

**КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЯГИ И  
БОКОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ДЛЯ  
МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО  
ТРАНСПОРТА**

**А. В. Соломин**

**Ростовский государственный университет  
путей сообщения  
(Ростов-на-Дону, Россия)**

**THE COMBINATION SYSTEM OF TRACTION  
AND LATERAL STABILIZATION FOR  
MAGNETOGRAVITATIONAL TRANSPORT**

**A. V. Solomin**

**Rostov State Transport University  
(Rostov-on-Don, Russia)**

Одним из наиболее перспективных и экологически чистых новых видов транспортных средств является высокоскоростной магнитолевитационный транспорт, перемещающийся со скоростями порядка 500 км/час. На современном этапе развития общества в качестве основного вида электрических машин для высокоскоростного магнитолевитационного транспорта целесообразно использовать линейные асинхронные двигатели (ЛАД) с продольно-поперечным магнитным потоком, которые являются комбинированными системами тяги и боковой стабилизации. Большое влияние на величины тягового и бокового усилий ЛАД с продольно-поперечным магнитным потоком оказывает характер распределения тока во вторичном элементе, на который существенным образом влияет распределение магнитодвижущих сил (МДС) в воздушном зазоре машины. Предложена конструкция ЛАД с продольно-поперечным магнитным потоком для комбинированной системы тяги и боковой стабилизации магнитолевитационного транспорта, развивающая повышенные усилия боковой стабилизации за счет создания в поперечном направлении беззубцовых активных зон

индуктора, выполнено математическое моделирование МДС в зазоре тягового линейного двигателя данного типа. Для анализа приняты допущения о равномерности распределения магнитной индукции в воздушном зазоре в поперечном и синусоидальном характере ее изменения в продольном направлении. Это позволило разработать новую математическую модель распределения МДС в воздушном зазоре линейного асинхронного двигателя с продольно-поперечным магнитным потоком. Разработанная математическая модель для расчета МДС тяговой линейной машины позволит повысить точность расчета тяговых и стабилизирующих боковых усилий комбинированной системы для магнитолевитационного транспорта, в том числе и при различном взаимном расположении индуктора относительно вторичного элемента.

Для анализа характера распределения магнитодвижущей силы линейного асинхронного двигателя с продольно-поперечным магнитным потоком приняты допущения: магнитная проницаемость магнитопровода равна бесконечности; электрическая проводимость магнитопровода равна нулю; ток индуктора сосредоточен в бесконечно тонком слое на поверхности зубцов, обращенных ко вторичному элементу; ток индуктора создает в направлении оси «х» синусоидально бегущую волну МДС; составляющие плотности тока по оси «у» в индукторе и вторичном элементе равны нулю.

Для исследуемого варианта конструкции линейного асинхронного двигателя с продольно-поперечным магнитным потоком в соответствии с расчетными моделями и с учетом принятых при анализе допущений определены значения магнитодвижущих сил для всех рассматриваемых 24 зон в поперечном направлении.

Установлено, что МДС в воздушном зазоре рассматриваемого линейного асинхронного двигателя с продольно-поперечным магнитным потоком представляет собой периодическую функцию с периодом  $T_x = l$  по оси «х» в продольном и с периодом  $T_z = 2L$  по оси «z» в поперечном движении магнитолевитационного транспорта направлении.

Магнитодвижущую силу линейного асинхронного двигателя с продольно-поперечным магнитным потоком с

учетом особенностей конструкции его индуктора после ряда преобразований представим в виде двойного ряда Фурье

$$F(x, z, t, \tau) = \frac{8\tau F_m}{\pi^2 l} \sum_n \sum_v n_{\tau} \cos(\pi n \frac{z}{L}) v_{\tau} e^{j(\omega t + 2\pi v \frac{\tau}{l})},$$

где  $F_m$  – амплитуда первой гармоники МДС;

$\tau$  – полюсное деление ЛАД;

$n$  – целое, положительное, нечетное число – порядок гармонической составляющей МДС по оси «z», где период первой гармоники составляет  $2L = 4(a + b)$ ;

$a, b$  – размеры индуктора в поперечном направлении;

$v$  – любое целое число – порядок гармоники в направлении оси «x»;

$n_{\tau}$  – коэффициент, учитывающий распределение МДС в зоне лобовых частей обмотки.

Предложенный подход к определению распределения МДС позволяет свести реальные модели ЛАД с продольно-поперечным магнитным потоком со сложным строением магнитных систем индукторов к расчетным математическим, позволяющим рассчитывать магнитное поле ЛАД для комбинированных систем тяги и боковой стабилизации высокоскоростного магнитнолевитационного транспорта.

#### **Сведения об авторе:**

СОЛОМИН Андрей Владимирович

E-mail: vag@kaf.rgups.ru.

#### **Information about author:**

Andrey V. SOLOMIN

E-mail: vag@kaf.rgups.ru.