

отвечает требованиям надежности работы в связи с низкой стойкостью уплотнения: со временем кольцевой резиновый шнур, находясь в деформированном состоянии, теряет свои упругие свойства, нарушалась плотность соединения и шина теряла герметичность. Все предпринимаемые манипуляции с размерами и конфигурацией уплотнительного шнура оказались не в состоянии радикально решить проблему уплотнения зазоров между отдельными компонентами разборного обода и обеспечить надежную герметизацию шины.

Этот вопрос кардинально решает конструкция глубокого неразъемного обода, посадочные поверхности которого для шины в отличие от обода, применяемого для колес легковых автомобилей с пятиградусным наклоном, имеют угол наклона 15° (рисунок 1,б).

Увеличенный угол наклона позволяет значительную часть усилий от давления воздуха в шине и внешних нагрузок сосредоточить на посадочных полках обода. При этом надобность в высокой бортовой закраине отпадает и ее высота является совсем небольшой. Снижение же высоты бортовой закраины существенно облегчает монтаж-демонтаж шины, что является важным преимуществом конструкции неразборного глубокого обода. Опыт эксплуатации таких колес показал их абсолютную пригодность.

Усилие прижатия шины к ободу, как видно из рисунка 2,б, сосредоточены на одной поверхности, что положительно влияет на усталостную прочность при качении колеса, так как не возникает циклического контактирования шины и обода. Эпюры меридиональных и окружных напряжений, действующих в ободу при давлении воздуха в шине $0,6 \text{ МПа}$, приведены на рисунке 6,б. Как видно, их максимальные значения сосредоточены в стенках монтажного ручья. При этом большая глубина ручья, положительно влияя на трудоемкость монтажно-демонтажных операций, вызывает большие изгибные напряжения.

Следует отметить ряд положительных свойств, которыми обладают колеса с неразборным ободом. Это прежде всего минимальная масса и отсутствие съемных деталей, что положительно влияет на надежность работы колеса и практически на все основные эксплуатационные свойства транспортного объекта, включая топливно-экономические, динамику разгона и торможения и многие другие важные характеристики. Совокупность указанных выше свойств с лихвой перекрывает недостатки, связанные с более сложным процессом ручного монтажа-демонтажа шины на обод. Наличие монтажно-демонтажного оборудования, имеющегося в настоящее время в каждом более или менее крупном автомобильном предприятии либо в сервисном центре, полностью устраняет указанный недостаток, поскольку в этом случае монтаж-демонтаж шин на разборный либо на глубокий неразборный обод никаких трудностей не вызывает и принципиально не различается.

Литература

1. Автотракторные колеса: Справочник / Под общ. ред. Балабина И.В. – М.: Машиностроение, 1985. – 272 с.
2. Грибанов В.Ф., Крохин И.А., Паничкин Н.Г., Санников В.М., Фомичев Ю.И. Прочность, устойчивость и колебания термонапряженных оболочечных конструкций. – М.: Машиностроение, 1990. – 368 с.
3. Балабин И.В., Фомичев Ю.И., Чабунин И.С. Расчет напряженного состояния неразъемного обода колеса грузовых автомобилей и автобусов // Автомобильная промышленность. – 2003. - № 2. – С. 29 – 30.

Совершенствование метода интегральных силовых диаграмм для оценки управляемости и устойчивости автомобиля

д.т.н. проф. Бахмутов С.В., к.т.н. доц. Ахмедов А.А., Орлов А.Б.
МГТУ «МАМИ»

akhm@mami.ru, 8 (495) 223-05-23 доб. 1504

Аннотация. Описана методика оценки автомобильной техники по критериям управляемости и устойчивости на стадии ее проектирования. Методика позволяет решать задачи проектирования и доводки колесной автомобильной техники. В

процессе решения задачи построены силовые диаграммы рассматриваемого автомобиля в различных дорожных условиях.

Ключевые слова: многокритериальная параметрическая оптимизация, критерии оценки, автомобильная техника, управляемость и устойчивость, силовая диаграмма.

