

$$\begin{aligned}
& \frac{(-\lambda_2 r_{d1} \cos(\alpha_1 - \varphi_1) + \lambda_1 r_{d2} \cos(\alpha_2 + \varphi_2)) \cos \alpha_2}{z} \\
B[2] = & F_{f1} \sin \alpha_1 - F_{f2} \sin \alpha_2 + F_{jy} + \\
& + \frac{(\lambda_2 r_{d1} \cos(\alpha_1 - \varphi_1) - \lambda_1 r_{d2} \cos(\alpha_2 + \varphi_2)) \sin \alpha_1}{z} \\
& - \frac{(-\lambda_2 r_{d1} \cos(\alpha_1 - \varphi_1) + \lambda_1 r_{d2} \cos(\alpha_2 + \varphi_2)) \sin \alpha_2}{z}; \\
B[3] = & a \frac{(\lambda_2 r_{d1} \cos(\alpha_1 - \varphi_1) - \lambda_1 r_{d2} \cos(\alpha_2 + \varphi_2)) \sin \alpha_1}{z} \\
& - b \frac{(-\lambda_2 r_{d1} \cos(\alpha_1 - \varphi_1) + \lambda_1 r_{d2} \cos(\alpha_2 + \varphi_2)) \sin \alpha_2}{z} \\
z = & i_2 \lambda_1 \cos(\alpha_2 + \varphi_2) + i_1 \lambda_2 \cos(\alpha_1 - \varphi_1).
\end{aligned}$$

Нами была разработана программа, позволяющая аналитическим методом рассчитывать изменения радиуса поворота колесной машины со всеми управляемыми колесами, как с дифференциальным межосевым приводом, так и с заблокированным межосевым приводом, что позволяет определять вид статической поворачиваемости машины в зависимости от ее конструктивных параметров и условий эксплуатации на этапе проектирования.

УДК 62-762(035)

КИНЕМАТИКА РУЛЕВЫХ ТРАПЕЦИЙ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЕЁ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ

*Пивоварчик Евгений Вячеславович,
Дымский Евгений Олегович*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Атаманов Ю.Е.
(Белорусский национальный технический университет)*

В данной работе проведен анализ кинематики поворота троллейбуса и кинематики рулевых трапеций, а также представлены мето-

дики оптимизации некоторых параметров четырехзвенной и шестизвенной рулевых трапеций.

При криволинейном движении все колеса троллейбуса катятся с единым мгновенным центром поворота даже при нарушении кинематики поворота управляемых колес. Такое «согласование» кинематики поворота троллейбуса и кинематики поворота управляемых колес происходит за счет боковой деформации шин и в некоторых случаях бокового скольжения передних или задних колес. Скользят обычно колеса, имеющие меньшую нормальную нагрузку или находящиеся в худших условиях сцепления. Деформация шин и боковое скольжение колес приводит к увеличению силы сопротивления качению, повышенному износу шин и увеличенному расходу топлива при совершении поворота.

Как известно, при криволинейном движении управляемые колеса троллейбуса должны поворачиваться на разные углы – внутреннее колесо поворачивается на больший угол, чем наружное. Поворот управляемых колес троллейбуса на разные углы и согласование углов их поворота с кинематикой поворота троллейбуса осуществляется с некоторой погрешностью рулевой трапеции.

Для получения правильного соотношения между углами поворота колес (кинематики рулевой трапеции) необходимо подобрать размеры элементов рулевой трапеции и согласовать их с базой и шириной колеи (кинематики поворота) троллейбуса. Основным фактором, определяющим кинематику рулевой трапеции, является угол наклона (установки) рулевых рычагов при нейтральном положении управляемых колес, длина рулевых рычагов, а также длина рулевой сошки в шестизвенной рулевой трапеции.

В работе представлены методики оптимизации некоторых параметров четырехзвенной и шестизвенной рулевых трапеций. Рассмотрим алгоритм работы на примере шестизвенной рулевой трапеции.

Для начала работы необходимо ввести параметры шести-звенной рулевой трапеции, которую нужно будет оптимизировать.

