

ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

Гобозов С.Ф.¹, Джиоев В.К.² Email: Gobozov1147@scientifictext.ru

¹Гобозов Станислав Федорович - кандидат технических наук,
доцент;

²Джиоев Владимир Казбекович - доцент,
кафедра технологических машин и оборудования,
Юго-Осетинский государственный университет им. А.А. Тибилова,
г. Цхинвал, Республика Южная Осетия

Аннотация: целевым назначением данной работы является описание рациональных электровибрационных машин как в части механической, так и в части электрической, пригодное для практического использования, и увязка этих частей в единое целое, а также электродвигатель возвратно–поступательного движения, который является существенной частью электровибрационной машины, ее основным узлом и представляет собой рациональный и наиболее соответствующий для вибрационных машин тип возбудителя колебаний.

Задача, стоящая в данной статье, заключается в исключении неэффективных схем, при конструировании электровибратора с продольным зазором электромагнита.

Ключевые слова: электровибрационные машины, электровибродвигателя, колебательная система, электромагнит, обмотки, одноконтная система, двухконтная система

WAYS OF DEVELOPMENT OF ELECTROVIBRATION MACHINES

Gobozov S.F.¹, Djioev V.K.²

¹Gobozov Stanislav Fedorovich - Candidate of engineering sciences, Associate Professor;

²Djioev Vladimir Kazbekovich - Professor,
DEPARTMENT OF TECHNOLOGICAL MACHINES AND EQUIPMENT,
SOUTH OSSETIA STATE UNIVERSITY NAMED AFTER A.A. TIBILOV,
TSKHINVALI,, REPUBLIC OF SOUTH OSSETIA

Abstract: the purpose of this work is to describe rational electrovibration machines in both mechanical and electrical parts, suitable for practical use and link these parts into a single whole, as well as the electric reciprocating motion, which is an essential part of the electrovibration machine, its main unit and is a rational and most appropriate for vibration machines type of vibration agent.

The task of this article is to exclude inefficient schemes in the design of an electric vibrator with a longitudinal gap of the electromagnet.

Keywords: electrovibration machine, electrovibroengines, vibrating system, electromagnet, winding, single-ended system, the two-stroke system.

УДК 62-26

Электровибрационные машины являются весьма эффективным новым видом машин, которые получили широкое распространение в промышленности.

Между тем, до настоящего времени, электровибрационные машины совершенно недостаточно освещены в технической литературе как в отношении их конструкции, так и в отношении их теории и расчета.

Целью данной работы является описание рациональных машин как в части механической, так и в части электрической, пригодное для практического использования, а также увязка этих частей в единое целое.

В электрической части рассматриваются вопросы конструкции, теория и расчет малоизвестного электрического вибрационного двигателя поступательно-возвратного движения, как основного узла электровибрационной машины.

Однако, наибольшие трудности в разрешении поставленной задачи относятся к области механических колебаний. Для иллюстрации этого довода приводим следующую выдержку из технической энциклопедии, где в разделе «Механические колебания» значит: «Громадное научное достояние из области знаний относящихся к теорий механических колебаний, отвечает в весьма слабой степени потребностям практической работы инженера, так как весьма важные для технических задач общие теоремы о колебаний, даны в весьма отвлекенной форме».

По своему конструктивному оформлению электровибрационные машины относятся к колебательной системе, состоящей из двух и более масс, т.е. принадлежат к системе с двумя и более степенями свободы. В большинстве же работ, где встречается разбор вынужденных колебаний, приводится случай системы с одной степенью свободы при наличии сил линейного трения (сопротивления), пропорционального

скорости движения. Если же встречается разбор вынужденных колебаний системы с двумя и более степенями свободы, то силы трения, возникшие при движении – обычно не учитываются. Это обстоятельство объясняется большими трудностями учета сил трения в многомассных системах.

Между тем систем, не имеющих вовсе трений при движениях и не обладающих рассеянием энергии, в природе не существует и теория колебаний, не учитывающая сил трения, не может полностью отобразить действительную картину явлений. Однако, полученные формулы для точного решения задачи, при учете сил, действующих в системе, весьма сложны и мало упрощаются в практическом случае свободной двухмассной системы, как это имеет место в конкретных условиях работы электровибрационной машины. Такие общие формулы неприемлемы для производства обычных практических расчетов. Поэтому необходимо сделать некоторые ограничения для упрощенного решения задачи и получить лишь приближенные формулы расчета с достаточной для практического применения точностью.

