

Краевая научно-практическая конференция
учебно-исследовательских работ учащихся 9-11 классов
«Прикладные и фундаментальные вопросы математики»

Математическое моделирование

Особенности применения магнитных жидкостей в амортизаторах

Калугин Василий Алексеевич,
11 кл., МБОУ «Лицей №1», г. Пермь,
Анфёрова Ольга Константиновна,
учитель физики.

Пермь. 2014.

Оглавление

Введение.....	3
Актуальность.....	3
Цель работы.....	3
Общая теоретическая информация.	4
Постановка задачи	5
Содержательная постановка задачи.....	5
Концептуальная постановка задачи.....	6
Математическая постановка задачи	7
Выводы.....	8
Список литературы	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

Актуальность

Все мы пользуемся механическими транспортными средствами, но далеко не все имеют представление о том, как работают эти механизмы. Большинство людей считает, что на безопасность движения влияют только тормоза, колёса, ремни безопасности и общая исправность транспортного средства. Но при наезде автомобиля на неровность на большой скорости образуются вибрации, которые могут сбить автомобиль с курса, а в при многократном повторении и разрушить его. Для гашения этих вибраций в подвеске автомобиля используют рессоры, резиновые подушки, витые пружины в сочетании с амортизаторами. Именно об амортизаторах и пойдёт речь в этой работе.

На разных скоростях и разных дорожных покрытиях от амортизаторов требуется разная жёсткость, чтобы гасить вибрации, но при этом не допускать излишних кренов транспортного средства.

Цель работы

Была поставлена следующая цель работы:

Использовать в качестве рабочего тела в амортизаторах не масло или газ, а магнитную жидкость, т.к. при воздействии на неё электромагнитного поля, изменяются её свойства. Нас интересует изменение вязкости жидкости.

Далее необходимо составить математическую модель движения этой жидкости в амортизаторе без воздействия электромагнитного поля.

Провести эксперимент, чтобы убедиться в адекватности математической модели.

Добавить в математическую модель воздействие электромагнитного поля, т.е. замерить вязкость жидкости под воздействием этой силы.

Провести эксперимент повторно, но уже с воздействием электромагнитного поля.

Далее использовать разные формы электромагнитного поля, чтобы найти наиболее оптимальный вариант, сочетающий в себе низкое энергопотребление и сильное влияние на вязкость жидкости.

Общая теоретическая информация.

Амортизатор (от фр. *amortisseur*) — устройство для гашения колебаний и поглощения толчков и ударов подвижных элементов (подвески, колёс), а также корпуса самого транспортного средства, посредством превращения механической энергии движения (колебаний) в тепловую.

Электромагнитное поле — фундаментальное физическое поле, взаимодействующее с электрически заряженными телами, а также с телами, имеющими собственные дипольные и мультипольные электрические и магнитные моменты. Представляет собой совокупность электрического и магнитного полей, которые могут, при определённых условиях, порождать друг друга, а по сути являются одной сущностью, формализуемой через тензор электромагнитного поля.

Магнитореологическая жидкость — жидкость, содержащая в себе железные микрочастицы, в результате чего имеет способность менять свою вязкость под воздействием электромагнита. Это свойство широко используется в амортизаторах адаптивных подвесок, где в автоматическом режиме или превентивно, выбрав соответствующий режим, можно существенно изменять параметры жесткости подвески. Одним из лидеров применения магнитореологической жидкости в качестве рабочего тела амортизаторов является компания Ferrari (суперкары Ferrari F12berlinetta, Ferrari 458 Italia, Ferrari FF и др.). Суперкар Porsche 911 имеет магнитореологическую жидкость еще и в активных опорах двигателя.

Ферромагнитная жидкость — жидкость, сильно поляризуемая в присутствии магнитного поля.

