

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

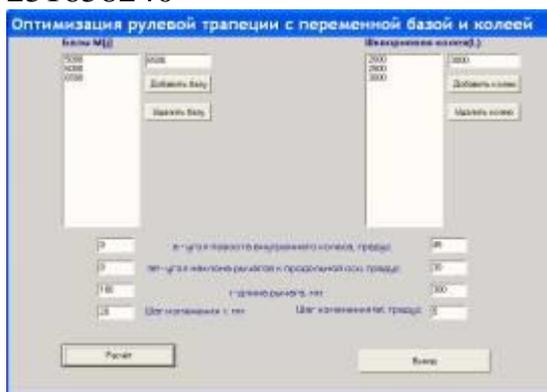


Рисунок 1. Главная форма программы оптимизации рулевой трапеции с переменной базой и колеей

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 | 31.304 | 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 | 11.952 | |
| 44 | 347.866 | 20 | 280 | 103.957 | 15.833 | 24.898 | 210.322 | 68.256 | 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 | 27.219 | 589.022 | 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.