

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МАШИН С ВСЕКОЛЕСНЫМ РУЛЕВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ НА НАДЕЖНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Серикова И. А., к.т.н., ассистент, ХНАДУ

Проведен анализ влияния систем всеколесного управления на надежность эксплуатации транспорта. Определены перспективы применения технологии управляемых задних колес автомобиля в составе интегральной системы управления динамикой движения.

Ключевые слова: *всеколесное управление, интегральная система управления динамикой движения, электропривод рулевой тяги, поворачиваемость автомобиля.*

Введение

Сельскохозяйственные машины и средства механизации сельскохозяйственного производства все больше превращаются в высокоинтеллектуальные современные системы, что обеспечивает им надежность в эксплуатации. Достижения в электронной промышленности в ракурсе повышения надежности и миниатюризации полупроводниковых приборов позволяют проводить их широкое внедрение в системы управления транспортных средств. Так, например, появление современных транзисторов существенным образом повлияла на скорость внедрения в гидравлических, механических, пневматических системах автомобиля и даже зачастую заменяет их. Так появились электротормоза, адаптивная подвеска, полностью электрическое рулевое управление, электропривод механическими системами машин. Несомненным преимуществом электромеханических систем является их высокая надежность, высокая скорость срабатывания и точность регулирования. Электроника управления данными системами позволяет проводить глубокую интеграцию информационных связей между отдельными функциональными модулями и существенно сократить количество применяемых датчиков.

Анализ публикаций

Анализ публикаций технических решений крупнейших производителей автомобилей показал неуклонный рост интереса к системам, назначение которых является повышение контроля над маневренностью и динамикой движения автомобиля [1, 2, 3]. Успешный опыт применения таких систем на легковых автомобилях, а также на современных грузовиках, доказал перспективность их дальнейшего развития как на автомобильном транспорте так и в сельхозтехнике. Такой подход существенно повысит надежность, ресурс использования и проходимость транспортных средств в сельском хозяйстве. Весьма интересно рассмотреть историю развития в данном направлении на транспорте с целью определения дальнейших путей совершенствования сис-

тем, прямо или косвенно влияющих на надежность эксплуатации как автотранспорта, так и сельскохозяйственной техники.

Mercedes уже в конце 30-х предлагал Modell 170 VL с функцией 4 WS (4 Wheel Steer — четыре управляемых колеса) в качестве автомобиля для охоты [1]. Главной задачей 170 VL была езда между деревьями в лесу без необходимости постоянно сдавать задом для объезда деревьев. Для городских автомобилей и сельскохозяйственной техники уменьшение радиуса разворота в условиях чрезвычайного насыщения транспортными средствами, непроходимости и тяжелых климатических условий, а также усложнившимся условиями маневрирования и парковки также является важной задачей. Вторая половина 1980-х для японских автопроизводителей оказалась самой богатой на новинки полноуправляемых автомобилей. В большинстве этих моделей задние колеса поворачивались в сторону, противоположную повороту передних. В это время о начале производства моделей 4WS объявили Nissan (Skyline), Honda (Prelude), Mazda (626), Mitsubishi (Galant и Sigma) и Toyota (Celica) [2]. Еще больший интерес вызвало применение 4WS для улучшения управляемости на больших скоростях. Французские производители в сравнительном тесте Renault Laguna (моделей с всеколесным управлением и без него) наглядно показали явные преимущества всеколесного управления. Автомобиль с 4WS имел существенно большую устойчивость при прохождении поворотов [3].

Цель и постановка задач

Целью статьи является определение вклада и роли всеколесного управления систем контроля динамики движения автомобиля и поддержания его курсовой устойчивости в надежность эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Фазы всеколесного управления

То, как хорошо транспортное средство управляется в повороте, т.е. следует по заданному водителем направлению, определяется термином «поворачиваемость». Она может быть нейтральной, избыточной и недостаточной.

Таким образом, в подруливании задними колесами можно выделить три основных фазы (рис 1).

