

Новая концепция линейного генератора со свободным поршнем с поперечным магнитным потоком (часть 1).

Перевод Духанин В.И.

Сайт <http://centaurproject.com/>

A novel concept of a Transverse Flux Linear Free-Piston Generator

AlijaCosic,

ChandurSadaranganiandFredrik

Carlsson

Royal Institute of Technology, Department of Electrical Engineering, Teknikringen

33,SE-100 44 Stockholm, SWEDEN,

Phone +46-(0)8-790-7976, Facsimile

+46-(0)8-205268

Email:yalija.cosic@ekc.kth.se

Резюме: В этой работе исследуется электрическая машина, которая является одной из важнейших частей конвертера энергии со свободным поршнем (FreePistonEnergyConverter - FPEC). В предыдущей работе было найдено, что лучшим кандидатом для FPEC является машина с поперечным магнитным потоком (TransverseFluxMachine - TFM), благодаря которой удовлетворяются жесткие требования к электрической машине, такие как малый вес подвижного элемента. Эта работа представляет новую концепцию линейной TFM, в которой особое внимание было уделено тому, чтобы создать простую в производстве конструкцию. Были исследованы различные типы магнитных конструкций подвижного элемента. Было найдено, что утопленная конструкция магнита приводит к очень большим утечкам вблизи полюсов и это таким образом не подходит для этого типа машин. Другая конфигурация, которая была исследована, состоит в поверхностном монтаже магнитной системы. Была установлена аналитическая модель этой конфигурации. Было обнаружено, что жесткие требования, усилие 4 кН при движущейся массе 6 кг, могут быть достигнуты на требуемой скорости, удельном усилии и производительности.

1. Вступление.

Современное повышение цены на топливо обращает внимание на автомобили «дружественные» к окружающей среде. Многие производители автомобилей имеют в своих производственных программах альтернативные решения для обычных автомобилей. Так как цена топлива будет вероятно непрерывно повышаться, эти типы автомобилей будут еще более интересны в будущем.

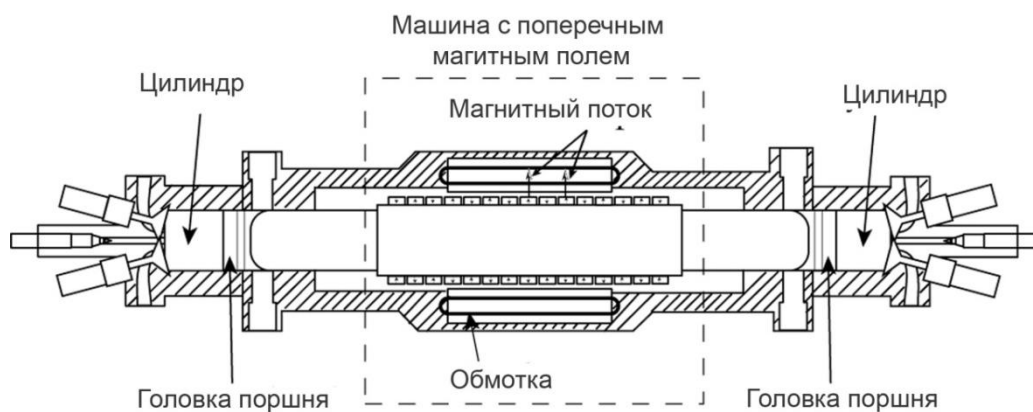


Рис. 1. Схематический вид FPEC

Генератор электрической энергии со свободным поршнем (ГЭСП) является интегрированной конструкцией, объединяющей в себе линейный двигатель внутреннего сгорания со свободным поршнем и линейную электрическую машину. Поршень более не направляется коленчатым валом, как в обычных двигателях внутреннего сгорания (ДВС), что привносит еще одну степень свободы в управление объемом сгорания. Следовательно, ГЭСП превосходно подходит для НСЦИ (*HomogenousChargeCompressionIgnition*-гомогенное зажигание топливного заряда от сжатия).

Одно из возможных решений показано на рис.1. Вследствие своих природных качеств, ГЭСП хорошо подходит для последовательных гибридных электрических двигателей. Это позволит понизить расход топлива и может, таким образом, снизить загрязнение окружающей среды. Эту технологию можно назвать первым шагом к подтверждению развития транспортных средств, дружественных к окружающей среде. ГЭСП также хорошо подходит для использования в многотопливных установках, которое делает его интересным для использования в будущем.

