

НИЗКОСКОРОСТНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА

Общеизвестным способом реализации низких частот вращения рабочих органов механизмов является пара - высокоскоростной двигатель и редуктор. Анализ такого решения при формировании низкоскоростных характеристик показывает не только существенный рост затрат (кг/кВт), но и значительное увеличение постоянной времени электропривода, вносимых редуктором. Это послужило одной из причин формирования тенденции создания низкооборотных безредукторных электроприводов [1].

Структуры высокомоментных магнитоэлектрических двигателей с возбуждением от постоянных магнитов, рекомендуемых для приводов прямого действия описаны в [2]. Такие двигатели имеют улучшенные массогабаритные показатели, а при больших наружных диаметрах – высокое значение вращающего момента. Вместе с тем, при больших значениях мощности влияние магнитных потоков лобовых частей якоря существенно ограничивает перегрузочную способность двигателя, снижает его коэффициент полезного действия (КПД), а применение постоянных магнитов в системе возбуждения приводит к ограничению диапазона рабочих скоростей с низкой стороны.

Создание низкоскоростной электрической машины большой мощности с электромагнитным возбуждением, имеющую высокий КПД, в том числе и при малых значениях угловой частоты вращения ротора с использованием принципов модульного построения, возможно при рассматриваемом техническом решении.

Конструкция одного модуля низкоскоростной электрической машины (НЭМ) показана на рис.1.

На внутренней поверхности статора 1 размещены тороидальная катушка обмотки возбуждения 2 и модули якоря 3,4. Модуль дискового ротора 5 состоит из ферромагнитного кольца 6, жестко сочлененного с валом

двигателя при помощи радиально ориентированных стержней-спиц. На каждой стороне кольца установлен ряд ферромагнитных полюсов 7, 8. При этом, полюс, например, 7 одного ряда установлен относительно полюса 8 другого ряда со сдвигом, равным полюсному делению τ . Ширина каждого полюса $b = \alpha_{\delta} \cdot \tau$, где α_{δ} - коэффициент полюсного перекрытия, а число полюсов в каждом ряду равно числу пар полюсных делений τ . Модули якоря 3 и 4 имеют ферромагнитные зубцы-магнитопроводы 9,10, которые совместно с замыкающими поперечными стержнями 11 образуют П-образные структуры. Входящие в одну П-образную структуру зубцы 9 и 10 (рис.2) сдвинуты поперечными стержнями 11 вдоль образующего кольца каждого из модулей якоря на величину полюсного деления τ .

Так, например, магнитный поток Φ_0 , выходящий из зубцов модуля 4 (номер зубцов 1,2,3) проходит полюс 8, кольцо 6, полюс 7, зубцы модуля 3 (номер зубцов 4,5,6) и поперечные стержни 11 (рис. 2), обеспечивая сдвиг контура замыкания основного магнитного потока двух противоположащих модулей якоря 3 и 4 на величину полюсного деления τ . При этом секции обмотки якоря 12 модуля якоря 3 и секции обмотки якоря

