

Гурвич Ю.А., Лебедев Е.П.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Многокритериальная оптимизация параметров рулевых трапеций автобусов и автомобилей МАЗ

Хорошо известно, что все задачи проектирования машин, их узлов и механизмов всегда многокритериальные и представляют собой задачи многокритериального синтеза. Однако, многие задачи проектирования машин и их узлов (например, задачи проектирования управляемых осей автомобилей, автобусов и всех колесных транспортных средств), несмотря на многокритериальность, до сих пор рассматриваются как однокритериальные. При этом оптимизируют лишь несколько параметров математического описания при каком-то одном фиксированном значении скорости машины, поочередно варьируя величину одного из параметров при неизменных значениях остальных. В расчетах, связанных с динамикой автомобиля, используют характеристики шин, полученные при статических испытаниях, и, в лучшем случае, - из экспериментальной зависимости «боковая сила от угла увода», несмотря на то, что должны использоваться динамические характеристики шин. В литературе отсутствуют адекватные практике критерии количественного определения устойчивости, безопасности, стабилизации движения машины (с учетом среднего времени реакции водителя) и т.д. Естественно, что все это не позволяет на стадии проектирования машин создать конструкцию с заранее заданными свойствами (выходными динамическими характеристиками или критериями: устойчивость, безопасность, стабилизация движения машины и плавность хода и т.д.), тем более во всем скоростном диапазоне движения машины. Поэтому до сих пор улучшать характеристики некоторых узлов автобусов и автомобилей «МАЗ» вынуждены не на стадии проектирования этих машин, а в процессе эксплуатации, путем проведения длительных и дорогостоящих экспериментов.

В последнее время для ускорения разработки и постановки на производство новых поколений высокоэффективных машин на колесном ходу, конструкторы стали успешно применять различные по сложности и объему расчетно-методические аппараты (РМА), которые с помощью ЭВМ еще на стадии проектирования помогают создавать машины с заранее заданными выходными характеристиками соответствующими предъявляемым требованиям.

Все это послужило основанием для разработки новых методик и программ (нового РМА), позволяющих на стадии проектирования транспортных средств исследовать их выходные характеристики.

Задача определения оптимальных параметров рулевой трапеции по критерию износа шин (который формализован в виде нормы Гильберта) из однокритериальной задачи нелинейного программирования (при постоянных величинах шкворневой колеи L и базы машины M) переходит в многокритериальную задачу с числом критериев в $i*j$ раз большим, чем у однокритериальной. В отличие от предыдущей программы, где определена рациональная рулевая трапеция для целого ряда машин имеющих разные базы, сложность данной программы возрастёт в j раз. Это резко усложняет решение задачи.

251658240

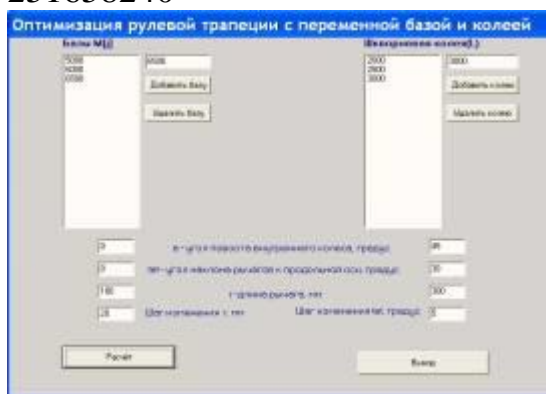


Рисунок 1. Главная форма программы оптимизации рулевой трапеции с переменной базой и колеей

251658240

Параметр	Исходное значение	Расстояние	Гет	i	5000-2000	5000-2500	5000-3000	6000-2000	6000-2500	6000-3000
46	958.81	15	300	7.225	51.867	172.053	30.072	9.023	56.927	
38	959.268	15	280	7.831	53.828	175.970	26.089	8.329	58.008	
32	172.867	15	280	6.828	55.917	179.130	25.072	9.002	62.312	
25	178.207	15	240	6.899	57.521	182.247	23.24	10.256	62.023	
19	178.959	15	220	6.95	59.97	185.379	21.589	10.791	61.769	
11	193.804	15	280	7.815	62.013	188.519	19.984	11.286	65.52	
4	197.448	15	180	7.271	64.718	191.662	18.513	11.86	67.206	
5	271.702	20	180	74.286	10.376	32.693	167.717	90.247	9.363	
12	295.644	20	280	79.489	11.206	31.804	175.879	53.62	9.884	
19	308.207	20	220	85.01	12.16	29.374	183.368	57.853	10.507	
26	315.418	20	240	90.076	13.246	27.804	191.823	60.649	11.206	
23	337.298	20	260	96.927	14.409	26.298	200.973	64.415	11.992	
44	347.866	20	280	103.957	15.833	24.898	210.322	68.296	12.869	
47	365.169	20	380	118.129	17.344	23.496	220.854	72.479	13.84	
48	462.927	10	380	130.772	273.219	585.022	32.454	129.447	279.22	

Рисунок 2. Форма результатов расчета параметров рулевой трапеции с переменной базой и колеей

Потребуется новый математический аппарат во много раз более сложный, чем для ранее реализованных задач, в котором будет использован алгоритм многокритериальной оптимизации, базирующийся на выделении множества Парето при переменных M_i и L_j .

Для реализации этой задачи выполнено следующее:

- 1) Разработана механико-математическая модель рулевой трапеции для машин с различными базами и колеями. Обоснован критерий оптимальности – норма Гильберта.
- 2) Разработаны методика, алгоритм и комплекс программ многокритериальной оптимизации параметров оптимальной рулевой трапеции для ряда машин с различными базами M_j и колеями L_j [12].

Выводы. 1. Впервые разработана программа многокритериальной оптимизации значений параметров такой рулевой трапеции, которая является рациональной

для целого ряда машин, имеющих разные базы M_i и колеи L_j .

2. Ряд численных экспериментов, проведенных с использованием реальных значений входных параметров (где база менялась от 3300мм до 5500мм) показал, что целесообразно проектировать несколько рулевых

трапеций, каждая из которых будет соответствовать своему диапазону соотношений база-колея.

Литература

1. Гурвич Ю.А. Практические, научные и методические предпосылки введения многокритериального синтеза и других прогрессивных технологий обучения в статику, кинематику и динамику. Теоретическая и прикладная механика: сб. науч. трудов. Мн.: УП «Технопринт», 2003.- 252с.
2. Гурвич Ю.А. Новые прикладные критерии колебательной и апериодической устойчивости движения колес транспортных средств. Актуальные проблемы в динамике и прочности в теоретической и прикладной механике: Сб. науч. тр. – Мн.: 2001. с.148-162.