Постановка задачи

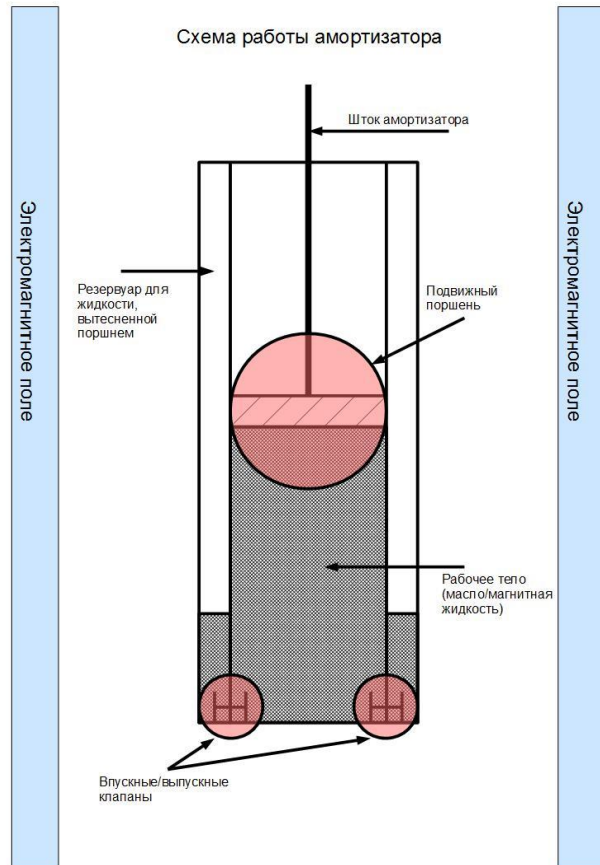


Рисунок 1

Содержательная постановка задачи

Рассмотрим принцип работы жидкостного амортизатора:

При воздействии силы на шток амортизатора, он начинает движение внутрь корпуса, выталкивая жидкость через выпускные клапаны, в резервуары, расположенные по краям амортизатора. Жидкость оказывает сопротивление за счёт внутреннего трения и взаимодействия со стенками корпуса и клапанами. В результате шток совершает затухающие колебания: чтобы вернуть шток амортизатора в исходное положение, используют пружины. Пружина вытягивает шток из корпуса, а жидкость возвращается в рабочую часть поршня через впускные клапаны.

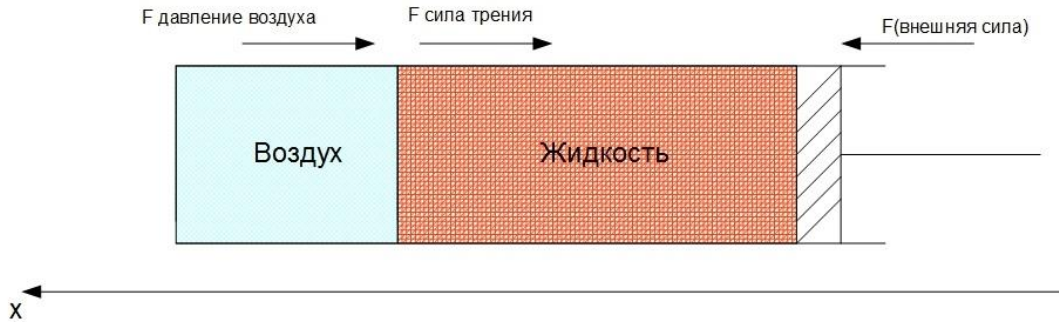
Необходимо минимизировать количество и амплитуду этих колебаний для обеспечения комфортной и безопасной езды.

Концептуальная постановка задачи

На первом этапе работы рассмотрим движение штока и жидкости в амортизаторе, при этом:

- 1) Поскольку жидкость практически не сжимаема, будем считать её твёрдым телом;
- 2) Не будем учитывать сопротивление клапанов;
- 3) Учитываем только трение жидкости о стенки трубки амортизатора;
- 4) Количество вещества (воздуха, расположенного в трубке) считаем постоянным;
- 5) Т.к. рассматриваем движение в горизонтальной трубке, силу тяжести не учитываем;
- 6) Не вводим ограничений на свободный ход поршня;
- 7) Газ в резервуарах амортизатора предполагается идеальным.

Математическая постановка задачи



Рассмотрим силы, действующие на поршень и жидкость:

1) Сила трения: $\overline{Fm} = \mu * v = \mu * x'$

2) Давление газа: $\overline{Fz} = \frac{v * R * T}{V}$

3) Внешняя сила, сжимающая поршень. $\overline{F_2} = const$

Векторная сумма сил:

$$\overline{Fm} + \overline{Fz} + \overline{F_2} = m \overline{a}$$

Проекция векторной суммы сил на координатную ось X:

$$-\frac{v * R * T}{V} - \mu * x' + F_2 = m * x''$$

Выводы

Был получен график зависимости координаты x от времени t .

