

ЭЛЕКТРОГИДРОУСИЛИТЕЛЬ РУЛЯ ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ МАЗ

Студент группы 10309121 Поплавный Т.С.

Научный руководитель: кандидат технических наук Антонец А.И.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Цель исследования

Развитие тяжёлого грузового автотранспорта сопровождается ужесточением требований к надёжности, эргономике и экономичности систем управления.

Одной из важнейших систем, определяющих безопасность и комфорт вождения, является система рулевого управления. Традиционные гидроусилители руля, несмотря на свою проверенную временем эффективность, обладают рядом недостатков: высокий расход топлива из-за постоянной работы гидравлического насоса, недостаточная адаптивность к меняющимся условиям движения, увеличение массы и сложности системы.

С переходом к концепции энергоэффективных транспортных средств возникает потребность в разработке новых типов рулевых систем, которые сочетают гибкость электронного управления и высокую мощность гидравлических приводов.

Цель исследования заключается в проектировании электрогидроусилителя руля (ЭГУР) для грузовых автомобилей МАЗ, который обеспечивает:

1. адаптивное регулирование усилия в зависимости от скорости и условий движения,
2. снижение энергопотребления за счет интеллектуального включения насоса,
3. повышение надёжности за счёт упрощения гидравлической схемы и замены механических компонентов на электронные,
4. расширение области применения за счет возможности настройки под различные модели автомобилей.

Реализация поставленной цели позволит не только повысить эксплуатационные характеристики автомобилей МАЗ, но и увеличить конкурентоспособность продукции на внешнем рынке.

Обзор литературы по теме статьи

Электрогидроусилитель руля (ЭГУР) объединяет в себе механизмы гидравлики и электроники для облегчения управления автомобилем. В отличие от традиционного гидроусилителя, ЭГУР работает только при необходимости, что экономит энергию и снижает износ системы.

Основные элементы ЭГУР:

- рулевое колесо с датчиками усилия и угла;
- электронный блок управления (ЭБУ);
- электрический насос высокого давления;
- гидравлические магистрали и исполнительные механизмы.

ЭГУР классифицируются по месту установки привода (на рейке или отдельно), степени интеллектуальности (адаптивные или базовые), рабочему давлению и типу автомобиля (легковой, внедорожник, грузовик).

Конструктивные решения

Разработка электрогидроусилителя руля (ЭГУР) для грузовых автомобилей МАЗ велась с учётом комплексных требований к надёжности, энергоэффективности, ремонтпригодности и адаптивности к различным условиям эксплуатации.

В проекте предусматривается модульная структура системы, что позволяет оптимизировать её под различные модели автомобилей и особенности их применения.

Основные конструктивные решения включают:

Рулевое колесо с интегрированными датчиками. Для обеспечения высокой точности контроля над движением автомобиля в качестве сенсорного узла выбрано рулевое колесо оснащённое двумя видами датчиков:

Датчик угла поворота: обеспечивает считывание положения рулевого колеса с точностью $\pm 0,5^\circ$. Такая точность необходима для точного определения направления поворота колес и расчета требуемого усиления.

Датчик усилия на рулевом валу: фиксирует величину прикладываемого водителем усилия с погрешностью не более 1% от номинальной нагрузки. Эта информация позволяет электронному блоку оценить требуемую степень усиления в реальном времени.

Электронный блок управления (ЭБУ). Функции ЭБУ включают: Сбор данных с датчиков усилия, угла поворота, скорости автомобиля и момента на рулевом колесе. Принятие решений об активации или деактивации насоса в зависимости от дорожной ситуации. Регулирование мощности насоса в зависимости от скорости автомобиля и приложенного усилия. Диагностика состояния системы и формирование сообщений для панели приборов.

Электрический насос высокого давления. Для создания рабочего давления в гидросистеме используется насос серии, который приводится в действие отдельным электродвигателем.

Технические характеристики насоса:

1. Максимальное рабочее давление: до 350 бар.
2. Производительность: до 60 литров в минуту.
3. Регулируемая скорость вращения электродвигателя для точной адаптации подачи жидкости в зависимости от требуемого усилия на рулевом колесе.

Источник питания. Питание исполнительных узлов системы осуществляется от высоковольтной аккумуляторной батареи, которая обеспечивает:

1. Номинальное напряжение: 800 В.
2. Ёмкость: до 100 кВт·ч, что гарантирует достаточный ресурс работы даже при интенсивной эксплуатации.
3. Максимальный ток разряда: до 300 А, что критически важно для работы насосов большой мощности.

Гидравлическая система состоит из следующих элементов:

1. Трубопроводы внутренним диаметром 12 мм, рассчитанные на рабочее давление до 400 бар.

2. Гидроцилиндр, преобразующий давление рабочей жидкости в механическое усилие на рулевых тягах.

3. Резервуар для гидравлической жидкости с системой фильтрации для увеличения срока службы компонентов.

Проектирование трубопроводов проводилось с учётом расчётов по допустимым скоростям потока (до 3 м/с) для исключения кавитации и гидравлических ударов.

Алгоритм работы системы

Функционирование ЭГУР построено по следующему алгоритму:

1. Проверка состояния системы при включении зажигания: контроль питания, уровня масла.

2. Анализ движения автомобиля: определение скорости, вращения рулевого колеса.

3. Расчёт необходимого уровня усиления в зависимости от скорости и приложенного усилия.

4. Управление включением насоса:

5. При малой скорости движения и большом усилии — активация полной мощности насоса.

6. При высокой скорости и малом усилии — насос работает на минимальной мощности или отключается.

7. Выключение системы при завершении движения или обнаружении неисправностей.

8. Такой подход обеспечивает баланс между экономией энергии и комфортом управления автомобилем.

Заключение

Разработанная система электрогидроусилителя руля позволяет обеспечить высокую управляемость и комфорт вождения грузовых автомобилей МАЗ. ЭГУР

адаптивно изменяет усилие в зависимости от скорости и нагрузки, что повышает безопасность движения и снижает энергопотребление.

Комплексный подход к проектированию, включающий использование современных CAD/CAE систем и моделирование работы электронных компонентов, обеспечил соответствие разрабатываемой системы современным требованиям надёжности, долговечности и эффективности.

Литература

1. Введение в специальность "Мехатроника и робототехника" / Кафедра мехатроники и робототехники Уральского федерального университета [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.istu.edu/departments/mr/entrant/specialties/mechatronics-and-robotics/>
2. Руководство по ремонту и обслуживанию МАЗ.
3. MAZ [Электронный ресурс]. — Электробус БКМ-Е321. — Режим доступа: https://eltroll2.ru/elbus/ВКМ_E321.php