

**М. В. Иванов, Д. Лаптанович, Ю. А. Гурвич**

*Белорусский национальный технический университет*

## **Экспериментальные характеристики шин самоходных колесных машин**

Для ускорения разработки и постановки на производство новых поколений высокоэффективной техники необходимо осуществить широкую автоматизацию проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ и внедрить автоматизированные системы в стадию проектирования.

В частности, для транспортного и сельскохозяйственного машиностроения автоматизация является важнейшей научно-технической проблемой.

Необходимо провести работы по автоматизации проектирования управляемых осей в сборе с рулевыми трапециями, колесами и подвесками автобусов. Решению этой задачи как раз и посвящена данная научно-исследовательская работа. «Разработать и внедрить программу расчета многопараметрической системы рулевого привода управляемых осей, обеспечивающую улучшение характеристик устойчивости и управляемости, безопасности движения, износа шин, плавности хода автобусов во всем частотном и скоростном диапазоне движения, выполняемая в рамках государственной научно-технической программы «Белавтотракторостроение».

Практика эксплуатации автомобилей, тракторов, комбайнов и других самоходных машин с управляемыми неразрезными мостами и управляемыми осями показала, что иногда управляемые колеса совершают незатухающие колебания относительно шкворней (автоколебания, или шимми), обладают недостаточной стабилизацией, интенсивно изнашиваются. В результате резко ухудшаются выходные характеристики всей машины – устойчивость и управляемость, плавность хода и т. д. Уменьшается продолжительность работы деталей и узлов машины. Резко понижаются показатели безопасности движения транспортного средства.

Поэтому исследованию выходных характеристик машин в зависимости от значений параметров управляемой оси, рулевой трапеции, колес с шинами и подвески (углов развала, схождения, наклона шкворней, длины рычагов рулевой трапеции, цапф и балки оси, моментов инерции колес и балки оси, жесткости рулевой трапеции и упругих элементов подвески, кинематических и жесткостных коэффициентов катящихся шин, их коэффициентов сопротивления уводу и т.д.) посвящено большое число теоретических и экспериментальных работ специалистов из различных стран мира.

В результате разработаны математические описания (системы дифференциальных уравнений) движения и стабилизации управляемых колес различных машин, в том числе уравнения неголономных связей катящегося эластичного колеса. Получены многочисленные экспериментальные и расчетные данные, касающиеся взаимодействия колеса с опорной поверхностью, влияния различных параметров машин на их выходные характеристики (критерии). Предложены различные критерии устойчивости движения управляемых колес, плавности хода машин и т.д.

Однако до сих пор в литературе задача проектирования управляемых осей машин, несмотря на многокритериальность, рассматривается как однокритериальная (причем существующие критерии устойчивости не учитывают показателей стабилизации, среднего времени реакции водителя и т.д.). 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. При большом числе варьируемых параметров эта методика даже при применении ЭВМ исключительно трудоемка, а в ряде случаев и малоэффективна. В математические описания движения управляемых колес до сих пор подставляют значения коэффициентов шин, которые не отображают реальные режимы движения колес машины. Например, подставляют значения кинематических коэффициентов, соответствующие диапазону путевой частоты от 0 до 0,5 рад/м, хотя автоколебания управляемых колес происходят в диапазоне от 0 до 25 рад/м, и значения жесткостных коэффициентов шин, определяемых в результате проведения статических экспериментов, в то время как поведение управляемых колес описывается в динамике.

Очевидно, что у спроектированной передней оси по описанной выше методике в процессе эксплуатации транспортного средства на некоторых скоростях движения обязательно возникнут автоколебания колес и многие другие негативные явления. Для их устранения конструкторы вынуждены проводить длительные и дорогие экспериментальные доводочные работы с опытными образцами транспортных средств. Однако в результате проведения доводочных работ далеко не всегда удается сформировать машину со всеми удовлетворительными характеристиками.

Поскольку устойчивость движения и стабилизация управляемых колес и другие выходные характеристики машины определяются выбором значений геометрических и, вообще, конструктивных параметров, целесообразно снабдить конструкторов расчетно-методическим аппаратом, позволяющим с помощью ЭВМ еще на стадии проектирования исследовать свойства будущей машины, эффективно согласовывать во всем скоростном диапазоне динамические характеристики шин с динамическими свойствами передней оси, назначать эти свойства соответствующими предъявляемым требованиям и соответственно определять параметры машин. При проектировании

передней оси следует назначать такие сочетания конструктивных параметров (углы развала, схождения, наклона шкворней, длины цапфы и балки оси, моменты инерции колеса и балки оси, жесткость рулевой трапеции и упругих элементов подвески и т.д.), при которых происходит улучшение выходных характеристик: автоколебания управляемых ведомых колес отсутствуют, а их стабилизация достаточна и т.д. во всем скоростном диапазоне движения машины.

Такой подход позволит существенно сократить сроки и снизить затраты на создание перспективных моделей автобусов, повысить их качество, а также сравнить существующие конструкции автобусов с оптимальными и наметить пути их улучшения.