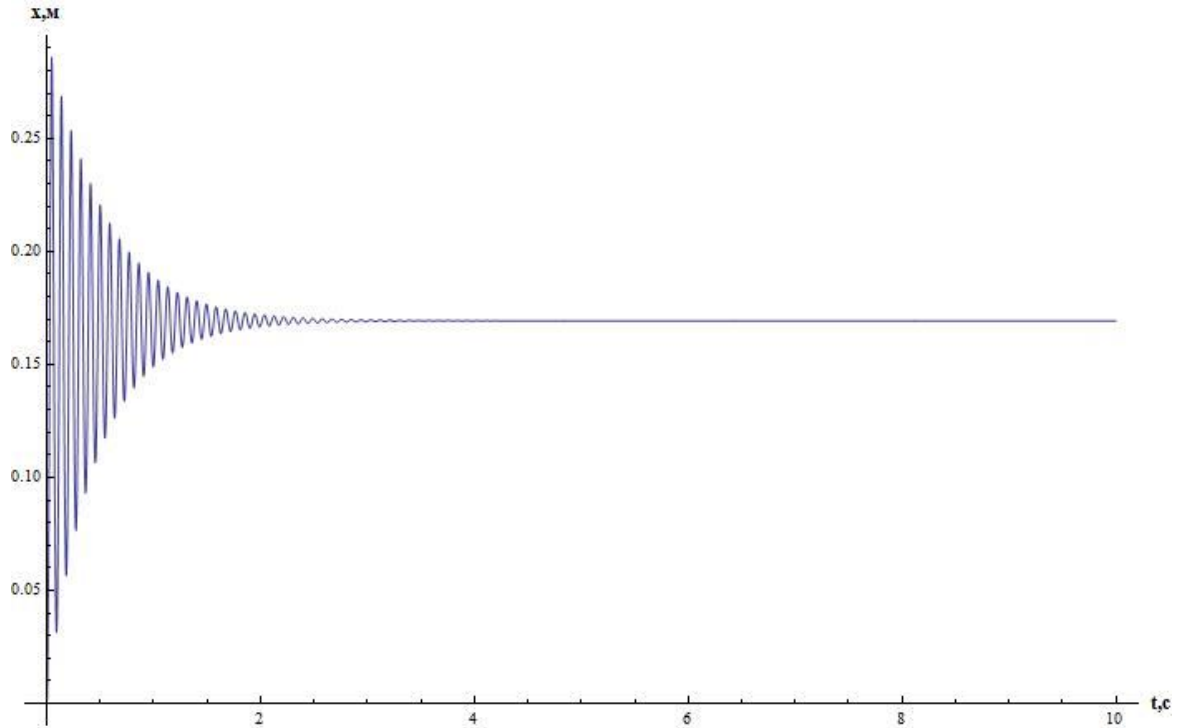


График показывает, что совершаются затухающие колебания. Дальнейшей целью работы является уменьшение амплитуды и времени затухания этих колебаний путем повышения вязкости жидкости воздействием на неё электромагнитного поля.

Список литературы

autoustroistvo. [В Интернете] [Цитировано: 10 октябрь 2014 г.]
<http://autoustroistvo.ru/hodovaya-chast/amortizator/>.

drive2.ru. [В Интернете] <http://www.drive2.ru/b/288230376152345150/>.

ru.wikipedia.org. [В Интернете] https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%EB%E5%EA%F2%F0%E0%E3%ED%E8%F2%ED%E5_%EF%E0%EB%E5.

ru.wikipedia.org. [В Интернете] <https://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%EC%E0%F2%E8%E7%E0%F2%E0>.

topruscar.ru. [В Интернете] <http://topruscar.ru/terms/magnitoreologicheskaya-zhidkost>.

www.parts-master.ru. [В Интернете] [Цитировано: 27 сентябрь 2014 г.]
<http://www.parts-master.ru/articles/50.html>.