

РАЗДЕЛ 1. НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ДВИГАТЕЛИ

Оптимизация законов регулирования конструктивных параметров подвески двухосного автомобиля с использованием прикладного программного комплекса STABCON 2.0

д.т.н. проф. Бахмутов С.В., к.т.н. доц. Ахмедов А.А., Орлов А.Б.
МГТУ «МАМИ»

akhm@mami.ru, 8 (495) 223-05-23, доб. 15-08

Аннотация. Приведены краткие сведения по прикладному программному комплексу Stabcon 2.0 (далее Stabcon). С использованием Stabcon выполнена постановка и решение задачи оптимизации рабочих характеристик подвески двухосного автомобиля в различных дорожных условиях. Получены характеристики регулирования конструктивных параметров подвески двухосного автомобиля.

Ключевые слова: многокритериальная параметрическая оптимизация, автомобильная техника, управляемость и устойчивость, подвеска автомобиля, неровная дорога.

В помощь конструктору, занимающемуся вопросами разработки и доводки автомобильной техники, создан прикладной программный комплекс Stabcon 2.0 (далее Stabcon). В предыдущей публикации вкратце были описаны возможности Stabcon [1]. В настоящее время доработан интерфейс и успешно прошло тестирование Stabcon на примере решения задачи оптимизации двухосного автомобиля.

Рассмотрим процесс постановки и решения задачи на примере двухосного легкового автомобиля класса В (далее автомобиль). Изначально ставилась задачи найти оптимальные законы регулирования величин жесткости и демпфирования подвески в зависимости от условий эксплуатации. Математическая модель автомобиля [2] была доработана с целью адаптации процесса постановки и решения оптимизационной задачи в Stabcon.

Stabcon представляет возможность решения нескольких основных задач [1]:

- расчет параметров движения автомобиля (его кинематических и силовых реакций) как на установившихся, так и на переходных режимах;
- расчет кинематических и силовых характеристик автомобиля при движении в различных условиях;
- оценка показателей управляемости и устойчивости автомобиля;
- определение степени влияния различных конструктивных параметров автомобиля на его управляемость и устойчивость;
- постановка и решение задач многокритериальной оптимизации конструкции автомобиля, его отдельных систем и узлов по выбранному блоку критериев управляемости и устойчивости (с возможностью параллельного решения задачи в компьютерной сети).

На рисунке 1 представлен процесс анализа одного испытания, представляющего собой расчет выходных параметров автомобиля-прототипа. Иллюстрируются результаты одного испытания, содержащего три маневра («Спираль», «Рывок руля» и «Синусоида») для заездов в условиях трех дорожных условий (ровный асфальт, асфальт с выбоинами, «Бельгийская мостовая»).

В Stabcon используется оптимизационный модуль известного универсального программного комплекса MOVI [3], в котором реализован метод исследования пространства параметров [4]. После выполнения подготовительных процедур создается проект MOVI, который передается в оптимизационный модуль.

Оптимизация выполняется в два этапа [2]: на первом – оптимизируются рабочие характеристики автомобиля, а на втором – конструктивные параметры автомобиля. В качестве

прототипа использовался набор параметров автомобиля, оптимизированный без учета дорожных условий, т.е. в условиях ровной дороги. При этом были найдены конструктивные параметры узлов и агрегатов автомобиля, представленные рабочими характеристиками первого этапа.

