

Возможно, что этот недостаток можно устранить путем создания комбинированной системы левитации ротора с использованием всех трех основных типов, указанных в п. 4.1. При этом основная часть системы должна быть стационарной, т. е. находиться на эстакаде вне вакуумируемой оболочки.

Если объединить последнее требование, а также требование исключения возможности возникновения тепловых потерь в роторе с требованиями к системе левитации в п. 4.1 и к системе разгона в данном пункте, то получим идеальную ТЛС ротора. Решение возникающих при этом проблем найдет применение и при создании перспективных систем наземного сверхскоростного транспорта.

4.3. Проект комбинированной системы разгона и левитации ротора

Учитывая особенности движения ротора и функционирования ТЛС, рабочий цикл разгона ротора и его подъема в атмосфере вместе с оболочкой разделим на четыре периода [IV].

Первый период (пусковой) характеризуется изменением скорости ротора от нулевой до V' , составляющей 100–200 м/с. Электродинамическая сила подъема здесь незначительна, но сила торможения в системе электродинамического подъема достигает пикового значения. Поэтому в первом периоде подвес ротора должен осуществляться или самим тяговым двигателем, или вспомогательной стационарной системой, что более предпочтительно. При движении в указанном диапазоне скоростей управление коммутаторным двигателем не представляет большой сложности.

Второй период включает диапазон изменения скорости ротора от V' до V_1 – первой космической скорости, при которой ротор становится невесомым. Здесь происходит постепенное переключение от стационарной к электродинамической системе подвеса, наиболее поддающейся регулированию и саморегулированию, когда сила подвеса изменяется в зависимости от величины зазора, исчезая при достижении ротором положения вдоль центральной оси оболочки. Учитывая переменность веса элементов ротора, как равнодействующей центробежной силы и силы тяготения, систему можно регулировать так, что сила подвеса будет равна весу элементов, исчезая к концу периода. Полезная мощность двигателя идет, главным образом, на создание тяговой силы.

В третьем периоде – от скорости V_1 до расчетной скорости V_0 , конечной для этапа разгона и начальной для этапа подъема, происходит изменение направления равнодействующей центробежной и гравитационной сил: она теперь направлена для каждого элемента ротора вверх по местной вертикали.

Электродинамическое усилие левитации также должно изменить направление на противоположное. Максимальное значение такого усилия на единицу длины ротора составляет $\frac{V_0^2 - V_1^2}{V_1^2}$ от веса соответствующего элемента неподвижного ротора.

Четвертый период – промежуточный между этапами разгона и движения ротора в открытом космосе. Основная его особенность – движение ротора в вакуумной оболочке через атмосферу в режиме упругого расширения. От момента отделения от эстакады и до выхода из плотных слоев атмосферы примерно на высоте 100 км зазор между ротором и оболочкой поддерживается автономной системой электродинамического подвеса без поступления электроэнергии от внешних источников. Левитационное усилие должно быть достаточным для преодоления инерционности оболочки при ее радиальном движении, а также сил тяготения, сопротивления атмосферы и упругости при растяжении оболочки.

Начало радиального движения зависит от соотношения масс оболочки и ротора: чем оно больше, тем большей должна быть начальная для этого периода кинетическая энергия ротора.

Большая масса оболочки приводит к дополнительному расходу энергии, но дает возможность диссипации энергии радиального движения ротора при подъеме и поэтапном сбросе ее частей.

Выбор схемы ТЛС, ее силовые, массовые и другие характеристики должны быть подчинены принятым законам движения ротора на этапе подъема к орбите.

При разработке линейного электродвигателя для ОТС найдена оригинальная схема ТЛС [III], которая может быть частью более полной системы, обеспечивающей подвес и ускорение ротора на этапе разгона, а также бесконтактное ускоренное радиальное движение ротора и оболочки в атмосфере. Главное в предлагаемой схеме (рисунок 28) – использование сверхпроводящих обмоток возбуждения (СПОВ) 4, установленных вертикально на роторе 5 в его диаметральной плоскости, и дискретных катушек электродинамического подвеса 6 на внутренней поверхности оболочки 7. Сверхпроводящие обмотки возбуждения имеют удлиненную форму, близкую к прямоугольной, и расположены по длине ротора цепочкой – одна за другой. Дискретные короткозамкнутые катушки подвеса образуют два ряда, сдвинутых относительно друг друга в направлении движения ротора на половину шага намотки катушек. Каждая катушка состоит, в свою очередь, из двух петель уголкового профиля, расположенных в вертикальной плоскости одна над другой. Верхний и нижний продольные проводники каждой отогнуты в сторону ротора и находятся в плоскости сверхпроводящих обмоток возбуждения.