Весьма существенной частью электровибрационной машины, ее основным узлом является электродвигатель возвратно – поступательного движения, представляющий собою рациональный и наиболее соответствующий для вибрационных машин тип возбудителя колебаний. Известно большое количество типов электродвигателей с поступательно – возвратным движением, возникших в целях разнообразных применений в различные периоды развития электротехники [2, с. 23].

Однако надо отметить, что электрические вибрационные двигатели с поступательно–возвратным движением, основанные на принципе прерывателя, не оправдали себя на практике и не выдержали конкуренции и показали себя как ненадежные в эксплуатации. Практически оказались пригодными только такие электродвигатели с поступательно–возвратным движением, или иначе вибрационные электродвигатели, которые работают без разрыва цепи тока.

Будем называть их просто электровибродвигателями. Простейшим электровибродвигателем, удовлетворяющим таким требованиям, является подковообразный электромагнит с подвижным якорем, оттягиваемый пружиной. При прохождении через катушку однофазного переменного тока образуется магнитный поток, ввиду чего и происходит притяжение якоря к сердечнику электромагнита. Так как прямая и обратная полуволны тока и соответствующие им прямая и обратная полуволны магнитного потока одинаково притягивают якорь к сердечнику, будем иметь двойное число периодов колебаний якоря, т.е. например, 100 в секунду, при частоте тока в 50 гц.

Такая система применяется лишь для малых машин. Однако, в большинстве случаев практического применения электровибродвигателей, получающих питание непосредственно от промышленной сети, такая частота является чрезмерно высокой. Поэтому используются пульсирующий магнитный поток, понижающий число периодов колебаний якоря электродвигателя вдвое, т.е. число колебаний якоря становится одинаковым с числом колебаний тока. Если применить электромагнит с двумя отдельными обмотками, из которых одну подключить к сети переменного тока, а другую к сети постоянного тока в целях получения пульсирующего магнитного потока, то будем иметь собственно не столько электродвигатель, сколько трансформатор. Таким образом, при колебаниях якоря электромагнита электродвигателя наряду с полезным превращением электрической энергии в механическую работу, получим также и бесполезное преобразование электрической энергии одного напряжения и тока, в электрическую энергию другого напряжения и тока, так что в сети постоянного тока возникает преобразованный переменный ток. Такая система не получила и не могла получить практического применения.

Наша задача состоит в том, чтобы исключить перечисленные, неэффективные схемы, при конструировании электровибратора с продольным зазором электромагнита. Известно большое количество типов электровибродвигателей с поступательно – возвратным движением, возникших в целях разнообразных применений в различные периоды развития электровибротехники.

Однако следует отметить, что электровибродвигатели с поступательно – возвратным движением, основанные на принципе прерывателя, не оправдали себя в эксплуатации. Практически оказались пригодными только электродвигатели с поступательно – возвратным движением, или иначе вибрационные электродвигатели, которые работают без разрыва цепи тока. Простейшим электровибродвигателем, удовлетворяющим таким требованиям, является подковообразный электромагнит с подвижным якорем, оттягиваемый пружиной.

При прохождении через катушку однофазного переменного тока образуется магнитный поток, ввиду чего и происходит притяжение якоря к сердечнику электромагнита. Так как прямая и обратная полуволны тока и соответствующие им прямая и обратная полуволны магнитного потока одинаково притягивают якорь к сердечнику, будем иметь двойное число периодов колебаний якоря, т.е. например, 100 в секунду при частоте тока в 50 гц. Такая система применяется лишь для очень малых машин.

Однако в большинстве случаев практического применения электровибродвигателей, получающих питание непосредственно от промышленной сети, такая частота является чрезмерно высокой. Поэтому

используется приемы, создающие пульсирующий магнитный поток, понижающий число периодов вдвое, т.е. число колебаний якоря становится одинаковым с числом колебаний тока.

Если применить электромагнит с двумя отдельными обмотками, из которых одну подключить к сети переменного тока, а другую к сети постоянного тока в целях получения пульсирующего магнитного потока, то будем иметь собственно не столько электровибродвигатель, сколько трансформатор. Таким образом, при колебаниях якоря электромагнита электровибродвигателя наряду с полезным превращением электрической энергии в механическую работу, получим также и бесполезное преобразование электрической энергии одного напряжения и тока, в электрическую энергию другого напряжения и тока, так что в сети постоянного тока возникает преобразованный переменный ток. Такая система не получила практического применения.