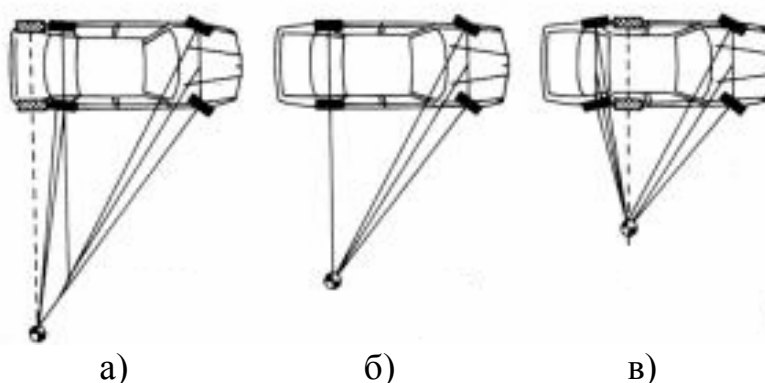


Рис. 1 Фазы положения колес с функцией 4WS: а) нейтральная фаза; б) отрицательная фаза; в) положительная фаза.

Нейтральная поворачиваемость (нейтральная фаза). Автомобиль проходит поворот по траектории, заданной поворотом руля. При этом его переднюю или заднюю части не уводит наружу или внутрь поворота, а траектории движения передних и задних колес пропорциональны и зависят только от степени поворота руля.

Недостаточная поворачиваемость (отрицательная фаза) обеспечивается поворотом парных передних и задних колес в одну сторону. Реальный радиус прохождения поворота больше заданного водителем. Как и в предыдущем случае, траектория качения передних и задних колес зависит от радиуса поворота и скорости его прохождения. Установка углов индивидуального схождения колес в отрицательной фазе обеспечивает лучшее поведение на высоких скоростях. Конструкция подруливания задних колес придает автомобилю недостаточную поворачиваемость. Автомобиль при этом въезжает в поворот слегка «боком», что визуально незаметно, однако чувствуется тем, что руль требуется больше доворачивать в сторону поворота. Боковая составляющая силы инерции при этом оказывается значительно ниже, чем в предыдущих случаях, а этим и обеспечивается более высокая устойчивость и лучшая управляемость при прохождении поворотов на больших скоростях. Такими подруливающими подвесками оснащены многие автомобили – Peugeot 405, Toyota Celica, Ford Mondeo и Focus и др.

Избыточная поворачиваемость (положительная фаза) достигается повернутыми в разную сторону передними и задними колесами. Радиус прохождения поворота оказывается меньшим, нежели заданный поворотом руля, что актуально для маневрирования на переполненных автостоянках и непроходимости.

С момента появления всеколесного управления на автомобиле главным техническим вопросом, связанным с 4WS, является необходимость определение момента начала поворота задних колес в том или другом направлении. Диапазон изменения углов индивидуального схождения задних колес у разных производителей может различаться и составляет 3...5 градусов.

Любая система управления задними колесами, которая добавляется к рулевому управлению передних колес, должна быть тщательно настроена [4]. Кривая настройки для системы Delphi Quadrateer приведена на рис. 2.

Активное и пассивное подруливание

На данном этапе развития автомобилестроения у конструкторов есть возможность создавать подвески, которые могут обеспечивать любую поворачиваемость – нейтральную, избыточную, недостаточную. Термин «пассивно подруливающие» характеризует разновидность задних подвесок, в которых колеса отклоняются на небольшой угол под воздействием повышенных кренов автомобиля при движении в поворотах на больших скоростях (креновая поворачиваемость). При отсутствии кренов, т.е. на малых скоростях, например, в городском режиме движения, они обеспечивают нейтральную поворачиваемость.



Рис. 2. Функциональная зависимость коэффициента поворота задних колес в зависимости от скорости автомобиля и угла поворота, заданного рулевым колесом.

Пассивное подруливание встречается также у грузовиков и легковых автомобилей с рессорными задними подвесками. Дело в том, что при кренах кузова в поворотах у таких машин также возникает поворот заднего неразрезного моста на несколько градусов вокруг его вертикальной оси. Подруливание в таких конструкциях может происходить по-разному, создавая как избыточную, так и недостаточную поворачиваемость. Все зависит от формы рессор, степени их деформации и режима движения. Например, при вогнутой форме рессор, передняя точка которых неподвижна, а задняя подвешена на маятнике, проявляется избыточная поворачиваемость. Под нагрузкой рессора, расположенная снаружи поворота, выравнивается, а противоположная, наоборот, еще больше прогибается. Мост при этом поворачивается.

