Модернизация передней подвески автомобиля с применением компьютерного моделирования

Дмитрий Мирошниченко, Александр Непорада

e-mail: dmtrm@mail.ru, a.neporada@mail.ru

В данной работе рассматривается метод улучшения кинематических характеристик передней подвески спортивного автомобиля (багги) используя копьютерное моделирование. Проведён анализ кинематики существующей подвески, даны рекомендации по улучшению кинематических характеристик.

1 Постановка задачи

Большое количество машин, участвующих в любительских соревнованиях багти имеют преклонный возраст. Они создавались в 80-е года прошлого века и до сих пор участвуют в соревнованиях. Часть из них претерпела изменения при попытках соответствовать возросшим скоростным параметрам трасс. А часть остается практически в неизменном виде. Условия развития этого вида спорта предполагают возрождение старой техники и адаптация ее к современным условиям или приобретение новых, более совершенных технически, автомобилей отечественной и иностранной постройки. Возрастающая конкуренция заставляет искать пути совершенствования существующих конструкций. Одним из наиболее быстрых и точных путей является компьютерное моделирование.

В данной работе исследованию и модернизации подверглась передняя подвеска автомобиля на поперечных, независимых, А-образных рычагах. На рисунке 1 показан общий вид исследуемого автомобиля. Небольшая историческая справка: год постройки автомобиля — 1984, в основу конструкции положены доминировавшие в те времена идеи и решения конструкторов Запорожского автозавода, а реализация конструктивных элементов отражала уровень доступности запасных частей в условиях всеобщего дефицита. За время эксплуатации автомобиль пережил несколько существенных перестроек, которые, однако, не коснулись направляющего аппарата подвесок.



Рисунок 1 – Общий вид автомобиля

Для улучшения технических характеристик передней подвески автомобиля необходимо было решить следующие задачи:

- 1. увеличить колею и базу, так как существующие параметры не соответствуют современному уровню развития спорта;
- 2. оптимизировать угол развала колеса на всём ходе подвески для улучшения устойчивости работы колеса в пятне контакта и, как следствие, управляемости;
- 3. минимизировать изменение угла схождения колеса на всём ходе подвески, т.е. согласовать геометрию рулевого привода и направляющего аппарата подвески;
- 4. минимизировать изменение расстояния между центрами пятен контактов колес при ходах подвески т.е. реальной колеи, приводящей к возникновению паразитных боковых усилий при прохождении неровностей.

2 Исследование

Были получены координаты существующей геометрии передней подвески автомобиля. В таблице 1 показаны координаты точек (в скобках показаны данные для мофицированного варианта подвески). Координаты модифицированного варианта скрывают целый ряд проб и модельных прогонов, в результате которых был выведен оптимизированный набор координат.

Начало отсчёта системы координат находится на передней оси автомобиля. Ось X направлена вдоль автомобиля, ось Y поперёк автомобиля, ось Z снизу вверх автомобиля. Ноль по оси X находится на передней оси автомобиля, ноль по оси Y находится в центре автомобиля, начало по оси Z находится на уровне дороги.

Таблица 1 — Координаты точек подвески

Точка	Координата Х	Координата Ү	Координата Z
Передняя точка верхнего левого рычага	-190	-375 (-295)	382 (425)
Задняя точка верхнего левого рычага	245	-445 (-365)	382 (425)
Передняя точка нижнего левого рычага	-190	-220 (-200)	155 (205)
Задняя точка нижнего левого рычага	210	-290 (-270)	155 (205)
Верхняя левая шаровая опора	25 (-178)	-630 (-708)	400 (438)
Нижняя левая шаровая опора	-15 (-212)	-670 (-731)	180 (218)
Наружный шарнир левой рулевой тяги	-120 (-60)	-695 (-665)	285 (300)
Внутренний шарнир левой рулевой тяги	-120 (-60)	-320 (-203)	250 (288)

Модель передней подвески автомобиля была построена в программном комплексе (ПК) ФРУНД [1]. На рисунке 2 показан общий вид модели в ПК ФРУНД.

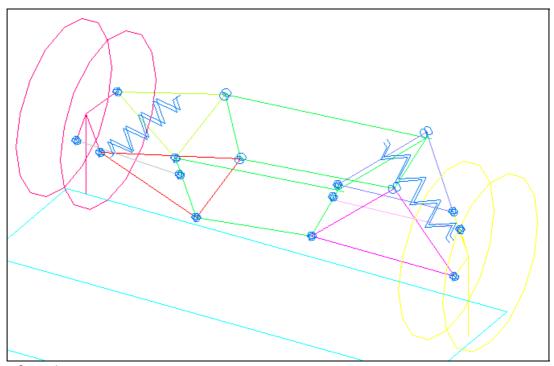


Рисунок 2 – общий вид модели передней подвески

рисунке Ha показана передняя подвеска автомобиля сверху. Слева модернизированный вариант подвески, наглядности) справа (для вариант до модернизации. Стрелкой указано направление движения автомобиля.

