Дата поступления рукописи в редакцию: 13.03.2025
Дата принятия рукописи в печать: 11.04.2025
10.24412/2224-9133-2025-3-261-265

ИЛЬЯСОВ Олег Рашитович,
доктор биологических наук,
профессор кафедры техносферная безопасность
Уральский государственный университет путей сообщения,
профессор кафедры техносферной и экологической безопасности
Уральский государственный аграрный университет,
старший научный сотрудник
Уральский научно-исследовательский ветеринарный
институт ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН,
e-mail: ilyasov3@rambler.ru

СОРОГИН Игорь Георгиевич,
кандидат педагогических наук,
доцент кафедры проектирования и эксплуатации автомобилей,
Уральский государственный университет путей сообщения,
e-mail: ISorogin@usurt.ru

ЗАВЬЯЛОВА Галина Николаевна,
старший преподаватель кафедры
проектирования и эксплуатации автомобилей,
Уральский государственный университет путей сообщения,
e-mail: GZavyalova@usurt.ru

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ГОРИЗОНТИРОВАНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ СРЕДСТВА ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Аннотация*. Появление гидравлических систем горизонтирования на пневмоколесных автомобилях не случайно. Нагрузки на опоры столь велики, что ни одна другая система горизонтирования надежно работать не будет. Появление гидравлических систем горизонтирования связано с необходимостью более равномерно распределять нагрузки как на грунт, так и на сам автомобиль. Для проектируемой системы горизонтирования оптимальная система, состоящая из четырех гидродомкратов, то есть четырехточечная. Поэтому равномерно распределить нагрузку между ними можно лишь управляя положением системы горизонтирования и автоматической стабилизации средства грузового автомобиля.*

Ключевые слова*: система горизонтирования, базовое шасси, грузовой автомобиль, стабилизация, автоматизация.*

ILYASOV Oleg Rashitovich,
Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Technosphere Safety,
Ural State University of Railways, Professor of the Department
of Technosphere and Environmental Safety,
Ural State Agrarian University, Senior Researcher,
Ural Research Veterinary Institute, Federal State Budgetary
Scientific Institution of Ural Federal Research Center

SOROGIN Igor Georgievich,
candidate of pedagogical sciences,
associate professor
of the department of design and operation of cars,
Ural State Transport University

ZAVYALOVA Galina Nikolaevna,
Senior Lecturer,
Department of Design and Operation of Automobiles,
Ural State Transport University

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR LEVELING AND AUTOMATIC STABILIZATION OF A TRUCK

Annotation*. The appearance of hydraulic leveling systems on pneumatic-wheeled vehicles is not accidental. The loads on the supports are so great that no other leveling system will work reliably. The appearance of hydraulic leveling systems is associated with the need to more evenly distribute the loads both on the ground and on the vehicle itself.*

For the designed leveling system, the optimal system consists of four hydraulic jacks, i.e. four-point. Therefore, it is possible to evenly distribute the load between them only by controlling the position of the leveling system and automatic stabilization of the truck.

Key words*: leveling system, base chassis, truck, stabilization, automation.*

Цель – рассмотреть разработку системы горизонтирования и автоматической стабилизации средства грузового автомобиля.

Задачи – провести анализ системы горизонтирования и автоматической стабилизации средства грузового автомобиля.

Методы исследования – аналитический метод исследования. Анализ научной и научно-методической литературы по проблеме внедрения практических навыков в образовательной среде.

Целью исследовательской работы является на основе типовых схем горизонтирования средств подвижности автомобиля разработать систему автоматического горизонтирования многоосного колесного шасси ЗИЛ 135 ЛМ с использованием гидроэлектропривода, управляемого микропроцессором.

Данная система направлена на обеспечение горизонтального положения многоосного колесного шасси с необходимой точностью. Эта цель достигается тем, что при современном уровне развития вычислительной техники существует возможность перейти к автоматическому отслеживанию заданных параметров при помощи микропроцессорной системы управления. Система автоматического горизонтирования многоосного колесного шасси позволит радикально уменьшить время перевода ЗИЛ 135 ЛМ из походного положения в рабочее и обратно. Это значительно повысит такой показатель, как маневренность, который является одним из главных факторов характеризующих современный процесс. Проектируемая система повышает устойчивость шасси к опрокидыванию.

В настоящее время прототипов системы автоматического горизонтирования многоосного колесного шасси ЗИЛ 135 ЛМ не обнаружено, однако применение предлагаемой системы необходимо для автоматизации работы. В настоящее время на ЗИЛ 135 ЛМ установлены механические домкраты с ручным приводом, их использование при переводе машины в рабочее положение и обратно для обеспечения устойчивости, что ведет к снижению временных показателей. Предложенная система позволит на основе гидроэлектропривода автоматически переводить ЗИЛ 135 ЛМ из походного положения в рабочее с наименьшей затратой времени, а также использовать автомобиль в различных рельефных условиях.

