РАЗДЕЛ VIII. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Глазков Ю.Е., Глазкова М. М., Попов М.А.

Анализ устойчивости движения автопоезда с управляемым полуприцепом

Тамбовский государственный технический университет

(Россия, Тамбов)

doi: 10.18411/lj-12-2020-91

idsp: ljournal-12-2020-91

Аннотация

В данной статье проанализированы показатели маневренности автопоезда. Проведен обзор публикаций по исследованию динамического поведения звеньев автопоездов и определению показателей управляемости и устойчивости движения.

Ключевые слова: автопоезд, маневренность, полуприцеп, управляемость, устойчивость, движение, автотранспортное средство.

Abstract

This article analyzes the maneuverability indicators of a road train. A review of publications on the study of the dynamic behavior of road trains and the determination of indicators of controllability and stability of traffic is carried out.

Keywords: road train, maneuverability, semi-trailer, handling, stability, movement, motor vehicle.

Маневренность автотранспортного средства (АТС) – совокупность таких свойств, которые обеспечивают беспрепятственное движение по опорной поверхности, имеющей ограничения как по площади, так и по форме. Ограничения при движении АТС могут быть пространственные, которые связаны с длиной и высотой транспортного средства, а также ограничения по форме и размерам дорожного полотна [1].

Для оценки маневренности используют характеристики [1,2,3]: габаритная полоса движения, минимальный и максимальный габаритные радиусы поворота, поворотная ширина по следу колес, параметр маневренности при круговом движении, степень смещения траектории движения ведомого звена автопоезда относительно ведущей.

Закиным Я.Х. [1,2,4] исследовались проблемы горизонтальной устойчивости автопоезда и маневренности. В своих работах он отмечал, что на поворотах и закруглениях дорог габаритная полоса движения автопоезда увеличивается. Это, в свою очередь, ухудшает все показатели маневренности автотранспортного средства.

Удовлетворительная маневренность автопоезда выражается в возможности его вписываться во все повороты, встречающиеся на маршрутах движения, и маневрировать в пунктах погрузки и разгрузки.

Значительное количество работ посвящено экспериментальным исследованиям по определению показателей маневренности автопоездов. В процессе выполнения этих исследований установлено, что на форму и размеры габаритной полосы движения существенно влияют параметры, определяющие режим поворота, – угловая скорость поворота управляемых колес автомобиля-тягача и скорость его поступательного движения.

При повороте автопоезда задняя ось полуприцепа самоустанавливается под действием боковых составляющих реакций дороги. При этом единый центр поворота

полуприцепа располагается (без учета боковой эластичности шин) на продолжении средней ходовой оси, что соответствует уменьшению базы полуприцепа и обеспечивает устойчивое прямолинейное движение. Для возможности маневрирования задним ходом самоустанавливающаяся ось блокируется. Основным недостатком автопоездов с самоустанавливающейся осью полуприцепа является существенное уменьшение критической скорости движения до 35..40 км/ч. Поэтому на автопоездах с длиннобазными полуприцепами применяют управляющие поворотные устройства, за счет которых, как отмечается в работах [5, 6], существенно могут быть улучшены измерители и показатели маневренности автопоезда.

Курсовая неустойчивость автомобилей и автопоездов является одним из случаев общей неустойчивости механических систем. Основными причинами неустойчивости АТС являются [7]:

- увод в сторону от заданного направления движения, который определяется действующими на АТС силами и взаимным расположением центра масс, центра бокового увода (точки нейтральной поворачиваемости);
- превышение возмущающих момента над общим восстанавливающим моментом (выражается в резком росте значений параметров движения и быстром достижении ими предельных величин);
- совпадение частот собственных колебаний и внешних возмущений, приводит в случае линейной системы в резонанс и колебательному росту значений параметров движения до достижения ими предельных величин, а в случае нелинейной системы - к установлению вынужденных колебаний с постоянной амплитудой;
- колебания с постоянной амплитудой в результате передачи внутренней энергии АТС.

Основы теории устойчивости движения были заложены в 1892 году академиком А.М. Ляпуновым [7], который решил общую задачу устойчивости установившегося движения. Свое развитие, в отношении устойчивости движения автомобиля, эта теория получила в работе Я. Певзнера [8], который взял за основу математическое толкование теории устойчивости по Ляпунову. Дальнейшее развитие теории устойчивости движения автомобиля было осуществлено в работах А.С. Литвинова, В.А. Илларионова, Д. А. Антонова, Л. Лобаса и др.