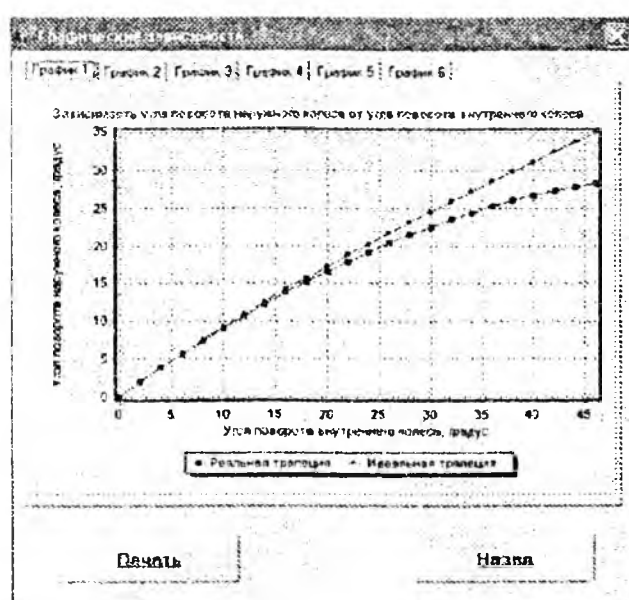


Рисунок 1

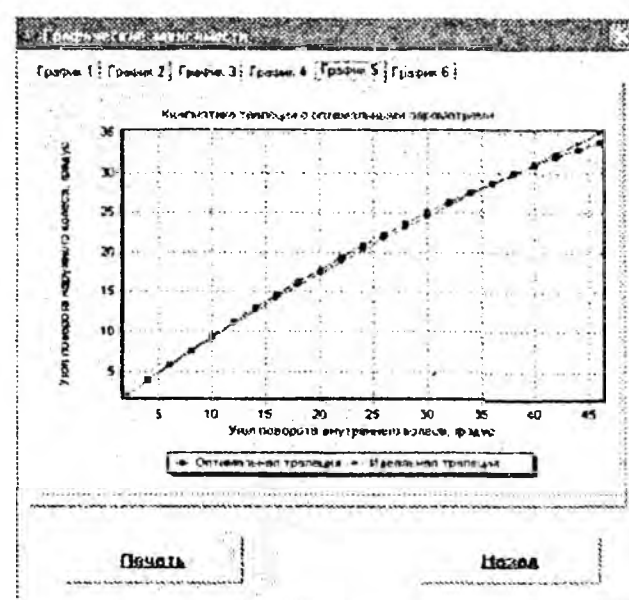


Рисунок 2

Вы можете посмотреть зависимость действительного угла поворота наружного управляемого колеса от угла поворота внутреннего колеса при указанных параметрах (рисунок 1), а также сравнить ее с теоретической зависимостью.

Оптимизация трапеции начинается с поиска оптимального угла установки рулевых рычагов. Критерий поиска – наименьшая сумма квадратов отклонений $\sum \Delta^2$ действительных углов поворота управляемых колес от теоретических углов поворота. Изменение этого критерия от угла установки рулевых рычагов показано на рисунке 3. Оптимальный угол установки поворотных рычагов определяется методом золотого сечения.

После расчета оптимального угла установки рулевых рычагов, переходим к исследованию влияния длины рулевой сошки на кинематику шестизвенной рулевой трапеции (остальные параметры трапеции – фиксированы, причем угол установки рулевых рычагов принимался равным оптимальному углу установки рулевых рычагов). Критерием приближения кинематики действительной шестизвенной рулевой трапеции к идеальной в зависимости от длины рулевой сошки яв-

лялась сумма квадратов отклонения $\sum \Delta^2$ действительного угла поворота наружного управляемого колеса от его теоретического угла поворота. Результаты этих исследований представлены на рисунке 4. Поиск оптимальной длины рулевой сошки осуществляется методом золотого сечения.

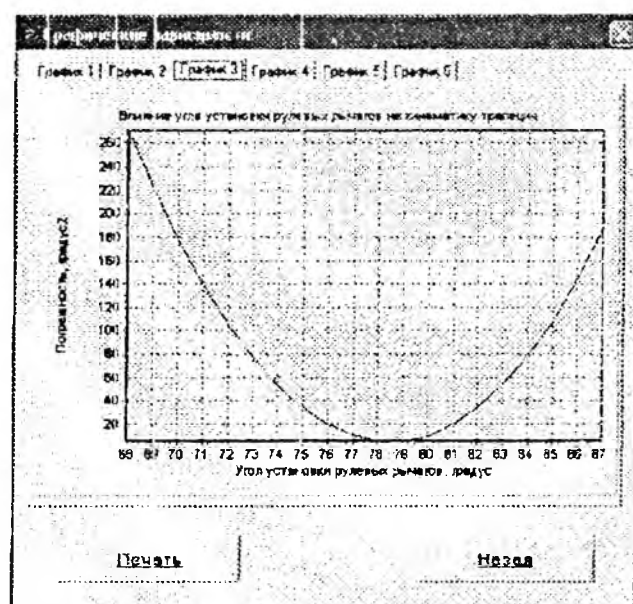


Рисунок 3

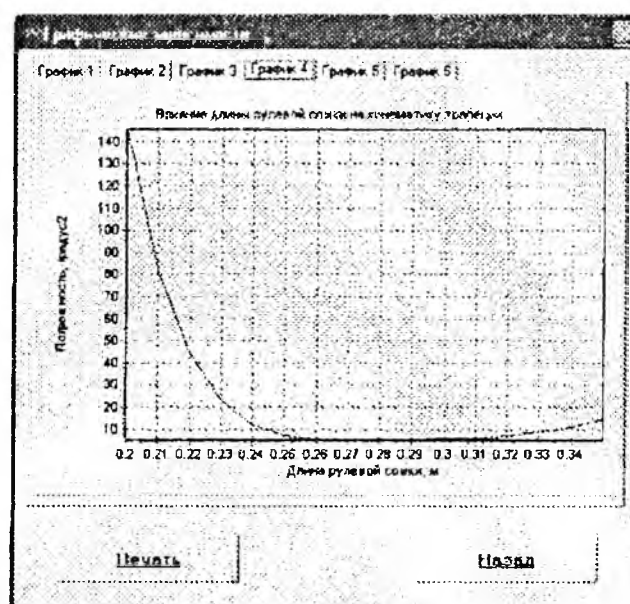


Рисунок 4

Вы можете посмотреть зависимость действительного угла поворота наружного управляемого колеса от угла поворота внутреннего колеса оптимизированной трапеции (рисунок 2), а также сравнить ее с теоретической зависимостью.

В заключении еще раз бы хотелось сказать, что в ходе работы были разработаны аналитические зависимости, позволяющие расчетным методом исследовать кинематику рулевых трапеций, что повышает точность и уменьшает время, необходимое для исследования кинематики рулевой трапеции.