

система, как целое, придет в движение в направлении от индуктора 2 к индуктору 1.

Периодическое повторение этого процесса с частотой  $N$ , равной или меньшей  $1 : 4t_L$  (см. фиг. 2), что необходимо для предотвращения воздействия поля индуктора 2 на индуктор 1, обеспечит прямолинейное поступательное движение всей системы. Если длительность импульса тока будет больше чем  $2t_L$  на величину  $\Delta t$ , то поле индуктора 2 начнет воздействовать на индуктор 1 с силой  $F_{2-1}$ , и эффективность процесса уменьшится в  $(2t_L + \Delta t) : 2t_L$  раз.

Если в момент  $2t_L$  начать пропускать через индуктор 1 ток обратного направления (фиг. 3), то с момента  $2t_L$  и в течение последующего промежутка времени, равного  $2t_L$ , поле индуктора 2 уже будет оказывать воздействие на индуктор 1, отталкивая его, то есть сила  $F_{2-1}$ , воздействующая на индуктор 1, будет иметь то же направление, что и сила  $F_{2-1}$ , действующая на индуктор 2. В этом случае, в установившемся режиме, сила, воздействующая на систему в целом, будет в 2 раза больше силы, воздействующей на один индуктор.

Силы, воздействующие на каждый из двух индукторов, расположенных на расстоянии  $L$ , определяемом в зависимости от частоты  $N$  токов, пропускаемых через индукторы со сдвигом по фазе, равным  $0,25$  периода тока, и скорости  $V$  распространения магнитного поля в среде, разделяющей индукторы, из соотношения  $L = V : 4N$ , в каждый момент времени имеют одно и то же направление, что и определяет возникновение движущей силы.

Увеличение величины  $L$  по сравнению с величиной  $V : 4N$  приводит к тому, что силы, воздействующие на индукторы, в течение части периода тока имеют различные направления, что в общем случае приводит к уменьшению эффективности способа. Кроме того, при использовании индукторов, величина индукции которых снижается с увеличением  $L$ , уменьшается и абсолютная величина сил, воздействующих на индукторы, что и определяет нецелесообразность повышения расстояния между индукторами.

Уменьшение величины  $L$  по сравнению с величиной  $V : 4N$  также приводит к тому, что силы, воздействующие на индукторы, в течение части периода тока имеют различные направления, что в общем случае могло бы привести к уменьшению эффективности способа, однако, при использовании индукторов, величина индукции которых повышается пропорционально величине  $1 : L$  или быстрее, например пропорционально величине  $1 : L^2$ , увеличивается и сила, воздействующая на индукторы, что в целом приводит к повышению результирующей движущей силы.

Однако, поскольку токи, пропускаемые через индукторы, сдвинуты по фазе, то уменьшение расстояния между индукторами до величины, равной или меньшей  $U : E_{пр}$ , вызовет электрический пробой, что и определяет невозможность осуществления способа при малых значениях  $L$ .

Уменьшение или увеличение величины сдвига токов по фазе (по сравнению с оптимальным значением, равным  $0,25$  периода тока), также приводит к тому, что силы, воздействующие на индукторы, в

течение части периода тока имеют различные направления, и соответственно снижается эффективность способа. Поддержание величины сдвига по фазе в пределах уже чем  $0,23-0,27$  периода тока вызывает значительные трудности, тогда как в этих пределах эффективность способа падает не более чем на  $1\%$ .

Расчет влияния расстояния  $L$ , сдвига по фазе  $f$  и круговой частоты тока  $w = 2\pi N$  на эффективности способа показал (см. ниже пример 1 осуществления способа), что для синусоидального тока сила  $F$ , воздействующая на систему в целом, пропорциональна величине  $\sin f_1 \sin f_2$ , где  $f_1 = 2\pi L N : V$  и  $f_2$  - сдвиг по фазе. Расчет также показал, что в случае отклонения фактической частоты  $w'$  от расчетной  $w_0 = \pi V : 2L$ , сила  $F$ , воздействующая на систему в целом, пропорциональна величине  $\cos(\pi \Delta w : 2w_0)$ , где  $\Delta w = w' - w_0$ .

Количество индукторов может быть и больше двух, требуется только, чтобы расстояние между каждой парой соседних индукторов было равно  $L$ , а сдвиг токов соседних индукторов по фазе составлял  $0,23-0,27$  периода.

Применение в качестве среды, разделяющей индукторы, материала со скоростью распространения магнитного поля  $V < C$  (где  $C$  - скорость света в вакууме), способствует снижению требуемой частоты пропорционально величине  $C : V$ .

Аналогичное взаимодействие будет наблюдаться между любыми индукторами, расстояние между которыми не изменяется. В качестве индукторов могут быть использованы соосно расположенные соленоиды (с сердечниками, в том числе и на общем сердечнике или без сердечников), прямолинейные параллельные проводники или параллельные пучки заряженных частиц (с отклоняющей системой) при условии, что расстояние между индукторами, частота тока и сдвиг по фазе будут связаны вышеприведенными соотношениями.

Пример 1. Применение в качестве индукторов двух находящихся в вакууме (где скорость распространения поля равна скорости света) жестко связанных параллельных проводников, через которые пропускается синусоидальный ток.

В примере представлен расчет влияния параметров способа (расстояния  $L$  между индукторами, сдвига  $f$  токов по фазе, круговой частоты тока  $w$  и частоты тока  $N$ ) на эффективность способа.

Расчет выполнен для двух взаимодействующих индукторов, находящихся на фиксированном расстоянии  $L$  (закрепленных на какой-либо платформе), причем размер индукторов и длина их обмоток меньше расстояния между индукторами.

Пусть по обмотке индуктора 1 протекает синусоидальный ток

$$I_1 = I_0 \sin t,$$

создающий в области расположения индуктора 2 индукцию

$$B_1 = B_0 \sin(wt - f_1),$$

где  $B_0$  определяется конструкцией индуктора, величиной  $I_0$  и свойствами среды, разделяющей индукторы, а  $f_1$  - сдвиг по фазе индукции, определяющийся