Современные реалии автомобилестроения требуют все большего сокращения времени на разработку и доводку новых моделей автомобилей и сокращения финансовых затрат. В связи с этим все более актуальными становятся методы компьютерного моделирования движения автомобиля, позволяющие уже на стадии проектирования заложить в конструкцию определенный уровень потребительских свойств, а также значительно сократить время доводки конструкции за счет замены доводочных испытаний компьютерными имитациями, позволяющими распараллеливать исследования различных вариантов, расширить поле поиска оптимального варианта за счет варьирования конструктивными параметрами в гораздо больших пределах без увеличения материальных затрат, и т.п.

Однако адекватная оценка поведения компьютерной модели связана с верным выбором критериев оценки, которые должны коррелировать с экспертными оценками водителей-испытателей при испытаниях реального прототипа. В противном случае особого смысла в компьютерных исследованиях нет.

Применительно к оценке таких характеристик автомобиля, как его управляемость и устойчивость, все большую популярность набирает метод интегральных силовых диаграмм, или метод Милликаена [2].

Целью данной статьи является дальнейшее совершенствование этого метода, а также оценка его эффективности при создании и доводке автомобиля по показателям управляемости и устойчивости.

Основой для выполнения теоретических исследований послужили математические модели собственно автомобиля и его агрегатов [1], разработанные с учетом специфики последующих оптимизационных процедур.

В качестве объекта исследования выступал легковой автомобиль переднеприводной компоновки ВАЗ-1119.

На рисунке 1 показана C_N-A_Y диаграмма автомобиля ВАЗ-1119 для скорости движения 80 км/час в нейтральном режиме, а на рисунках 2 и 3 – соответствующие показатели. Подробный анализ диаграммы проведен в работе [3].

Однако подобные диаграммы можно построить не только для нейтрального режима, но и при равноускоренном движении (торможение или разгон). Это дает возможность проанализировать влияние продольных сил в пятнах контакта шин с дорогой на способность автомобиля воспринимать боковые нагрузки. На рисунках 4 и 5 показаны C_N-A_Y диаграммы автомобиля ВАЗ-1119 для скорости движения 80 км/час при равномерном торможении с замедлением 2 и 4 м/с соответственно.

Выполним анализ внешнего вида диаграммы объекта исследования при замедлениях -2 м/с и -4 м/с.

Для первого случая правая вершина диаграммы переместилась практически на горизонтальную ось. Такая ситуация свидетельствует о том, что касательные реакции в пятнах контакта задних колес уменьшают способность восприятия боковых реакций сильнее, чем для передних колес. Управляемость стала практически нейтральной.

Максимально достижимое равновесное боковое ускорение уменьшилось до 0,72g. Размерность диаграммы в зоне малых боковых ускорений уменьшилась незначительно.

При замедлении -4 м/с вершина диаграммы переместилась выше оси A_Y . Таким образом, насыщение боковых реакций задних колес стало значительно опережать насыщение боковых реакций передних колес, автомобиль приобрел довольно значительную избыточную поворачиваемость. Таким образом, можно сделать вывод о неоптимальном перераспределении тормозных реакций между колесами передней и задней осей.

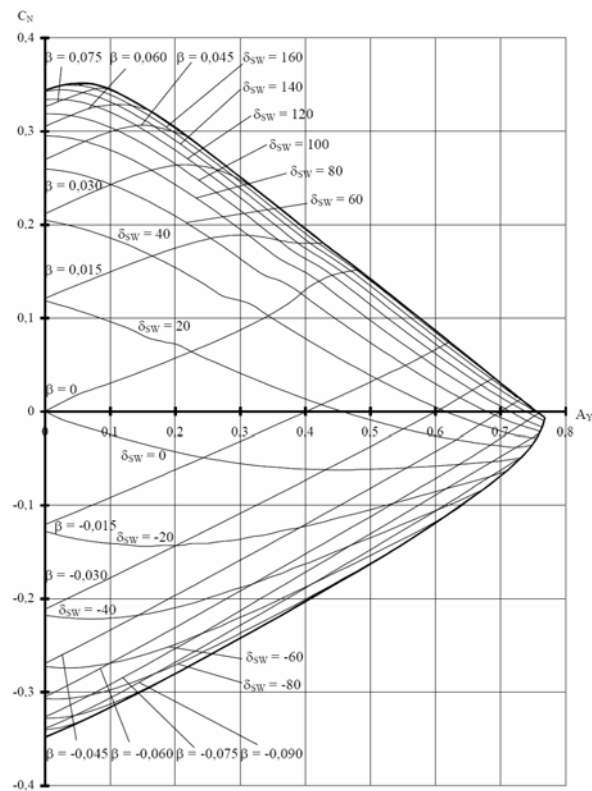


Рисунок 1 – $C_N - A_Y$ диаграмма автомобиля ВАЗ-1119, 80 км/ч, нейтральный режим