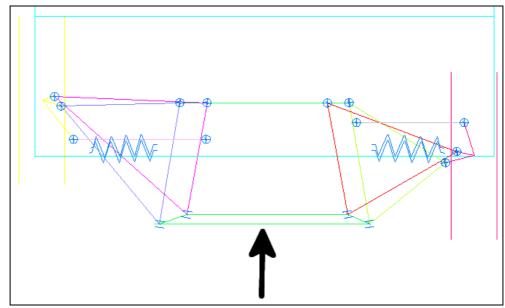


Рисунок 3 — передняя подвеска, вид сверху (стрелкой показано направление движения автомобиля)

Для анализа работы подвески были выбраны три критерия оптимизации:

- 1. угол схождения колёс в зависимости от хода колеса;
- 2. угол развала колёс в зависимости от хода колеса;
- 3. изменение колеи в зависимости от хода колеса.

Была смоделирована кинематика подвески при ходе колеса. Рама автомобиля закреплёна, перемещение колёс моделировалось приложением вертикальных сил в точке пятна контакта колеса.

На рисунках 4 — 7 показаны графики изменения угла схождения, угла развала и колеи при ходе колеса для двух вариантов подвески.

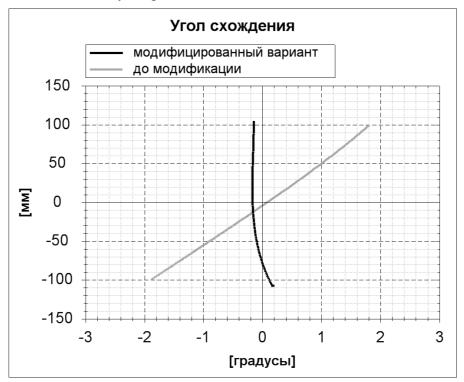


Рисунок 4 — Зависимость угла схождения от хода правого переднего колеса для двух вариантов подвески

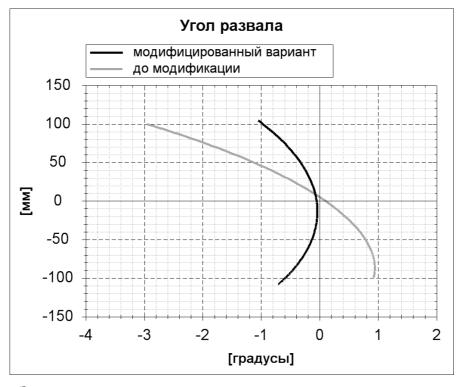


Рисунок 5 - Зависимость угла развала от хода правого переднего колеса для двух вариантов подвески

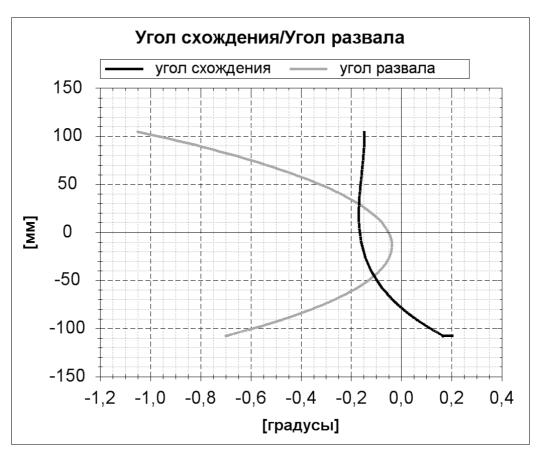


Рисунок 6 – Зависимости углов схождения и развала колеса от хода

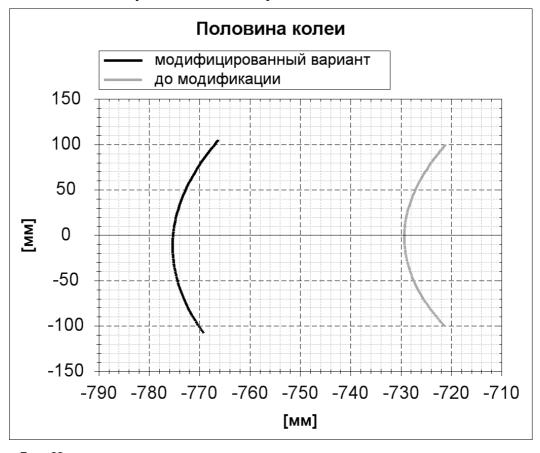


Рисунок 7 — Изменение половины колеи при ходе колеса для двух вариантов подвески

На рисунке 7 приведена размерность изменения половины колеи, то есть фактическое изменение колеи будет в два раза больше.

На рисунках 8-10 показаны фотографии узлов автомобиля до модификации и после.



Рисунок 8 – Общий вид поворотного кулака после модификации



Рисунок 9 – Передняя левая подвеска до модификации



Рисунок 10 – Передняя левая подвеска после модификации

3 Выводы

Использованный метод исследования подвески позволил добиться поставленной задачи, а именно минимизировать обозначенные выше параметры:

- 1. изменение угла схождения на всём ходе колеса удалось уменьшить с 4 до 0,4 градусов (рисунок 4);
- 2. изменение угла развала на всём ходе колеса удалось уменьшить с 4 до 1 градуса (рисунок 5);
- 3. изменение колеи удалось уменьшить с 2 до 1 см (рисунок 6).

Использование компьютерного моделирования позволяет в сжатые сроки исследовать и модернизировать кинематику работы уже существующей подвески автомобиля.

4 Список использованной литературы

[1] http://frund.vstu.ru