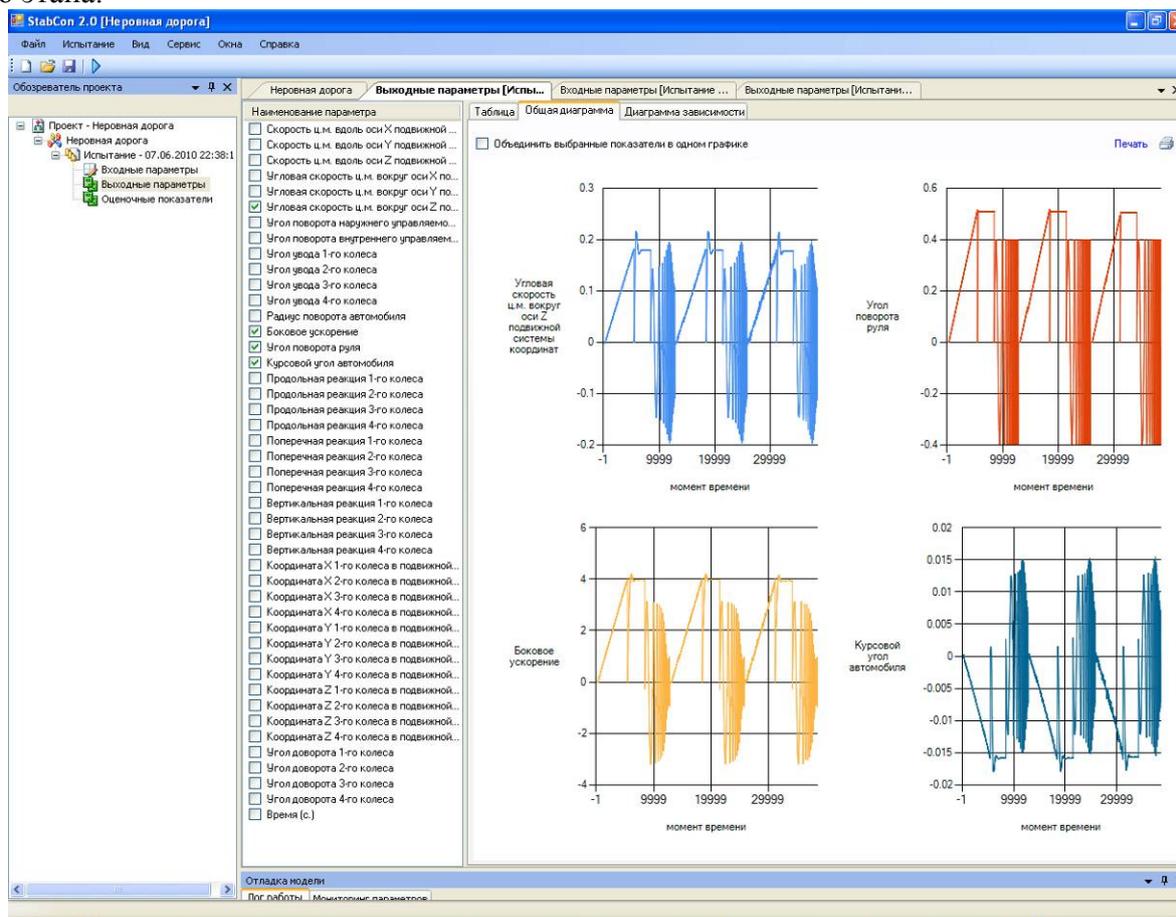


Рисунок 1 – Диаграммы испытания модели в Stabcon

Критерии вычислялись по результатам обработки трех маневров (20 критериев) [2], а также один критерий – среднеквадратическое ускорение центра масс при вертикальном перемещении кузова; таким образом, для трех дорожных условий вычислялось 63 критерия.

При оптимизации в условиях неровной дороги в качестве параметров выбраны характеристики жесткости и демпфирования автомобиля, описывающие рабочие характеристики: C_z – коэффициент линейной жесткости при вертикальном перемещении центра масс автомобиля;

C_{pf}, C_{pr1} – коэффициенты угловой жесткости при боковом крене передней и задней подвески;

C_{qf}, C_{qr1} – коэффициенты угловой жесткости при продольном крене передней и задней подвески;

K_W – коэффициент демпфирования при вертикальном перемещении центра масс автомобиля;

K_{pf}, K_{pr} – коэффициенты демпфирования при продольном крене передней и задней подвески.

По результатам оптимизации в каждой из трех выбранных дорожных условий будут найдены свои решения. Затем будет построена характеристика регулирования конструктивных параметров в зависимости от дорожных условий.