Для преобразования пульсирующего магнитного потока применяют другие приемы, а именно:

1) Воспроизведения в одной обмотке электромагнита одновременно и переменного и постоянного тока, т.е. пульсирующего тока, например путем последовательного включения обмоток переменного и постоянного тока. Эта система позволяет малой мощностью экономично регулировать амплитуду вибраций, путем изменения величины постоянной составляющей силы пульсирующего тока, воздействием на величину постоянного тока реостатом.

2) Кроме того, пульсирующий магнитный поток может быть образован последовательным включением с обмоткой электромагнита электродвигателя однофазного выпрямителя для получения лишь одной половины переменного тока. Эта система предусматривает регулировку амплитуды вибраций путем применения дополнительного приспособления, приспособления, в виде реактивной катушки со многими ответвлениями, что позволяет переключать число витков и, таким образом, менять напряжение на обмотке электровибродвигателя. Аналогичная система намечалась для использования в электровибромашинах институтом «Гипроалюминий».

3) Затем, аналогичный эффект образования пульсирующего магнитного потока и регулирования размаха колебаний может быть получена и путем применения выпрямителя шунтируемого реостатом. Однако все эти системы электровибродвигателей с пульсирующим магнитным потоком являются однофазными и имеют общий, весьма существенный недостаток. Не говоря о ряде других менее крупных их недостатках.

Однофазная система не дает возможности повышать энергетические показатели электровибродвигателя: его коэффициент мощности, для повышения коэффициента мощности нужно, наряду с другими мероприятиями, значительное увеличение постоянной составляющей тока, а это влечет за собой подмагничивание не только электровибродвигатель, но и сетевого трансформатора, а также включенных в сеть электроизмерительных приборов. Кроме того, обуславливает гармоники 2-го порядка и ряда высших гармоник тока, искажающих форму кривой тока, вносящих помехи в сеть и влияющих на провода линии связи. Например, один электровибродвигатель мощностью один кВт, работающий по однофазной системе при подмагничивании постоянным током на 200% индукции от переменного тока произведет насыщение 100 киловаттаперного трансформатора постоянным током до индукции в железе 5000 – 6000 гаусс, так что общее насыщение железа трансформатора одной полувольтной тока будет порядка 19000 – 20000 гаусс, против нормальной индукции в 1400 гаусс. Таким образом, 100 киловаттаперный трансформатор может получить увеличение полувольтны переменного тока в 20 – 30 раз против нормального. Кроме того, электровибродвигатель мощностью один кВт с напряжением сети 220 вольт при своей однофазной работе, воспроизводит гармонику тока 2-го порядка с амплитудой в 6,2 ампера. Затем однофазная система обуславливает собою односторонний изгиб упругой системы вибрационной машины. Вследствие таких больших недостатков однофазных систем электродвигателей, несмотря на их кажущуюся простоту, является необходимым применение двухфазной систем. Электродвигатели двухфазной системы, с одной обмоткой общей для переменного и постоянного тока являются системами, работающими посредством, собственно говоря, лишь одного постоянного пульсирующего тока, а потому требуют мощных выпрямителей и мощной регулировочной аппаратуры, рассчитанных на полную мощность этих электровибродвигателей, в зависимости от тока и напряжения питающей электровибродвигатель сети переменного тока [1, с. 28].

Между тем, как в системе с отдельными обмотками электродвигатель работает главным образом, посредством переменного тока, а постоянный ток имеет лишь вспомогательную функцию возбуждения электродвигателя, а обмотки переменного тока и постоянного тока разобщены. Таким образом, мощность, расходуемая на постоянном токе, является незначительной, так как требуется лишь небольшое напряжение и ток для воспроизведения необходимых ампервитков в обмотке постоянного тока, имеющей малое сопротивление для прохождения постоянного тока. При этом и ток в обмотке постоянного тока независим от напряжения и тока в обмотке и сети переменного тока.

Однако, эта двухфазная система все же имеет нецелесообразное распределение обмоток постоянного и переменного тока, со значительными потоками рассеяния между этими обмотками.