Представленные расчеты автоматического горизонтирования доказывают, что проектируемая система обладает достаточно высоким КПД, а производство данной системы рентабельно (R = 12,4%), а ее окупаемость наступает на первом же году производства.

Перспективы развития систем вывешивания (СГ) тактических и оперативно-тактических комплексов находятся в тесной связи с экономическими, социальными и экологическими проблемами. Это один из основных факторов, который оказывает, и будет оказывать, существенное влияние на развитие автомобильной техники. Другим фактором является процесс нововведений в производстве, который определяется логикой развития техники и технологии. Способом получения СГ, способной к модификации, в процессе ее эксплуатации, является уменьшение степени унификации (т.е. увеличение степени новизны проекта), с целью формирования потенциала для последующих модификаций.

Успешное развитие техники напрямую связано с унификацией при разработке составляющих, что позволяет компенсировать снижение эффективности за счет расширения возможностей составляющих для их последующего применения. Как показывают предварительные исследования, увеличение степени унификации суще-

ственно снижает затраты на разработку с одновременным уменьшением технического уровня. При этом также уменьшается время разработки.

Ни одна СГ не является абсолютно новой, а содержит определенное количество элементов, уже прошедших апробацию на предыдущих образцах. Это заимствование предыдущих разработок связано с понятием унификации.

Усложнение разрабатываемой техники вызывает увеличение времени и затрат на ее создание, что вступает в противоречие с требованиями, предъявляемыми по этим критериям. Для сокращения сроков и затрат на разработку, постановку на производство, испытания и эксплуатацию СГ целесообразна их унификации. Унификация создает условия для обеспечения высокого качества изделий, в широком смысле этого понятия, и взаимозаменяемости их составных частей, для использования положительного опыта разработки и отработки, наиболее удачных схемно-конструкторских решений и элементов конструкции, методов расчета и технологических процессов.

Унификация позволяет существенно сократить сроки создания новых СГ с одновременным уменьшением затрат (материальных, людских и финансовых), а также повышением надежности их функционирования.

Вместе с тем необоснованное увеличение уровня унификации может привести к снижению технического уровня изделий.

Следовательно, при разработке СГ возникает задача определения оптимального (рационального) уровня унификации. Возникает необходимость в формировании требований к уровню унификации проектируемых СГ с учётом взаимосвязей с другими, не менее важными показателями, такими как качество СГ, затраты, и время разработки. Другими словами, необходимо найти количественную меру унификации. Между тем, во многих случаях практически невозможно определить функциональную зависимость между учитываемыми параметрами. Поэтому представляется возможным лишь определить стохастическую связь параметров.

Задача заключается в формировании требований к обоснованному уровню унификации. Причём таким образом, чтобы обоснованный уровень унификации соответствовал наименьшим затратам на разработку и наивысшему уровню показателя технического уровня проектируемой СГ.

Для формирования требований к уровню унификации необходимо определить основные параметры проектируемых СГ. Основная сложность выполнения данной задачи заключается в том, что СГ, обладающие данными параметрами, ещё не существуют, т.е. на начальном этапе проектирования, возможно, только оценить параметры проектируемых СГ.

Вышеописанные теоретические положения формирования требований к уровню унификации реализуются следующими вычислительными процедурами:

моделирование варианта СГ с соответствующими проектными характеристиками (например, технический уровень СГ; унификации СГ; стоимость СГ и т.д.);

нормирование проектных характеристик;

определение комплексного показателя качества варианта СГ как суммы нормированных проектных характеристик;

определение варианта СГ с наибольшим значением комплексного показателя качества (т.е., имеющего оптимальный уровень унификации).

определение комплексного показателя качества i - го варианта образца рабочей части

$$\bar{W}_i = \bar{x}_i + \bar{y}_i + \bar{z}_i;$$

– определение варианта СВ с наибольшим значением комплексного показателя качества

$$i_{onm} = \max W_i,$$

где ionm - соответствует варианту СВ с оптимальным значением уровня унификации, технического уровня и стоимости.

С точки зрения протекания процесса управления, требования к системе автоматической стабилизации формируются по трем основным направлениям:

– точность;
– устойчивость;
– качество переходного процесса.

Точность системы задается и определяется в установившихся режимах. Устойчивость гарантирует затухание переходного процесса, после чего обеспечивается желаемое качество затухающего переходного процесса.

Таким образом, точность стабилизации базового шасси необходимо выбирать исходя из условий устойчивости базового шасси по опрокидыванию и углов крена, при которых автомобиль может работать.

Следует отметить, что углы продольного и поперечного крена зависят как друг от друга, так и от положения центра тяжести системы пакета направляющих.

Таким образом, система автоматического горизонтирования базового шасси в рабочем положении является неотъемлемой частью, а применение системы автоматического горизонтирования позволит повысить показатели производственного применения комплекса и упростить работу.

