

особенности изменения скорости поршня от времени при раздельном влиянии массы механически подвижных элементов машины и силы технологического сопротивления.

При математическом описании динамических процессов в гидравлических приводах выбрана наиболее простая динамическая модель, которая адекватна исследуемым процессам. В качестве звена приведения взят поршень, к которому приведена масса механически подвижных элементов машины и масса рабочей жидкости на рассматриваемом участке. Система уравнений, описывающих динамику гидропривода, включает в себя два типа уравнений, которые соответствуют физическим процессам в этих приводах:

1. Дифференциальное уравнение движения подвижных деталей системы;
2. Уравнение баланса мгновенных массовых расходов жидкости.

Из дифференциального уравнения второго порядка находится зависимость обобщенной координаты от времени. За обобщенную координату принята координата перемещения поршня. Уравнение баланса мгновенных объемных расходов жидкости представляет собой алгебраическую сумму входного, выходного расходов и расхода, затраченного на деформацию.

Полученные результаты показывают, что скорость поршня, т.е. быстродействие гидропривода технологической машины зависит как от массово-геометрических характеристик машины, так и от силовых характеристик. Составлена программа расчетов на ПЭВМ, на основании которой выполнены построения, подтверждающие теоретические выводы.

Литература

1. Динамика машин и управления машинами. Справочник/Под ред. Г.В.Крейнина. - М.:Машиностроение, 1988. - 240 с.
2. Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод мобильных машин: Теория систем автоматического управления: Учеб. пособие под ред. Н.В.Богдана, Н.Ф.Метлюка- Мн.: НПО «Пион», 2001. - 396 с.
3. Коловский М.З. Динамика машин. - Л.:Машиностроение, 1989. - 263 с.

МАЯТНИКИ С ВИБРИРУЮЩИМ ПОДВЕСОМ В МИШЕННОМ УСТРОЙСТВЕ НОВОГО ТИПА

А.Н. Русанов, А.И. Сороговец

Научный руководитель – к.т.н., доцент *А.А. Цереня*
Военная академия Республики Беларусь

Академик П.А.Капица в 1951 г. писал: «Казалось бы, что за 300 лет, прошедших со времен Галилея, этот вопрос должен быть исчерпан (изучение маятников) и если что-либо оставалось для изучения, то это должно было носить характер дошлифовки ранее полученных результатов. Но, по-видимому, тому типу движения маятника (с вибрирующим подвесом) не было уделено достаточно внимания и одна из очень своеобразных и интересных разновидностей колебаний маятника осталось почти полностью не изученной». П.А.Капица внес большой вклад в изучение маятников с вибрирующим подвесом, а также высказал предположения о возможном применении таких маятников в качестве тахометров, измерителя частоты колебаний почвы, устройства для ориентирования коллоидных частиц и молекул.

Авторами данной работы красивое и поучительное явление динамической устойчивости перевернутого маятника использовано в мишенном устройстве нового типа. Подробности конструкции устройства не приведены, т.к. оно патентуется.

Остановимся только на некоторых вопросах теоретического плана, которые необходимо было знать для выполнения модели мишенного устройства в металле и дальнейших экспериментов с ним.

Устойчивость маятника с колеблющейся точкой подвеса обычно сравнивают с устойчивостью вращающегося волчка, хотя эти явления динамической устойчивости разнятся по своей физической сути. В мишенном устройстве использован «обращенный» маятник с вибрирующим подвесом. На оси маятник некоторой длины с некоторой массой свободно колеблется в точке подвеса, которая совершает колебательные движения вдоль вертикальной оси около точки подвеса с определенной частотой и амплитудой. Оказывается, если точка

подвеса начнет колебаться с нужной частотой, маятник займет вертикальное положение. Причем такое вертикальное положение, что центр тяжести маятника будет в самом высоком положении, которое соответствует максимуму потенциальной энергии. При попадании в маятник пули, он теряет это высокое положение центра тяжести, и после небольших колебаний вновь его восстанавливает.

Явление движения обращенного маятника с вибрирующим подвесом описывается дифференциальным уравнением параметрических колебаний, преобразуемое в каноническое уравнение Матье.

Условие устойчивости для исследуемого маятника описывается в виде

$$\omega > \frac{\sqrt{2qL}}{A} .$$

Этого оказалось достаточно для подбора параметров всего устройства - частоты вращения электродвигателя, длины маятника L , амплитуды колебаний A .

П.А.Капица в своих работах вывел формулу для определения значения действующего на маятник так называемого вибрационного момента, как его назвал сам автор. Величина этого момента пропорциональна средней кинетической энергии, сообщенной массе маятника вибрацией подвеса. Вибрационный момент является восстанавливающим моментом маятника.

Подбор параметров маятника и электродвигателя по формуле был осуществлен исходя из реальных возможностей - наличия электродвигателя, способов осуществления колебаний точки подвеса и т.п.

Первые попытки осуществления колебаний точки подвеса с помощью высших кинематических пар (специальных кулачков – толкателей) не привели к успеху, так как постоянно выходил из строя толкатель, связанный с точкой подвеса. Поэтому было принято решение перейти к обычному кривошипно-шатунному механизму, включающему только низшие кинематические пары. После этого механизм мишенного устройства стал работать безотказно.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА СТАТИЧЕСКОЙ ПОВОРАЧИВАЕМОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРОЛЛЕЙБУСА

И.В. Китченко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Ю.Е. Атаманов*
Белорусский национальный технический университет

При создании любого транспортного средства тратится много времени и средств на его испытание. И не всегда результаты оказываются положительными. И тогда необходимо вносить изменения, изготавливать новый экземпляр и снова проводить испытания. Поэтому желательно уже на стадии разработки иметь возможность оценить те или иные качества проектируемой машины. Все это в полной мере относится и к троллейбусу. А так как троллейбус является пассажирским транспортом, то очень важно, чтобы он обладал хорошей курсовой устойчивостью и управляемостью.

В данной работе предлагается методика определения вида статической поворачиваемости троллейбуса, используя которую можно на стадии разработки троллейбуса оценить его устойчивость и управляемость.

Для определения вида поворачиваемости рассматривается движение пространственной модели троллейбуса по кругу с постоянной угловой скоростью $\omega = \dot{\beta} = \text{const}$, $\dot{\omega} = \ddot{\beta} = 0$, передние управляемые колеса повернуты на угол α .

Составляется система уравнений движения троллейбуса в подвижных осях координат, которую можно определенным образом преобразовать и получить систему алгебраических уравнений с переменными коэффициентами, в которой содержатся три неизвестных. Так как система уравнений имеет некоторые коэффициенты равные нулю, то она решается методом Гаусса с ведущим элементом. Для каждого значения скорости кинематические параметры движения находятся итерационным методом. Расчет для заданного значения скорости