Общий недостаток всех вышеуказанных систем электровибродвигателей, как одноктных, так и двухтактных, это чрезвычайно низкий коэффициент мощности электровибродвигателя. В связи с этим, широкое развитие электровибрационных машин, имеющие электровибродвигатели с низким коэффициентом мощности не получили, несмотря на самые превосходные сочетания, заложенные в основе самой идеи электровибрационных машин, сулящие им радужные перспективы. Вследствие чего, при разработке вопросов электровибрационных машин, в первую очередь, нужно было обратить особое внимание на усовершенствование их электровибродвигателей, являющихся неотъемлемым и незаменимым, так сказать «движителями» самой машины [4, с. 34].

Исходя из критического отношения к электровибраторным машинам отечественной промышленности, цхинвальским заводом «Электровибромашина» разработана конструкция электровибродвигателя электромагнитного типа [3, с. 36].

Электродвигатель, серийно производимые заводом «Электровибромашина», состоит из электромагнита с обмотками переменного и постоянного тока, и с поперечным зазором между сердечником и якорями (рис. 1) [3, с. 37].

Для увеличения производительности, увеличена мощность двигателя, достигнут производительность 300 м³/ч. Дальнейшее увеличение производительности (требование промышленности) ограничивается поперечным зазором электромагнита, а увеличение зазора влечет за собой рост по геометрической прогрессии массы вибродвигателя (что неприемлемо). Исходя из вышеизложенного, предлагается двигатель с продольным зазором электромагнитопровода вместо поперечного в существующих (рис. 2). Данное предложение, позволяет увеличить двойную амплитуду в 2 – 5 раз, соответственно увеличивается и производительность машины.

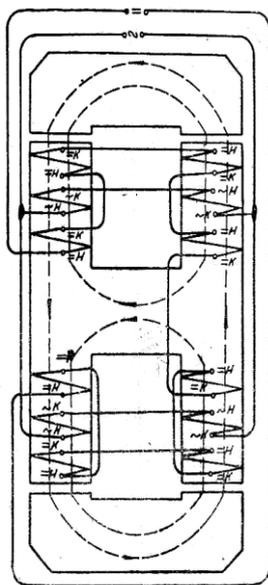


Рис. 1. Схема электромагнита с поперечным зазором между сердечником и якорями

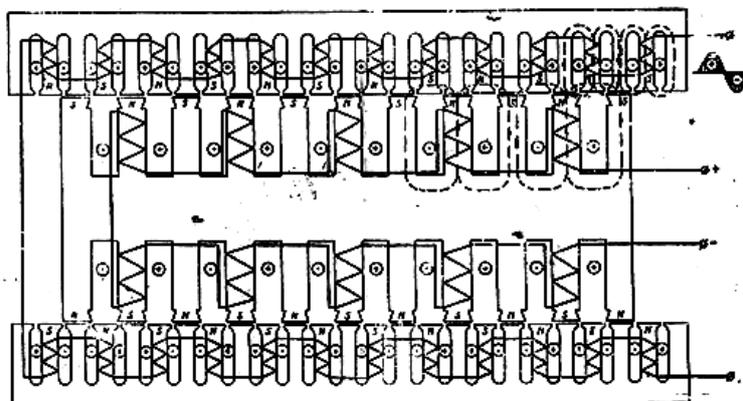


Рис. 2. Схема электромагнита электровибродвигателя с продольным зазором магнитопровода

В связи с этим необходимо расширить существующие рамки теории, расчета и конструирования электровибродвигателя с продольным зазором магнитопровода (рис. 2) – будущее развития электровибрационной техники [5, с. 9].

Список литературы / References

1. *Бауман В.А.* «Исследование вибрационного питателя». Труды Ленинградского института механизации строительства. Госстройиздат, 1950.
2. *Левин Л.П.* Электровибродвигатель с поступательно–возвратным движением. Заявки на изобретения № 147256 от 10.05.54 и авторское свидетельство № 95014 от 13.11. 55.
3. *Санакоев Т.В., Кудухов И.А., Малышев Г.И.* «Усовершенствование рессорной системы электровибрационных машин». Журнал обогащение руд. № 4. г. Ленинград, 1964.
4. *Левин Л.П.* Вопросы теории и расчета электровибрационных машин. Труды Ленинградского института механизации строительства. Госстройиздат, 1958.
5. *Джиоев В.К., Гобозов С.Ф., Сергеев В.В.* Анализ электровибрационных машин и пути повышения их технических показателей. Вестник Международной Академии наук, экологии безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ). Том 15. №2 (Санкт-Петербург). Владикавказ, 2010.