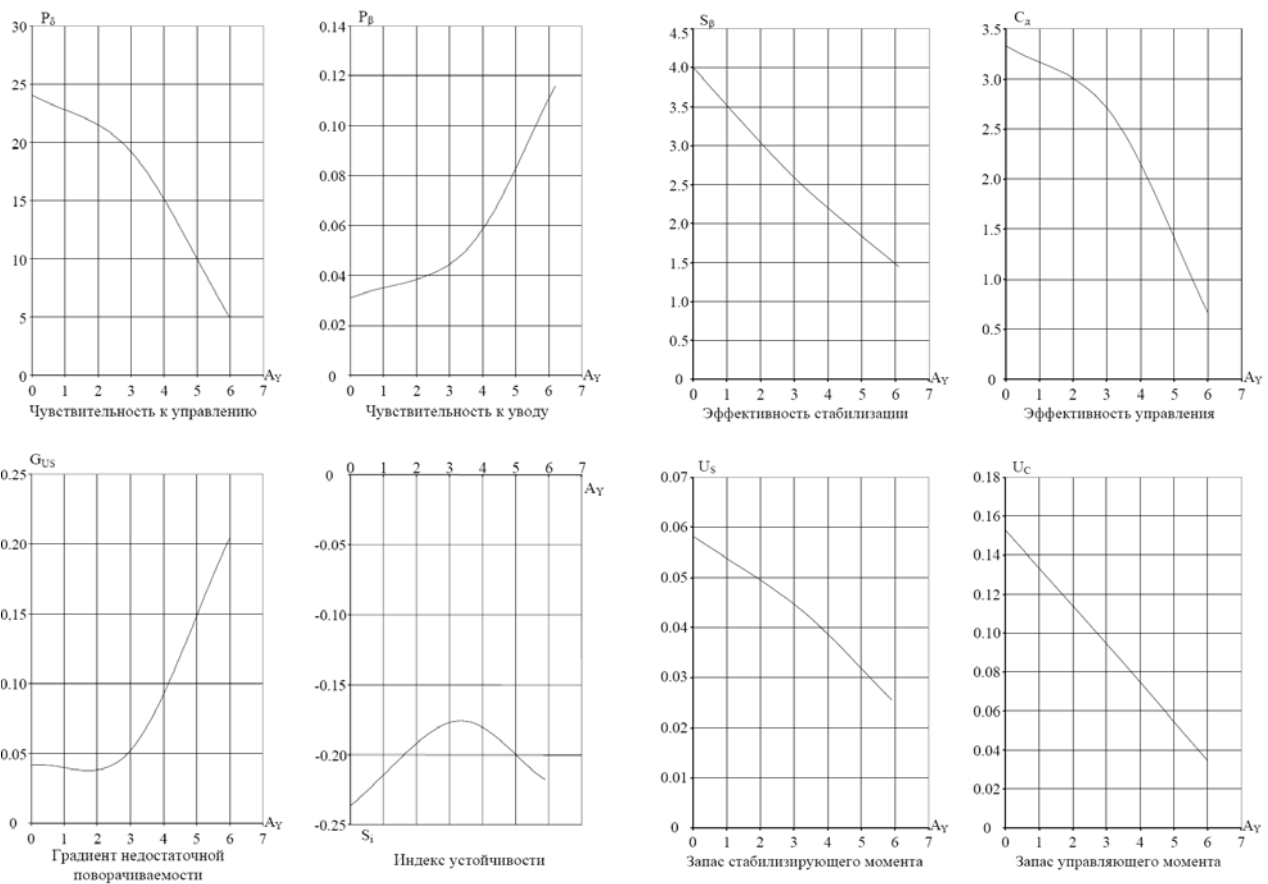


Рисунок 2 – Показатели управляемости и устойчивости автомобиля ВАЗ-1119, 80 км/ч, нейтральный режим

Рисунок 3 – Показатели управляемости и устойчивости автомобиля ВАЗ-1119, 80 км/ч, нейтральный режим

