А. Галевский*;
доктор технических наук, профессор *В.Н. Наумов*

Рязанцев В.И.

р99 Активное управление схождением колес автомобиля. —
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 212 с.: ил.
ISBN 978-5-7038-3170-0

Рассмотрены вопросы развития управления углами схождения колес автомобилей. Представлено отношение к этому вопросу многочисленных исследователей и описаны конструктивные мероприятия, предложенные до настоящего времени в рамках управления углами схождения. Приведены новые решения в виде алгоритмов управления схождением колес при движении автомобиля. Дана оптимизация некоторых элементов системы управления схождением. Проанализирована эффективность работы различных схем управления схождением на различных режимах движения автомобиля. Теоретическая часть работы выполнена в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Для научных и инженерно-технических работников в области автомобилестроения, занимающихся вопросами исследования и проектирования рулевых управлений и подвесок автомобилей.

УДК 629.3.017
ББК 39.33-01

ISBN 978-5-7038-3170-0

© В.И. Рязанцев, 2007
© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007

ПРЕДИСЛОВИЕ

Время, в которое мы живем, накладывает отпечаток на всю нашу деятельность, начиная с решения бытовых вопросов и кончая решением самых серьезных научных и технических проблем. Еще помнится период, когда автомобильные заводы не только СССР, но и всего мира соревновались в украшательстве капотов их продукции скульптурными композициями — медведями, оленями, ягуарами и т. п. Однако неумолимое время, как бы почувствовав огромную опасность этих творений в новых условиях с резко увеличивающимся количеством транспортных средств на дорогах и скоростью их движения, раставило новые акценты в отношении к проектируемым конструкциям, заставив конструкторов практически вообще забыть о выступающих частях кузова автомобиля. Настало время, когда каждый новый шаг в проектировании автомобилей должен сверяться с жесткими требованиями сегодняшнего дня по обеспечению безопасности конструкции автомобиля. Все большее применение находят сложные автоматические системы, способствующие повышению эксплуатационных свойств автомобиля. Пока еще медленно, но упорно завоевывают свое место в автомобиле новые системы обеспечения безопасности автомобиля в движении, в том числе средства активной безопасности — системы, повышающие устойчивость автомобиля и улучшающие его управляемость. Этому будет способствовать еще одна система, с которой читателей знакомит автор.

Хочу выразить благодарность всем специалистам и ученым, моим коллегам из МГТУ им. Н.Э. Баумана, чьей безграничной поддержкой я пользовался на протяжении всех лет работы.

ВВЕДЕНИЕ

В течение длительного периода времени конструкторы и специалисты по эксплуатации автомобилей занимаются вопросом обеспечения правильности установки и сохранения в процессе эксплуатации автомобилей так называемых установочных углов — продольного и поперечного углов наклона шкворня, угла развала колеса и угла схождения колеса. Каждый из них очень важен для устойчивости и управляемости автомобиля на дороге. В предлагаемой книге рассмотрены вопросы обеспечения активной безопасности, связанные с углами схождения колес автомобиля. До недавнего времени практически оперировали только понятием установочного угла схождения. Это понятие активно используется и сейчас.

Оптимальный установочный угол схождения колес каждой оси определяется экспериментально любым заводом для своего конкретного изделия и в заводских инструкциях рекомендуется для установки на автомобилях во время регламентных и других работ при регулировке углов схождения. Установка угла в соответствии с заводской рекомендацией предполагает достижение минимального износа шин и максимальной устойчивости и управляемости автомобиля. Было время, когда вопросы интенсивного износа шин при увеличившихся скоростях движения причиняли много проблем эксплуатационникам.

Для повышения эффективности работ по контролю и регулировке углов схождения разрабатывались и применялись разнообразные конструкции стационарных устройств: оптические, барабанные, площадочные стенды. Однако применение этих средств не всегда гарантировало высокие эксплуатационные свойства автомобиля. Нередко потому, что регулировки требовало само стационарное устройство. Конечно, играют роль профессионализм и добросовестность исполнителя операций по регулировке схождения. Существует один важнейший момент, который уже давно был замечен учеными. На некоторых режимах движения для

обеспечения более высокой траекторной устойчивости автомобиля углы поворота, например, управляемых колес, должны быть несколько отличными от тех, что определяются параметрами рулевой трапеции. С одной стороны, продолжают совершенствоваться регулировочные стенды — сегодня это уже компьютерная технология регулировки углов схождения (на компьютерных стендах), с другой стороны — только правильная регулировка и ее сохранность в процессе эксплуатации уже не удовлетворяют конструкторов автомобилей.