В современных автомобилях поворот задних колес обеспечивается введением в конструкцию подвески эластичных податливых сайлент-блоков и подушек, а также особым взаимным расположением рычагов. Первые при больших боковых силах способствуют небольшому «перекосу» заднего моста с попутным выворотом колес, а вторые обеспечивают тот же эффект за счет сложной траектории перемещения в пространстве.

С точки зрения безопасности вышерассмотренный механизм обладает большей надежностью, потому как задние колеса автоматически возвращаются в нулевое положение. Однако подобные конструкции не обладают динамикой изменения параметров в зависимости от условий движения (временные перекосы, вызванные наездом на препятствие, неравномерная нагрузка на оси и т.д.). Кроме того, интеграция в единую систему управления стабилизацией корпуса и динамикой движения автомобиля крайне затруднительна.

В «активно подруливающих» подвесках задние колеса выворачиваются на небольшой угол в зависимости от поворота руля. Роль передаточного звена могут выполнять механические передачи, гидропривод и электропривод.

Наиболее простую по устройству систему активного подруливания 4WS предложила Honda. В ней кинематическая связь между передней и задней рулевыми рейками осуществляется механическим способом. Перемещением рулевых тяг задних колес заводит эксцентрик согласующего механизма, заставлявший колеса поворачиваться сначала в одну, а затем по мере увеличения угла поворота руля в другую сторону.

Другие японские компании сразу же пошли по более сложному пути, разработав системы 4WS с гидравлическими исполнительными механизмами, управляемыми, в свою очередь, электронным способом [5]. Работа системы заключается в следующем (рис. 3). Задние колеса получают информацию о повороте передних колес по рулевому валу (3), но поворачиваются посредством гидроусилителя (5) с помощью специального рулевого механизма, встроенного в заднюю подвеску. Управляет работой гидропривода особый электронный блок (6), получающий информацию от датчиков скорости автомобиля (7), углов поворота передних и задних колес, руля и управляющий блоком клапанов гидросистемы (4).

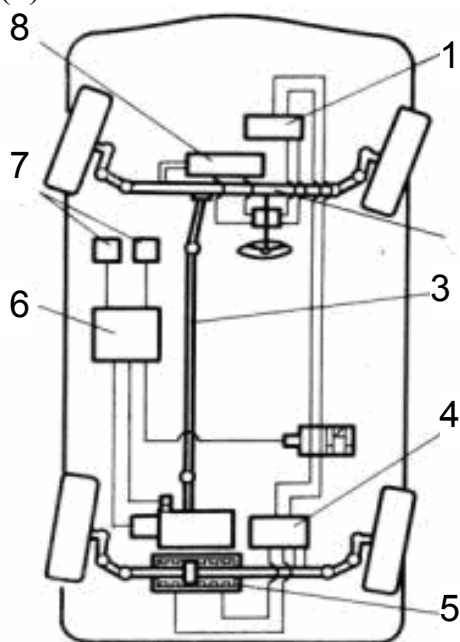


Рис. 3. Электронно-управляемая система 4WS, разработанная компанией Mazda: 1 – гидравлический насос; 2 – гидроусилитель механизма поворота передних колес; 3 – передаточный вал к задним колесам; 4 - блок управляющих клапанов гидросистемы; 5 – гидроусилитель механизма поворота задних колес; 6 – электронный блок управления; 7 - датчики скорости; 8 – гидравлический аккумулятор.

Более перспективной с точки зрения интеграции в общую систему управления автомобилем представляется 4WS с электроприводом (рис.4). Такую схему реализовали французские автопроизводители, применив для

управления задними колесами сервопривод [3]. В Renault Laguna GT (2.0 dCI и 2.0 Turbo) электромотор, расположенный на задней оси, приводит в действие рулевые тяги, которые двигают ступицы колес.