2. Электрическая машина.

В предыдущей работе [1] исследовались различные типы электрических машин для применения в ГЭСП. Было установлено, что подходящей машиной для этого использования, удовлетворяющей требованиям, была машина с постоянными магнитами (ПМ-машина). Более того, из-за жестких требований к удельному весу и силовой плотности, машина с поперечным магнитным потоком (*TransversalFluxMachine* -TFM) была определена наиболее перспективной. Тип машины, обсуждаемый в [1], был новой конструкцией TFM с концентрацией магнитного потока и низкими утечками магнитного потока. К несчастью, построенный прототип показал слабую механическую жесткость и прочность.

Вследствие большей величины сил в процессе сгорания, высоко напряжение подвижного элемента.Из-за предельных ударных нагрузок от сил в процессе сгорания, было

предложено трубчатое поперечное сечение подвижного элемента. В этом случае силы, которые действуют на подвижный элемент, будут более равномерно распределены по поверхности и будут оказывать минимальное механическое воздействие на подвижный элемент.

Хотя предыдущая исследованная машина, имела хорошую электрическую производительность, идея о конструкции, концентрирующей магнитный поток, использовалась для цилиндрической конструкции, но не дала желаемую производительность.

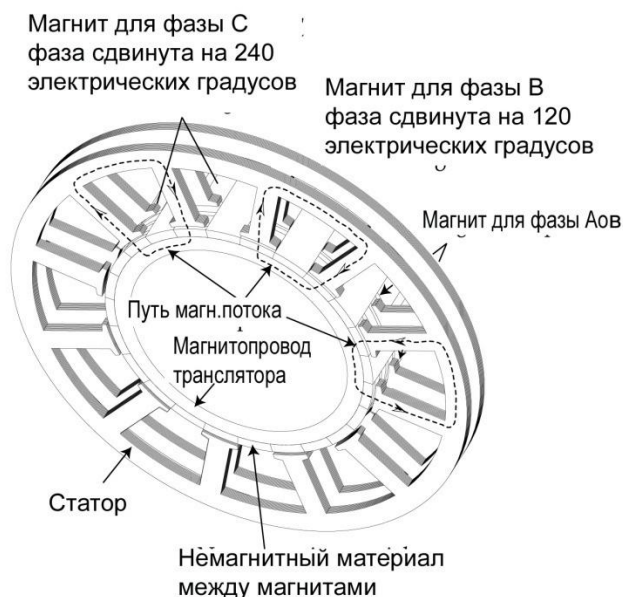


Рис.2. Поперечный разрез новой конструкции TFM.

Таким образом, предлагается новый тип электрической машины, который будет рассматриваться в этой статье.

Концепция новой TFM включала рассмотрение не только электромагнитную производительность, но и процесс производства машины. Проще говоря, слоистость обычных асинхронных или синхронных машин и концентрические обмотки статора не более сложны для производства, чем в обычных синхронных/асинхронных машинах. Обычно, для больших синхронных машин для достижения лучшего охлаждения

запрессовывают штифты через набор слоев статора. Эта особенность также используется в конструкции новой TFM, но не только для лучшего охлаждения, а также потому, что она наследует общие рабочие принципы TFM. Посредством сдвига магнитов подвижного элемента, фазовый сдвиг может быть достигнут для различных фаз.

3. Обмотка и магнитная система.

Конструкция новой TFM машины может быть выполнена несколькими различными способами. С точки зрения устройства статора обмотка может быть выполнена намоткой вокруг пакета зубца (локальная обмотка), или она может быть намотана, как в обычных машинах, где обмотка намотана вокруг полной длины машины (глобальная обмотка).

Рис.3 показывает один возможный способ укладки локальной обмотки вместе с магнитной системой Холбаха из постоянных магнитов неподвижного элемента.