В процессе решения оптимизационной задачи пространство параметров было зондировано 2048 пробными точками Lrt-последовательности. Таблица испытаний представлена на рисунке 2.

В представленной таблице все критерии отсортированы по их значениям в порядке улучшения. После назначения критериальных ограничений в исследуемых дорожных условиях были найдены 4 варианта автомобиля (парето-оптимальные решения), превосходящие

прототип по эксплуатационным показателям в данных дорожных условиях.

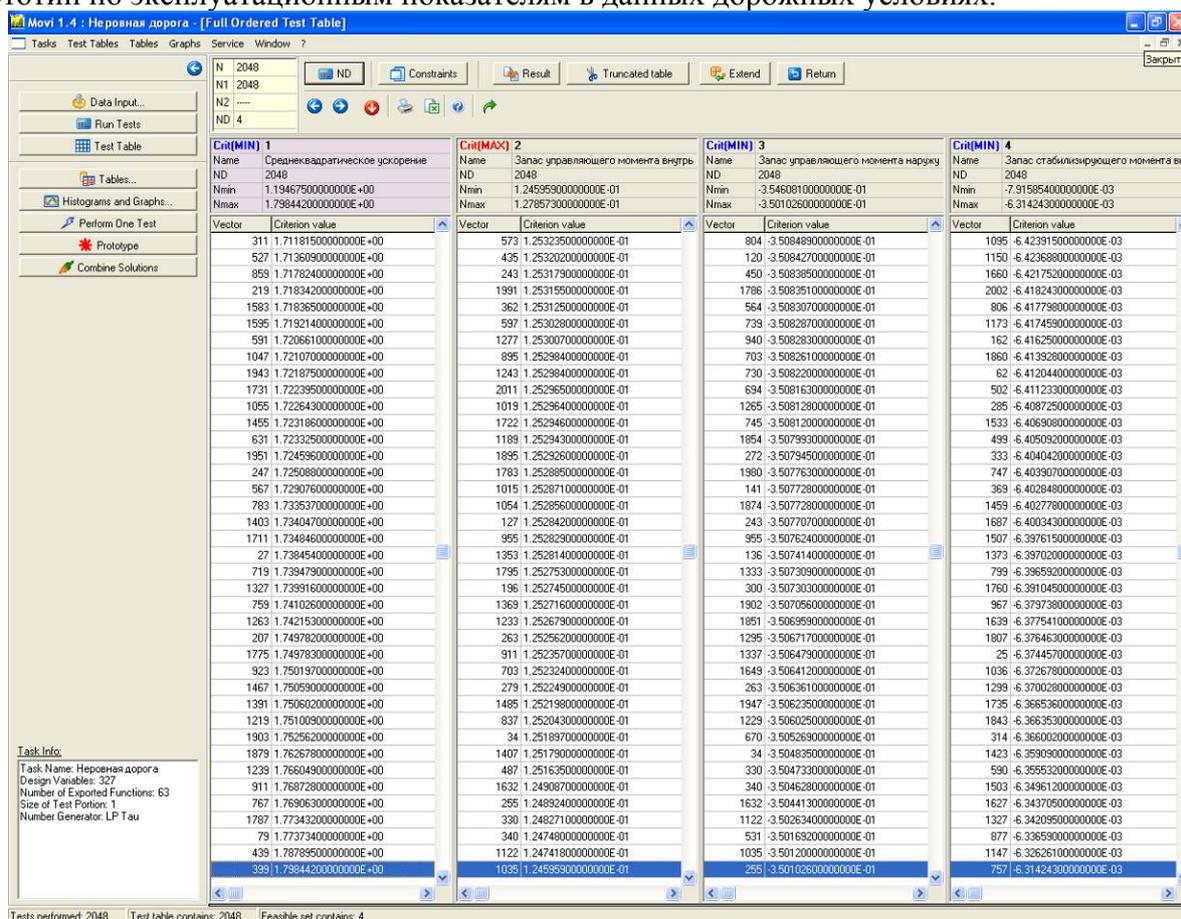


Рисунок 2 – Таблицы испытаний MOVI

По результатам анализа парето-оптимальных решений в различных дорожных условиях построены характеристики регулирования конструктивных параметров (рисунки 3, 4, и 5)