В конструкции лучших современных автомобилей закладывается механизм регулировки схождения передних и задних колес в движении автомобиля. Что касается переднего управляемого моста, то эти механизмы фактически корректируют геометрические параметры рулевой трапеции. В существующих конструкциях регулирование угла схождения при движении автомобиля обеспечивается за счет геометрических и эластокинематических свойств подвески и рулевого привода. Вначале знакомство с работой барабанных и площадочных стендов контроля и регулировки схождения привело автора к мысли о вероятной возможности регулирования текущего угла схождения колес при движении автомобиля на базе измерения боковых сил, действующих на колеса. Работа в этом направлении дала интересные результаты, которые автор и постарался представить в предлагаемой вашему вниманию книге.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ В ОБЛАСТИ ВЛИЯНИЯ УГЛА СХОЖДЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

1.1. УСТАНОВОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЕС УПРАВЛЯЕМОГО МОСТА

Мощный рывок, наблюдаемый в развитии автомобильного парка страны, возросшая интенсивность выполнения транспортных операций, связанная с повышением скоростей движения автомобилей, требуют новых усилий в направлении более эффективного решения проблемы безопасности и экономичности современных автомобилей. Автор предлагает посмотреть на эти проблемы со стороны вопроса о текущем угле схождения управляемых колес. Говоря об угле схождения, будем иметь в виду два параметра, с одной стороны, так называемый установочный угол схождения, с другой стороны — текущий угол. Начальный угол схождения относится к установочным параметрам. В качестве примеров установочных параметров управляемого моста можно назвать такие параметры, как: углы развала управляемых и неуправляемых колес (для левого и правого колеса в отдельности); углы схождения управляемых и неуправляемых колес. Эти параметры рассматриваются как функции взаимного положения левого и правого колес. В определенных условиях можно говорить об угле схождения одного колеса.

В случае контакта колеса с горизонтальной плоскостью угол развала колеса представляет собой угол между плоскостью колеса и плоскостью, перпендикулярной к поверхности дороги и параллельной диаметру колеса, в свою очередь, горизонтальному для горизонтальной дороги или (в общем случае) параллельному

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.	3
Введение	4
Глава 1. Анализ состояния вопроса об исследованиях в области влияния угла схождения на параметры движения автомобиля	6
1.1. Установочные параметры автомобильных колес управляемого моста	6
1.2. Взаимосвязь углов развала и схождения. Влияние углов установки колес на износ шин	9
1.3. Исследования по вопросам устойчивости и управляемости автомобиля	17
1.4. Системы пассивного регулирования угла схождения	20
1.5. Системы активного регулирования угла схождения	27
Глава 2. Основы управления углами схождения в прямолинейном движении без боковых внешних нагрузок по горизонтальной поверхности	31
2.1. Принцип управления углами схождения в движении	31
2.2. Математическая модель системы управления схождением колес	33
2.3. Анализ работы САРС с учетом жесткости элементов конструкции моста	44
2.4. Нелинейные системы управления схождением колес автомобиля	60
2.5. Статистическая линеаризация нелинейной САРС	64
Глава 3. Стохастический анализ и оптимизация системы управления схождением	71
3.1. Частотный анализ САРС	71
3.2. Анализ стохастических процессов в системе автоматического регулирования угла схождения управляемых колес автомобиля	77
3.3. Оптимизация передаточного коэффициента c_1 системы управления схождением	84
Глава 4. Управление углом схождения при движении автомобиля с внешней боковой нагрузкой	92
4.1. Принцип управления углом схождения в движении автомобиля с внешней боковой нагрузкой	92

4.2. Определение значений корректирующего угла схождения в условиях движения автомобиля накатом с внешней боковой нагрузкой	95
4.3. Определение корректирующего угла схождения колес оси при прямолинейном движении под действием внешней боковой силы в ведущем или тормозном режиме . .	98
4.4. Реализация в программах алгоритмов регулирования углов схождения при движении автомобиля под действием боковой силы	100
4.5. Совмещение алгоритмов регулирования при движении по прямой без боковых сил и при движении с действием боковой силы	101
4.6. Интегральная модель управления схождением колес одной оси	107
4.7. Результаты моделирования управления схождением на одной оси	115
Глава 5. Динамическая модель автомобиля с системой управления схождением колес	123
5.1. Пространственная модель системы поддрессоривания . .	123
5.2. Модель автомобиля с системой управления схождением колес	131
5.3. Модель связи колеса с дорогой	132
Глава 6. Система управления схождением колес с регулированием по двум переменным	135
6.1. Анализ системы управления схождением колес с регулированием по двум переменным	135
6.2. Анализ устойчивости системы управления схождением колес с регулированием по двум переменным	140
6.3. Частотные характеристики системы с регулированием по двум переменным	143
6.4. Временные характеристики системы с регулированием по двум переменным	145
6.5. Варианты применения системы регулирования по угловому положению колес в системах управления с двумя переменными регулирования	148
Глава 7. Перспективы применения системы автоматического управления схождения колес и взаимодействие ее с другими системами	155
7.1. Работа системы управления схождением совместно с АБС	155
7.2. Резервная тормозная система на базе системы управления схождением	160
Глава 8. Экспериментальная проверка работы системы управления схождением колес	164
8.1. Эксперимент на ходовом стенде	164
8.2. Компьютерный эксперимент	169
Заключение	199
Список литературы.	202