

МАГНИТНАЯ ЛЕВИТАЦИЯ (АКТИВНЫЙ МАГНИТНЫЙ ПОДВЕС)

Камышникова О.С.

Тутов И.А., научный руководитель

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет
kamyshnikova.1995@mail.ru

Введение

Левитация - это зависание какого-либо тела в пространстве без подвеса, либо механической опоры. Сегодня, рассматривается в основном два вида левитации. Это магнитная и акустическая. В данной работе была рассмотрена именно магнитная левитация.

Магнитная левитация

Магнитная левитация – это явление, при котором любые металлические предметы (имеются ограничения на габариты, массу и т.д.) «парят» в воздухе под воздействием магнитного поля. [3].

Данный вид левитации может быть реализован тремя способами: с использованием электромагнита, сверхпроводящего магнита и постоянного магнита.

Но, левитация невозможна при помощи статических электромагнитных полей, так как на объект будет действовать сумма полей, которая создает неустойчивое положение в пространстве: гравитационное, электростатическое, магнитостатическое поля. Например, если «подвесить» постоянный магнит над другим магнитом, то его положение будет неустойчивым и его легко опрокинуть. Но при вращении левитирующего магнита, гироскопические силы делают его положение устойчивым. [1].

Применение электрических и магнитных полей для левитации существует уже несколько веков. Актуальность проявилась и в наше время, во время развития приборостроения, машиностроения для измерительной, ядерной и космической техники.

Известно, что на электрический движущийся заряд со скоростью в электромагнитном поле действует магнитная сила. Магнитная сила может быть и силой притяжения, и силой отталкивания в постоянных магнитных, а также в проводниках с током. Магнитная сила является силой притяжения между ферромагнетиком и источником магнитного поля, а силой отталкивания между неферромагнитным материалом и источником переменного магнитного поля.

Магнитная левитация широко используется в магнитных и электрических подвесах. Таких существует девять типов: на постоянных магнитах, активные магнитные, LC – резонансные, диамагнитные, а также сверхпроводящие, магнитогидродинамические, электростатические, индукционные, кондукционные.

Описание устройства

Более подробно был рассмотрен активный магнитный подвес. На примере устройства «левитрон». Сила притяжения будет генерироваться между электромагнитом и постоянным магнитом. Равновесие положения не очень стабильно, поэтому использована система автоматического контроля. [4].

Датчик контроля – это магнитоуправляемый датчик положения на основе эффекта Холла. Датчик измеряет смещение подвешиваемого постоянного магнита из заданного положения равновесия. Сигнал измерения обрабатывается регулятором. Усилитель мощности, питаемый от внешнего источника электроэнергии, преобразует этот сигнал в управляющий ток, в обмотке электромагнита, который вызывает силу магнитного притяжения таким образом, что нарушенное положение равновесия восстанавливается.

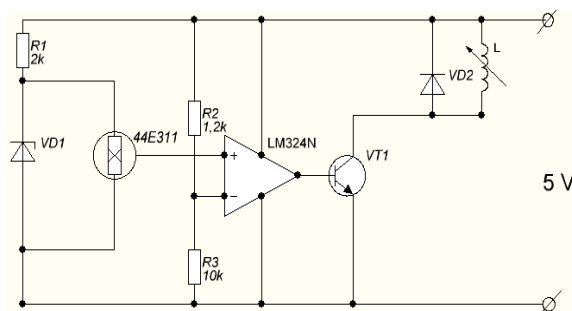


Рис.1 Схема электрическая принципиальная устройства «левитрон»

Работа схемы заключается в следующем. При включении ток идет через катушку индуктивности, которая создает магнитное поле и притягивает магнит. Для того, чтобы магнит не перевернулся, его необходимо стабилизировать, с помощью прикрепления какого-либо тела к нему. Магнит взлетает и притягивается к электромагниту.

При попадании магнита в зону действия датчика положения, магнитное поле датчика отключается магнитным полем магнита. В свою очередь, датчик подает сигнал на транзистор, который и будет отключать электромагнит, магнит падает. Магнит начинает притягиваться, когда выходит из зоны чувствительности датчика, тем самым включая электромагнит снова.

Таким способом система будет незначительно колебаться около некоторой точки.