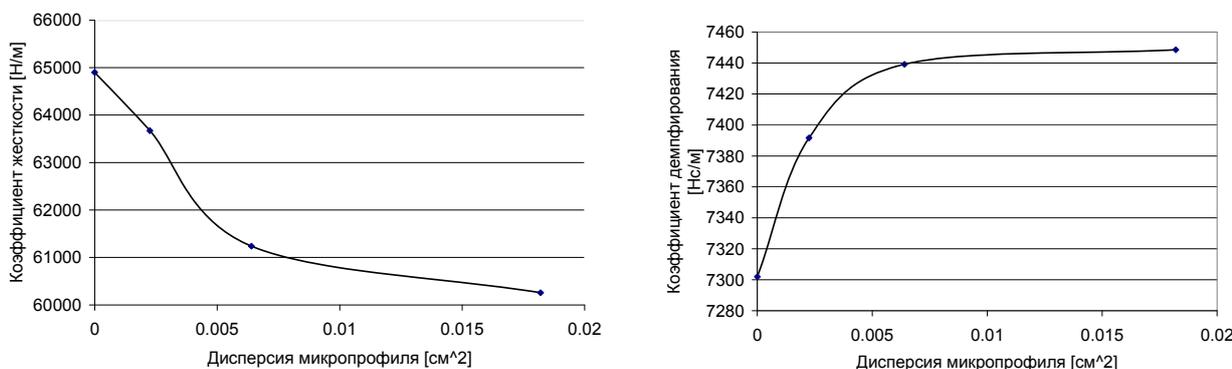


Рисунок 3 – Характеристики регулирования жесткости и демпфирования при вертикальном перемещении центра масс автомобиля в условиях микропрофиля дороги

Анализ характеристик регулирования показал, что для исследованного автомобиля с ухудшением дорожных условий требуются следующие изменения:

- уменьшение линейной жесткости передней и задней подвески на 7%;
- уменьшение угловой жесткости передней и задней подвески при боковом крене кузова на 1%;
- увеличение угловой жесткости передней и задней подвески при продольном крене кузова на 9 и 10% соответственно;
- увеличение демпфирования при вертикальном перемещении кузова на 2%;
- уменьшение демпфирования передней и задней подвески при боковом крене кузова на 3%;

- уменьшение демпфирования передней и задней подвески при боковом крене кузова на 3%;
- уменьшение демпфирования передней и задней подвески при продольном крене кузова на 2 и 4% соответственно.

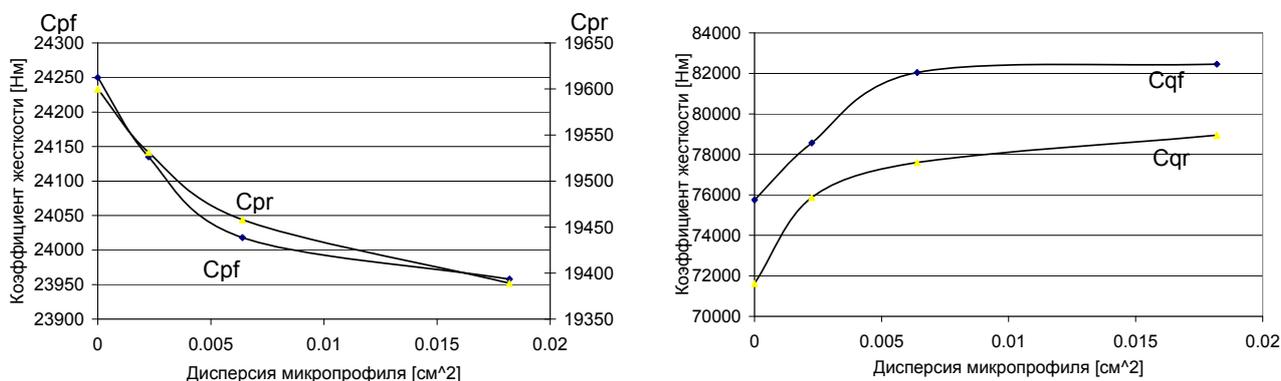


Рисунок 4 – Характеристики регулирования жесткости при боковом крене передней C_{pf} и задней C_{pr} подвески при продольном крене передней C_{qf} и задней C_{qr} подвески в условиях микропрофиля дороги