Система с локальными обмотками имеет некоторые недостатки по сравнению с

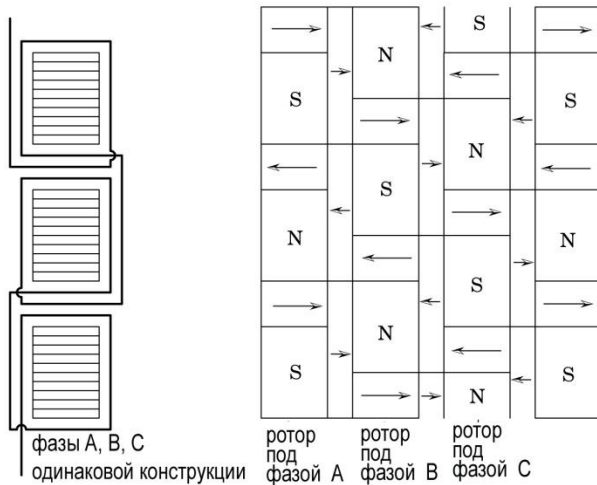


Рис.3. Конструкция локальной обмотки со смешанными фазами и ориентация магнитов по принципу Холбаха.

глобальной обмоткой. Общее напряжение, индуцируемое в обмотке, будет одним и тем же для обеих систем. Это объясняется тем, что распределение напряжения происходит только в осевом направлении, обмотки без возбуждения не будут участвовать в распределении напряжения. Однако, потери будут больше, так как длина обмотки в локальном варианте будет больше и, соответственно, увеличится сопротивление провода обмотки. Более того, локальная обмотка, с конструктивной точки зрения, будет более трудоемка в

изготовлении. Таким образом, в настоящей статье далее будет рассматриваться только глобальная обмотка.

Для конструкции магнитной системы подвижного элемента выбраны три различных магнитных системы:

- Конструкция с утопленными магнитами.
- Конструкция с поверхностно монтируемыми магнитами.
- Конструкция с магнитной системой Холбаха.

Первые две конструкции будут проанализированы в этой статье, работа по исследованию третьей еще продолжается.

3.1. Конструкция с утопленными магнитами. Конструкция с утопленными магнитами входит в ряд подходящих альтернативных конструкций для этого типа машин. Это происходит потому, что противоположные полюса транслятора будут накоротко замыкаться друг с другом и поэтому незначительные потоки будут входить в статор.

Интересное свойство ТФМ машин в том, что номинальная мощность машины может быть увеличена простым увеличением количества полюсов. Однако если длина машины задана постоянной, увеличение количества полюсов будет означать уменьшение длины полюса.

В этом случае, длина машины задана постоянной и длина плюса машины принимается, чтобы достичь определенной мощности. Механические параметры также выбираются с учетом этого.

Как можно увидеть из рис.4 пространство между двумя соседними полюсами весьма значительно. Полагая магнитопровод идеальным, отношение между индуктивностью воздушного зазора и индуктивностью пространства между полюсами будет определяться величиной магнитного потока, входящего в статор. С увеличением пространства между полюсами это отношение может улучшиться. Однако активная область магнита затем понижается, потому что поле постоянной длины, которое также означает потери в осевой силе.

Таким образом, конструкция с утопленными магнитами исключается из рассмотрения и дальнейший анализ основывается на конструкции с поверхностно монтируемыми магнитами.

E, September, 1997

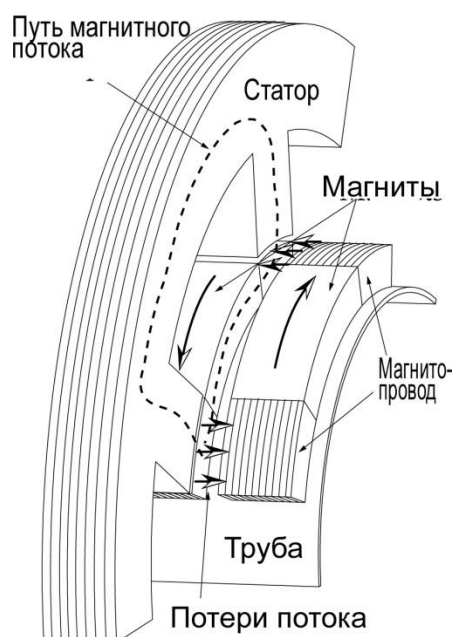


Рис.4. Осевые потери магнитного потока для конструкции с утопленными магнитами.