При сборе схемы была применена катушка с сердечником, свойства которого неизвестны. Для описания математической зависимости тока от массы подвешиваемого тела и зазором между электромагнитом и постоянным магнитом, были проведены исследования, в ходе которых выяснилось, что при увеличении тока и при его уменьшении, зависимости не отличаются, что видно из графиков на рис.2.1 и на рис.2.2.

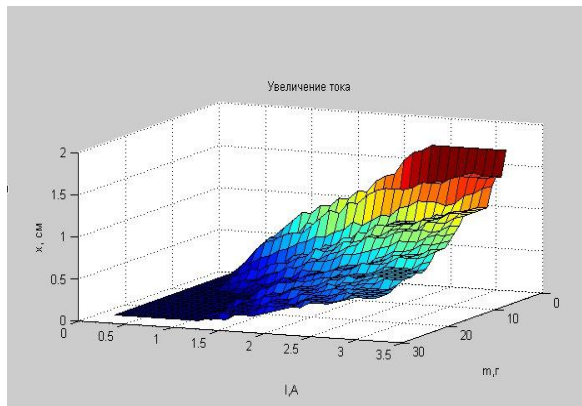


Рис 2.1 Поверхность, полученная при увеличении тока

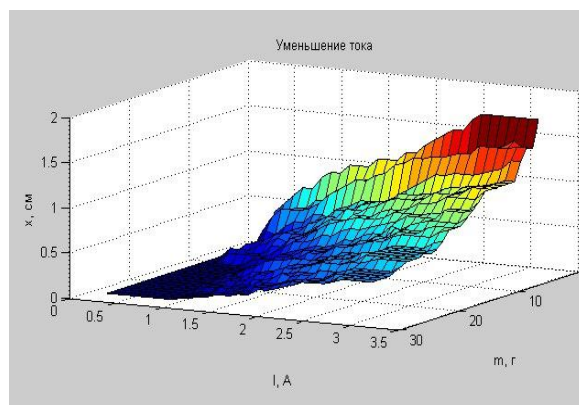


Рис. 2.2 Поверхность, полученная при уменьшении тока

Исследования были проведены при изменении значений тока от 0,4А до 3,2А с шагом 0,1А. Масса, подвешиваемого тела изменялась от 2 г до 30 г, с шагом 1 г.

В итоге получаем зависимости, что сила тока прямо пропорциональна массе и обратно пропорциональна квадрату расстояния зазора между электромагнитом и постоянным магнитом (1):

$$I \sim m$$
$$I \sim \frac{1}{x^2} (1)$$

Данные зависимости (1) будут применены для составления математической модели активных магнитных подвесов.

Заключение

Магнитная левитация широко применяется в активных магнитных подшипниках. Что и будет являться предметом изучения в будущем.

Активные магнитные подшипники являются сложным мехатронным устройством, которое будет обеспечивать бесконтактный подвес между ротором относительно статора в электрической машине. Устойчивое положение как раз будет осуществлено за счет магнитного притяжения, что и показано в модели «левитрон». Система управления таких подшипников формирует ток обмоток электромагнита по сигналам датчиков магнитного потока или перемещений ротора. [5].

Активные магнитные подшипники обладают рядом преимуществ по отношению к каким-либо другим, что и является актуальным на данный момент. У них высокая грузоподъемность, механическая прочность, неконтактная подвеска тел, что увеличивает значительно КПД работы станков, их износостойкость и долговечность.

Список использованных источников и литературы:

1. Т.И. Трофимова Курс физики: Уч. пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 560с.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики (в трех томах): Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1979 – 511 с.
3. IT-лента. Магнитная левитация [Электронный ресурс]. – URL: <http://it-lenta.ru/chto-takoe-magnitnaya-levitatsiya> (Дата обращения 12.10.2016).
4. Левитрон на датчике Холла [Электронный ресурс]. – URL: http://samodelkilab.ucoz.ru/news/levitron_92_sobrat_svoimi_rukami/2014-01-19-32l (Дата обращения 20.09.2016).
5. Активные магнитные подшипники [Электронный ресурс]. - URL: <http://amb-lab.narod.ru/Book/Chapter1.htm> (Дата обращения 02.10.2016)
6. Магнитный подшипник [Электронный ресурс]. - URL: <http://myfta.ru/articles/magnitnye-podshipniki> (Дата обращения: 03.10.2016)