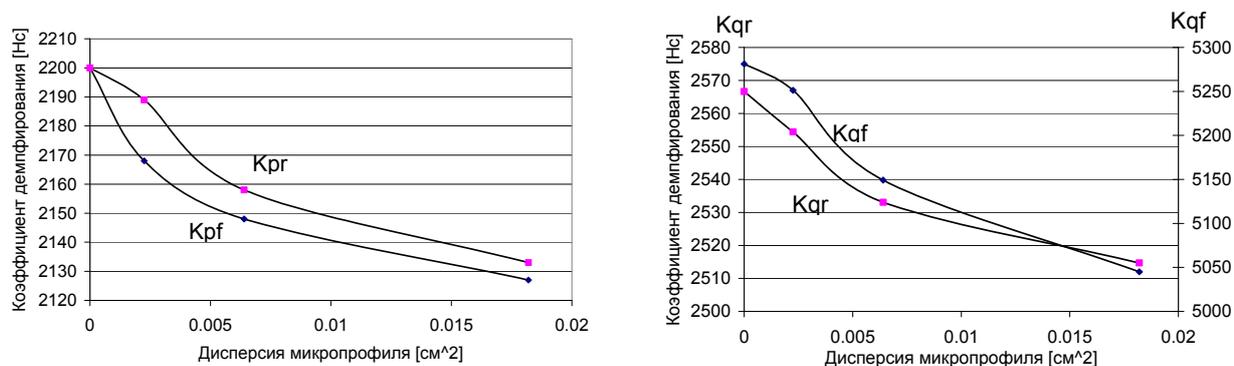


Рисунок 5 – Характеристики регулирования демпфирования при боковом крене передней K_{pf} и задней K_{pr} подвески и при продольном крене передней K_{qf} и задней K_{qr} подвески в условиях микропрофиля дороги

Выводы

Создана новая версия программного комплекса StabCon 2.0, предназначенного для исследования динамики движения автотранспортных средств и решения многокритериальных параметрических оптимизационных задач по улучшению эксплуатационных показателей автомобильной техники. При этом в программе имеется возможность создания новых или использование созданных ранее моделей, хранящихся в базе данных.

Методика постановки и решения многокритериальных параметрических задач первого этапа с регулируемыми параметрами опробована с использованием нового программного комплекса Stabcon 2.0 на примере легкового автомобиля класса В. Ставились задачи с регулируемыми параметрами подвески.

Для легкового автомобиля класса В получены характеристики регулирования значений линейной и угловой жесткости и демпфирования передней и задней подвески в зависимости от дорожных условий.

Литература

1. Бахмутов С.В., Ахмедов А.А., Орлов А.Б., Мальцев П.А. Прикладной программный комплекс для проектирования и доводки автомобильной техники методами многокритериальной параметрической оптимизации. //«Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. – М., МГТУ «МАМИ», № 2 (10) 2010 г.
2. Бахмутов С.В., Ахмедов А.А. Многокритериальная параметрическая оптимизация в зада-

чах совершенствования характеристик управляемости и устойчивости автотранспортных средств. //«Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. – М., МГТУ «МАМИ», № 2 (4) 2007 г.

3. <http://www.psi-movi.com/>

4. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями – М.: Дрофа, 2006. с. 175.

Влияние гироскопичности колес на вынужденные колебания автомобиля

д.т.н. проф. Глейзер А.И., Емельянов С.Р., к.т.н. доц. Лата В.Н., Ермолин А.В.