В приведенных выше работах рассматривались, как правило, вопросы управляемости и устойчивости двухосных и трехосных автомобилей. Так как результаты исследований устойчивости этих автомобилей нельзя распространять на многоосные автомобили и автопоезда, то при их создании приходится руководствоваться, в основном, практическим опытом, а теорию рабочего процесса разрабатывать на результатах исследований опытного образца. Такой эксперимент требует больших затрат средств и времени. Есть ряд исследований [9], направленных на разработку теоретических проблем проектирования и создания общей теории многоосных автомобилей, в том числе и автопоездов, раскрывающих сущность физических явлений, сопровождающих потери устойчивости, результаты которых позволяют закладывать заданные свойства уже на стадии проектирования.

Анализ конструкций полуприцепов, используемых для комплектации автопоездов, показывает на их значительное разнообразие. Даже при одинаковой грузоподъемности и одинаковом назначении автопоезда различаются числом осей, размещением их по базе, количеством управляемых осей и месту их расположения и т.д.. Такое положение объясняется незавершенностью процесса разработки общей теории устойчивости многоосных автомобилей и автопоездов, а также недостаточностью опыта их проектирования, исследований и эксплуатации. Для

обеспечения устойчивости движения многоосных автомобилей и тележек полуприцепов с передними и задними управляемыми колесами привод управления задними колесами должен обеспечивать их пассивную роль в формировании возвратно момента на всех режимах движения и поворота [10]. При создании таких АТС требуется разработать специальный привод поворота управляемых колес, который обеспечил бы поворот задних колес в зависимости от угла поворота передних и скорости движения автопоезда.

Для обеспечения устойчивости системы «водитель-автопоезд-дорога» необходимо, хотя и недостаточно, чтобы были обеспечены собственная устойчивость и управляемость автомобиля и полуприцепа, то есть свойства, которые закладываются в его конструкцию.

Антоновым Д. А. в теории устойчивости движения многоосных автомобилей, которая базируется на рассмотрении всех общих конструктивных решений: многоосный автомобиль рассматривается с произвольным числом осей, с произвольным размещением их по базе, в произвольной схеме рулевого управления и с учетом особенностей принятой схемы трансмиссии [10]. В этой теории под устойчивостью движения понимается свойство конструкции автомобиля сохранять заданные дифференциальные параметры управляемого, но некорректируемого движения после прекращения действия возмущающих сил.

Изучать движение автопоезда наиболее удобно, когда перемещение в поперечном направлении отсутствует (то есть при прямолинейном движении), так как такое движение определяется внутренними свойствами системы, а не видом траектории, близкой к прямолинейной, причем при высокой скорости движения. Таким образом, исследования проводятся на прямолинейных участках пути. Одиночный автомобиль, квалифицированно управляемый в нормальных, неаварийных обстоятельствах, осуществляет предусмотренные и контролируемые водителем движения. Автопоезду свойственна неустойчивость движения, характеризующаяся наличием горизонтальных колебаний (виляний) прицепного звена [2]. Дополнительное негативное влияние на устойчивость движения осуществляет система управления поворотом колес прицепного звена. Критическая скорость автопоездов с управляемыми звеньями всегда ниже, чем у автопоезда с неуправляемыми звеньями.

Из проведенного анализа следует, что устойчивость автопоезда с управляемым полуприцепом можно оценивать критической скоростью прямолинейного движения, максимальной скоростью, боковым ускорением, угловой скоростью.

1. Закин Я.Х. Прикладная теория движения автопоезда. – М.: Транспорт, 1967. – 225 с.
2. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда. – М.: Транспорт, 1986. – 137 с.
3. Фаробин Я.Е. Оценка эксплуатационных свойств автопоездов для международных перевозок /Я.Е. Фаробин, В.С. Щупляков. – М.: Транспорт. 1983. – 200 с.
4. Закин Я.Х. Ширина проездов при движении автопоездов / Я.Х. Закин. – М.: Транспорт, 1968. – 81с.
5. Крышень Н.И. Дополнительный критерий оценки максимально допустимой базы двухосного полуприцепа // Автомобильная промышленность. – 1978. – №6. – С. 23-24
6. Курочкин А.С. Исследование маневренности и устойчивости автомобильного поезда с длиннобазным многоосным полуприцепом. Дис...канд.техн.наук. – Киев, 1978. – 162 с.
7. Трехзвенные автопоезда /Я.Е. Фаробин, А.М. Якобашвили, А.М. Иванов и др. Под общ. ред. Я.Е.Фаробина – Машиностроение, 1993. – 224 с.: ил.
8. Певзнер Я.М. Теория устойчивости автомобиля. – М.: Машгиз, 1947. –156 с.
9. Самойленко С.А. Методика оценки устойчивости прямолинейного движения трехзвенного автопоезда. – В кн.: Повышение эффективности и надежности автотранспортных средств: Сб. Науч. тр. / МАДИ. – М.: 1982, с. 24-29.
10. Антонов Д.А. Расчет устойчивости движения многоосных автомобилей. – М.: Машиностроение, 1984. – 164 с.