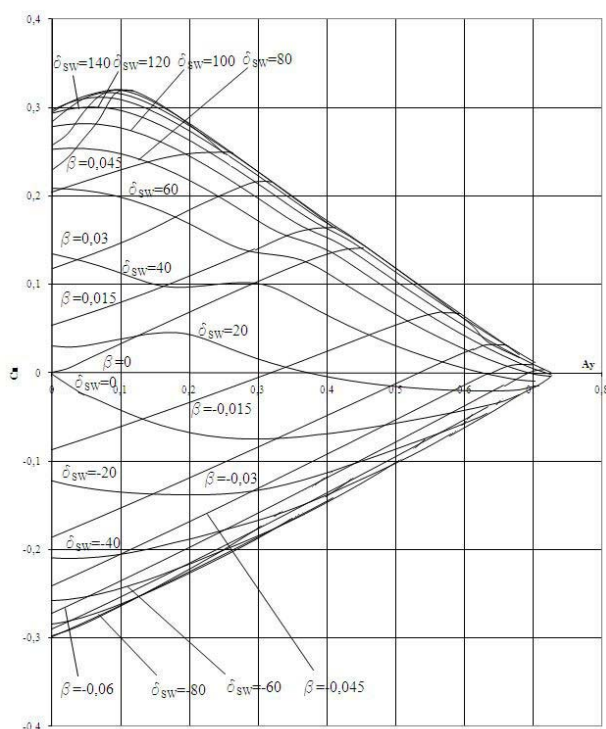


Рисунок 4 – $C_N - A_Y$ диаграмма автомобиля ВАЗ-1119, 80 км/ч, замедление -2 м/с

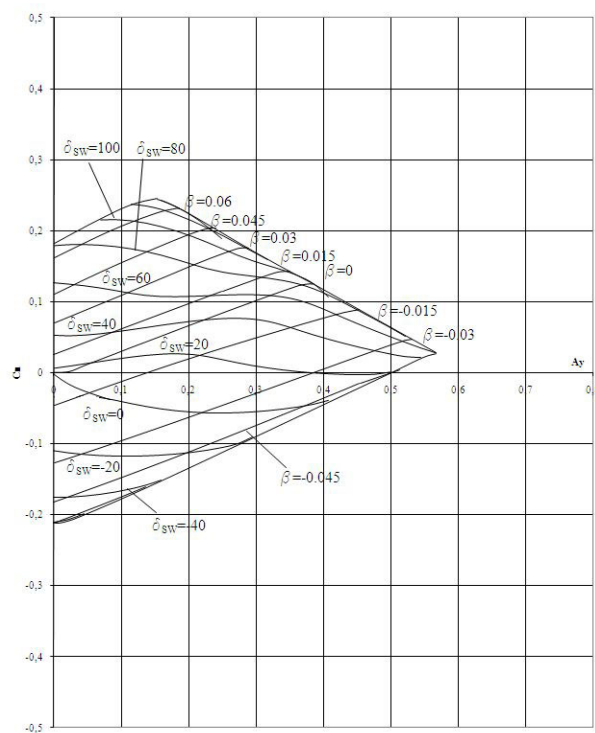


Рисунок 5 – $C_N - A_Y$ диаграмма автомобиля ВАЗ-1119, 80 км/ч, замедление -4 м/с

Максимально достижимое равновесное боковое ускорение уменьшилось до 0,5g. Размерность диаграммы в зоне малых боковых ускорений также стала уменьшаться прогрессивно замедлению.

Стабилизирующие эффекты, которые определяются наклоном линий постоянных углов поворота управляемых колес в точках пересечения с осью A_Y , с ростом замедления значительно падают, а в зоне высоких боковых ускорений при замедлении 4 м/с принимают отрицательные значения, что делает автомобиль опасным. Эффективность управления, определяемая характером протекания линий постоянных углов увода автомобиля в точках пересечения с осью A_Y , снижается на 25%, что с практической точки зрения допустимо.

Таким образом, завершая рассмотрение частного примера, можно сделать ряд общих выводов, важных для решения поставленных в работе задач.