Тольяттинский государственный университет

akhm@tati.ru, 8 (495) 223-05-23, доб. 15-08

Аннотация. Статья посвящена исследованию влияния гироскопичности колес на вынужденные колебания легкового автомобиля, возбуждаемые статическим и моментным дисбалансом колес.

Ключевые слова: вынужденные колебания легкового автомобиля, гироскопичность колес

Конструкция автомобиля является одной из наиболее сложных колебательных систем, встречаемых в инженерном деле. Вибрация автомобиля представляет собой результат суперпозиции множества различных колебательных процессов, охватывающих весь спектр задач теории колебаний.

В работах [1, 2] рассматривались колебания автомобиля и его управляемых колес, возбуждаемые соответственно статическим и моментным дисбалансами колес. Эти две задачи описывались независимыми друг от друга системами дифференциальных уравнений. Однако если учесть влияние гироскопичности колес, то эти разрозненные задачи можно объединить в рамках единого колебательно процесса.

На рисунке 1 представлена подвеска переднеприводного автомобиля МакФерсон.

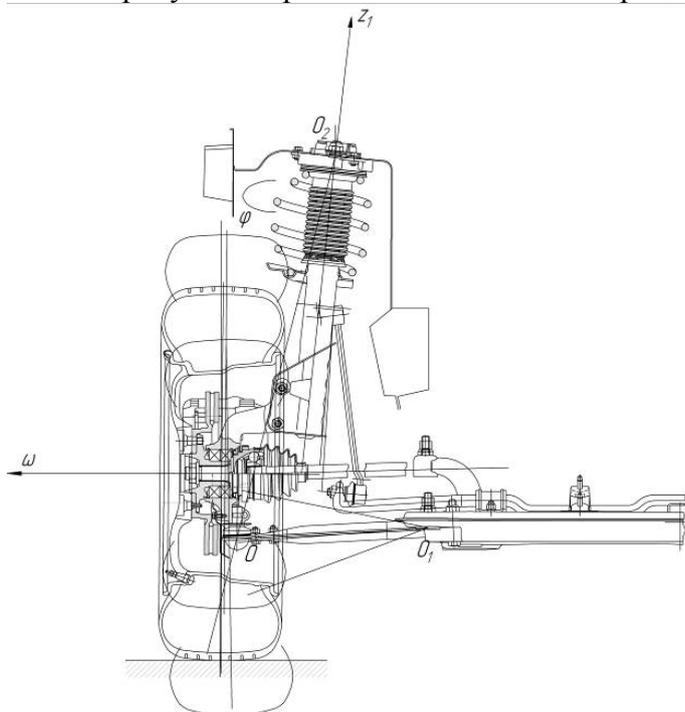


Рисунок 1

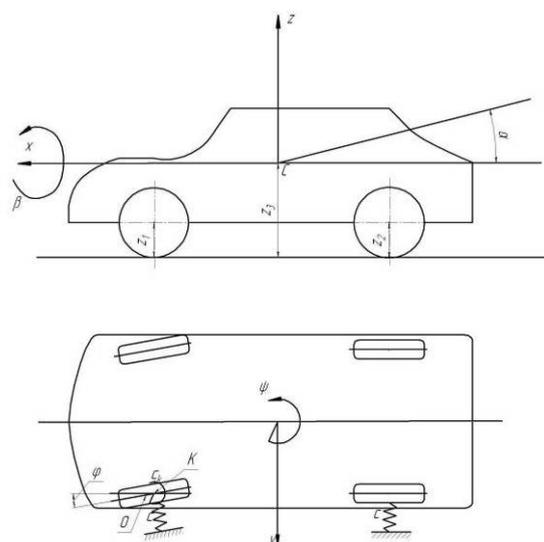


Рисунок 2

В режиме малых вертикальных колебаний такая подвеска обеспечивает практически неизменное угловое положение осей поворота управляемых колес относительно кузова, но при этом угловые колебания самого кузова относительно его продольной оси сопровождаются такими же угловыми перемещениями указанных осей. Таким образом, в указанном режи-