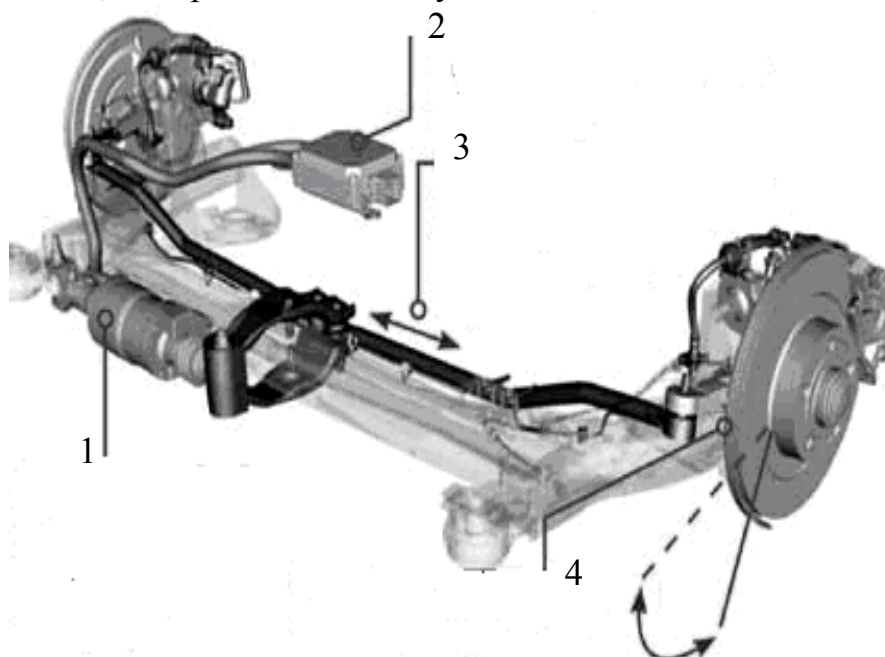


Рис. 4. Система активного подруливания задними колесами Active Drive компании Renault: 1 – сервомотор; 2 – блок управления; 3 – рулевые тяги; 4 – колесная ступица.

Заключение

Применение технологии активного подруливания задними колесами на транспортном средстве, в том числе и сельхозтехнике, представляет большой практический интерес с точки зрения усовершенствования контроля за динамикой ее движения и повышения ее курсовой устойчивости, надежности и эксплуатации. Весьма перспективным представляется переход с гидравлических схем подруливания задних колес на электроприводные, что позволит упростить конструкцию и улучшить динамические характеристики автомобиля. Применение поворачивающего сервомотора на каждом колесе существенно расширяет диапазон возможностей системы контроля за динамикой движения техники в целом, что, несомненно, отразится на надежности как легковых, так и сельскохозяйственных машин в процессе их эксплуатации.

Выводы

1. Применение подруливающих механизмов для задних колес существенно расширяют возможности интегральной системы управления динамикой движения автомобилей и сельхозмашин и поддержания их курсовой устойчивости.

2. Применение «управления по проводам» для задних колес открывает путь к этой идеологии и для передних колес.

3. Остается нерешенной проблема дублирования активной системы подруливания задних колес в случае выхода ее из строя.

4. В случае снижения коэффициента сцепления колес с дорогой, особенно в ходе выполнения объездных маневров курсовая устойчивость при применении систем стабилизации движения возрастает, вследствие этого надежность эксплуатации транспортных средств существенно повышается.

5. Ведущие конструкторы все еще не пришли к общему мнению по поводу алгоритма изменения угла индивидуального схождения задних колес в зависимости от характеристик маневрирования автомобиля.

Список использованных источников

1. <http://mercedes-benz.autoexpert.in.ua>
2. www.auto-motor-und-sport.de
3. <http://www.autobild.ua/test/253>
4. Дэниэлс Д. Современные автомобильные технологии. — М.: АСТ: Астрель, 2007. — 223 с.
5. <http://www.autogazeta.com/index.phtml>

Анотація

ВПЛИВ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ МАШИН З ВСЕКОЛІСНИМ РУЛЬОВИМ КЕРУВАННЯМ НА НАДІЙНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

І. О. Серікова, асистент, к.т.н., ХНАДУ

Проведено аналіз впливу систем всеколісного керування на надійність експлуатації транспорту. Визначено перспективи застосування технології керування задніх коліс автомобіля в складі інтегральної системи керування динамікою руху.

***Ключові слова:** всеколісне керування, інтегральна система керування динамікою руху, електропривод кермової тяги, повертаємість автомобіля.*

Abstract

EFFECT OF DYNAMIC STABILITY OF MACHINES WITH ALL THE WHEEL STEERING FOR RELIABILITY OF OPERATION

**I.Serikova, assistant, Department of Automobile Electronics,
Candidate of Technical Science**

The influence of systems management vsekolesnogo on the reliability of operation of transport. The prospects of application of technology driven rear wheels of the car as part of an integrated control system dynamic motion

***Key words:** all wheel management, integrated control systems of dynamics of movement, the electric drive of steering draft, manoeuvrability of the car.*