- Метод силового анализа, включая его различные графические формы, является эффективным инструментом оценки свойств управляемости и устойчивости автомобиля, позволяющим дать комплексную оценку для различных условий и режимов движения (с учетом разгона и торможения), а также вычислить ряд показателей, часть из которых можно определить только на базе этого метода.
- Изменение условий и режимов движения могут оказывать неоднозначное влияние на рассматриваемые показатели, что требует поиска предпочтительных технических решений по всему комплексу рассматриваемых условий. Реализация такого подхода возможна только при использовании современных методов теории многокритериальной оптимизации.
- В метод силового анализа заложен большой потенциал дальнейшего его совершенствования с целью расширения оценочных показателей управляемости и устойчивости, в частности, переход к объемной диаграмме с продольным ускорением по третьей оси.

Литература

1. Бахмутов С.В., Богомолов С.В., Висич Р.Б. Карунин М.А. Математическая модель легкового автомобиля для его оптимизации по критериям управляемости и устойчивости. Сб. избр. докладов межд. науч. симпозиума «Автотракторостроение. Промышленность и высшая школа», М., МГТУ «МАМИ», 1999, ISBN: 5-94099-001-0.

2. Бахмутов С.В., Рыков Е.О., Шемякин Ю.В. Обобщенная силовая диаграмма как инструмент оценки устойчивости и управляемости автомобиля. «Автомобильная промышленность», 1992, № 9, 15-18.
3. Бахмутов С.В., Орлов А.Б. Применение интегральных силовых диаграмм для оценки управляемости и устойчивости автомобиля. // "Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров". Сборник докладов 39-й конференции ААИ. М. МАМИ 2002.

Повышение устойчивости движения тракторов в составе агрегатов с фронтальным навешиванием

к.т.н. Гамалеев П.П., Зейгерман А.С., к.т.н. Курсов И.В., к.т.н. доц. Маршалов Э.С.,
к.т.н. проф. Площаднов А.Н., Яковлев П.Ю.

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Аннотация. В статье изложены актуальность и проблемы применения машинно-тракторных агрегатов с фронтальной навеской, предложен метод решения этих проблем. Представлена расчетная схема фронтально-навесного устройства с приспособлением, повышающим устойчивость машинно-тракторного агрегата при сплошной обработке почвы.

Ключевые слова: *машинно-тракторный агрегат, фронтальное почвообрабатывающее орудие, рабочий орган, качество обработки почвы, устойчивость, упругий элемент.*

Использование фронтальной навески при проведении сельскохозяйственных работ имеет ряд преимуществ: позволяет более рационально распределить силы, действующие на машинно-тракторный агрегат, увеличивает число технологических операций, выполняемых за один проход, уменьшает уплотнение почвы, сокращает сроки проведения сельхозработ, высвобождает механизаторские кадры. Кроме этого при этом улучшаются условия наблюдения за работой рабочих органов сельхозмашины. По данным [1] применение передней навески трактора МТЗ-142 для создания комбинированного агрегата, выполняющего культивацию в два следа, позволит при подготовке почвы к посеву снизить затраты труда на 36%, расход топлива - на 21%, прямые эксплуатационные затраты - на 21% и повысить производительность на 57% по сравнению с базовым агрегатом, выполняющим данную работу за два прохода. Применение комбинированного агрегата дает возможность загрузить трактор на 90%, что позволяет эксплуатировать его в зоне оптимальных значений характеристик. Авторы работы [2] отмечают, что производительность МТА на базе колесного трактора с передней навеской на предпосевной обработке почвы и посеве возрастает на 30%. Урожайность при совмещении операций увеличивается на 4...7%. Совмещение операций при возделывании пропашных культур позволяет добиться двукратного снижения уплотнения почвы, наличие переднего навесного устройства уменьшает потребность в тракторах на 37%.

Однако при использовании фронтальной навески, возникают определенные проблемы. Основная из них — отрицательное влияние на устойчивость и управляемость машинно-тракторного агрегата в процессе движения. Малые колебания, возникающие из-за неоднородности обрабатываемого грунта, с течением времени не уменьшаются, а, наоборот, увеличиваются, что, в конечном итоге, приводит к потере устойчивости движения всего машинно-тракторного агрегата.

Решение данной проблемы позволило бы значительно повысить эффективность использования в сельскохозяйственном производстве фронтально навесных машин и орудий.

В начале 80-х годов было разработано приспособление НП-5,4 для фронтального агрегатирования, которое выполнено в виде П-образного элемента, задней частью соединяемого с передней навеской трактора и свободными концами жестко крепящегося к раме культива-