Следовательно, исходным требованием к процессу стабилизации платформы в горизонтальном положении, является точность стабилизации базового шасси. Поэтому представляется интересным и важным указать зависимости между точностью горизонтирования платформы и требованиями эксплуатации базового шасси такого класса, а также связать точность стабилизации с параметрами самого автомобиля.

Появление гидравлических систем горизонтирования на пневмоколесных автомобилях не случайно. Нагрузки на опоры столь велики, что ни одна другая система горизонтирования надежно работать не будет. Появление гидравлических систем горизонтирования связано с необходимостью более равномерно распределять нагрузки как на грунт, так и на сам автомобиль. Для проектируемой системы горизонтирования оптимальная система, состоящая из четырех гидродомкратов, то есть четырехточечная. Поэтому равномерно распределить нагрузку между ними можно лишь управляя положением базового шасси.

Таким образом, точность стабилизации грузового автомобиля необходимо выбирать исходя из условий устойчивости платформы по опрокидыванию и заданного уровня перегрузок по гидравлическим опорам.

Будем понимать под точностью стабилизации допустимые углы наклона платформы, при которых она еще может безопасно работать.

Итак, можно сделать следующие выводы:

1. Основным критерием при проектировании системы автоматического горизонтирвания базового шасси является точность стабилизации. Точность стабилизации определяется устойчивостью платформы по опрокидыванию, и допустимым углом при котором автомобиль может вести безопасную работу.
2. Расчет точности стабилизации проектируемой пневмоколесной платформы позволяет для дальнейших исследований принять, что стабилизировать пневмоколесную платформу достаточно с точностью 5^0.

Применение микропроцессорных систем для управления горизонтированием позволяет обеспечить стабилизацию базового шасси с высокой точностью (до $0{,}1^0$).

Анализ технологических функций, выполняемых шасси, показал, что система автоматического горизонтирования пневмоколесной платформы должна выполнять три операции: сохранять горизонтальное положение платформы при стрельбе, горизонтировать платформу при работе в трудных рельефных условиях.

Из физических соображений ясно, что для горизонтирования базового шасси в горизонтальном положении достаточно управлять подачей рабочей жидкости в две гидравлические группы. Система автоматического горизонтирования базового шасси фирмы обеспечивает уменьшение затрат мощности за счет одновременной подачи жидкости в одну группу и слива рабочей жидкости из другой. Давление нагнетания в гидросистеме базового шасси поддерживается постоянным.

Отметим, что понятие горизонтирования клиренса вполне совпадает с основным принципом, по которому осуществляется управление: «на сколько поднялся один борт, на столько же опустился другой». Но во всех ранее использованных системах горизонтирования базового шасси применяемых на автомобильных комплексах системах стабилизации этот принцип решался конструктивно, поскольку рассматривалась стабилизация только одной угловой координаты, и поэтому в законах управления не фигурировал.

При отсутствии ограничений в гидроприводе системы горизонтирования неровность, которую базовое шасси может преодолеть без потери платформой горизонтального положения, будет максимальна, если объем рабочей жидкости в гидрогруппах при преодолении этой неровности будет минимален.

Выводы:

Таким образом, данный алгоритм позволяет сформировать требования к уровню унификации проектируемого образца грузового автомобиля так, чтобы удовлетворяемый этим требованиям уровень соответствовал минимальным затратам на разработку и максимальному техническому уровню проектируемого образца.

Рассмотренные системы горизонтирования средств подвижности, а также общие принципы создания систем управления, показывают, что основой для разработки системы горизонтирования является алгоритм управления системой подвесок базового шасси. После получения алгоритма появляется возможность определить функциональную и структурную схемы системы управления и осуществить выбор технических устройств, реализующих систему горизонтирования.

Список литературы:

[1] Аксенов П.В. Многоосные автомобили. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 280 с.

[2] Вахминцев А.А. Автоматическая стабилизация пневмоколесной платформы для транспортировки крупногабаритных грузов в строительстве. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, МАДИ, 1990.

[3] Пиковская А.Я., Рожков В.М., Соколов В.Г. Автомобильные системы сбора, преобразования и передачи информации. Преобразование сигналов автомобильных датчиков: Учебное пособие/ МАДИ-М., 1990. - 88 с.

Spisok literatury:

[1] Aksenov P.V. Mnogoosny`e avtomobili. - 2-e izd., pererab. i dop. - M.: Mashinostroenie, 1989. - 280 s.

[2] Vaxmincev A.A. Avtomaticheskaya stabilizaciya pnevmokolesnoj platformy` dlya transportirovki krupnogabaritny`x gruzov v stroitel`stve. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata texnicheskix nauk. Moskva, MADI, 1990.

[3] Pikovskaya A.Ya., Rozhkov V.M., Sokolov V.G. Avtomobil`ny`e sistemy` sbora, preobrazovaniya i peredachi informacii. Preobrazovanie signalov avtomobil`ny`x datchikov: Uchebnoe posobie/ MADI-M., 1990. - 88 s.