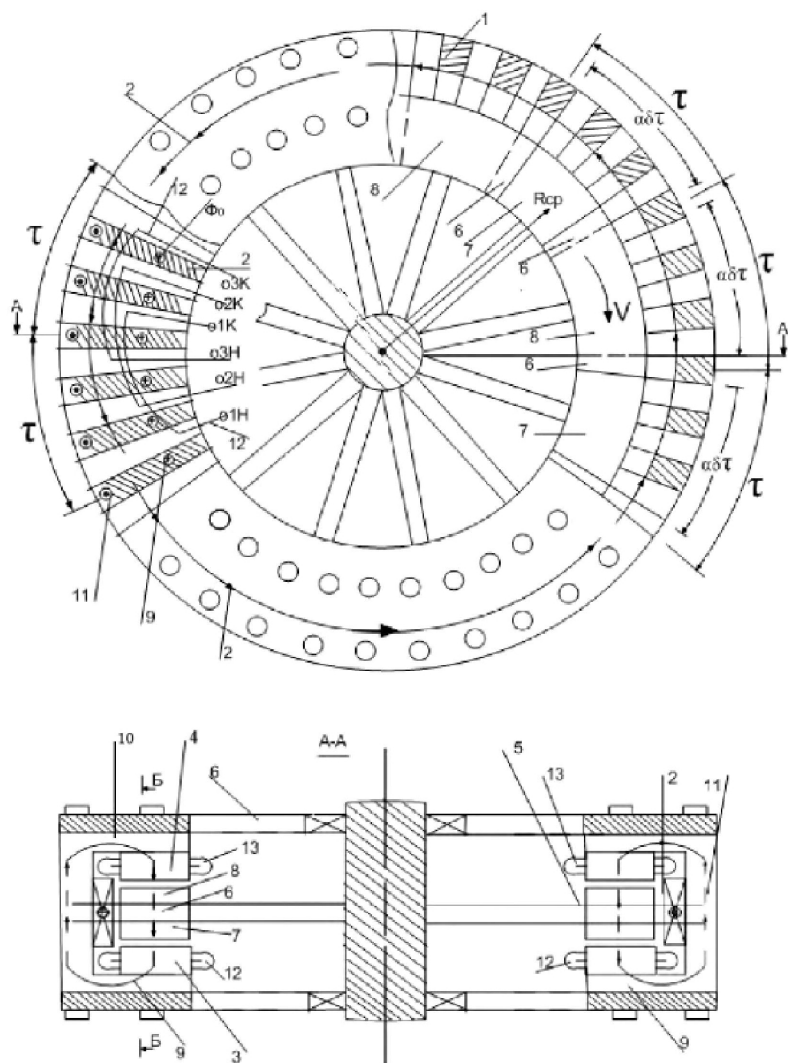


Рисунок 1- Конструктивная схема низкоскоростной машины

13 модуля якоря 4 укладываются без сдвига в противоположащих промежутках-пазах (номера 1-6), образованных соответствующей установкой магнитопроводов-зубцов 9,10. Это обеспечивает полную компенсацию магнитодвижущих сил токов лобовых частей обмотки якоря и, соответственно, отсутствие пульсирующего магнитного потока лобовых частей обмотки якоря.

Питание обмотки якоря во всех режимах работы двигателя постоянного тока может обеспечиваться полупроводниковым коммутатором или электромеханическим коммутатором-коллектором.

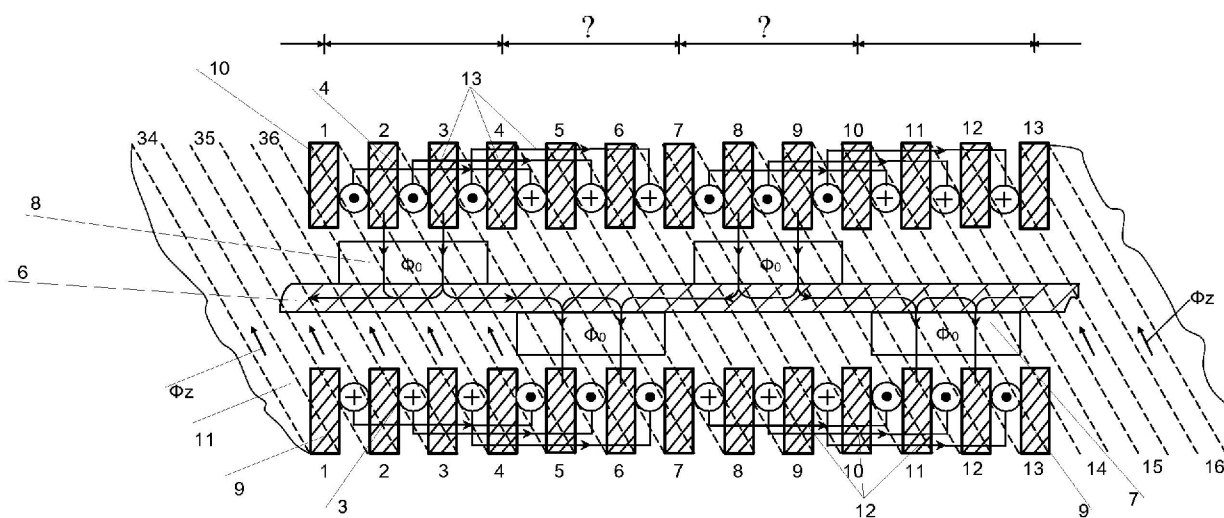


Рисунок 2 – К формированию магнитного поля машины

В рассматриваемой НЭМ геометрические размеры основных конструктивных элементов определяются исходя из максимального значения коэффициента полезного действия η и высокого быстродействия, т.е. обеспечения значительных перегрузок по току в динамических режимах. Так, предварительный расчет генератора для ветроэнергетической установки (ВЭУ) с параметрами $P_n = 100$ кВт; $U_n = 400$ В; $n_n = 80$ об/мин показал возможность достижения КПД $\eta = 0,91$ при среднем радиусе магнитопровода якоря $R_{cp} = 1,5$ м.

Поскольку в НЭМ применяется только электромагнитное возбуждение (не используются постоянные магниты), то это позволило расширить диапазон рабочих скоростей ВЭУ за счет их низких значений, приведя их к (25...100) об/мин.

Устранение влияния потока лобовых частей якоря создали предпосылки для значительного увеличения кратности перегрузки НЭМ по току. Так, некоторые характерные данные НЭМ и двигателя постоянного тока (ДПТ) классической конструкции типа МП4000 – 32У4(привод прокатного стана) при одинаковых параметрах ($P_n = 4000$ кВт; $U_n = 930$ В; $n_n = 32$ об/мин; $\eta = 0,9$) представлены в таблице 1.

Таблица 1- Характеристики двигателей классической и предлагаемой конструкций

Тип двигателя	Момент инерции, $кг \cdot м^2$	Масса, $кг$	Показатель производительности $\alpha = P_n \cdot M_n / J$, $\frac{кВт \cdot кНм}{т \cdot м^2}$	Постоянная времени, $с$
МП4000-32У4	60000	$150 \cdot 10^3$	$79 \cdot 10^3$	0,17
НЭМ	18200	$50 \cdot 10^3$	$281 \cdot 10^3$	0,056

Сравнительный анализ приведенных в табл.1 данных убедительно подтверждает возможность повышения производительности прокатного стана более чем в 3 раза, значительного уменьшения массы и момента инерции электрической машины.

Список использованной литературы

1. Свечарник Д.В. Электрические машины непосредственного привода: Безредукторный электропривод. –М.: Энергоатомиздат, 1988. - 208с.
2. Белый П.Н. Вопросы проектирования высокомоментных многослойных магнитоэлектрических двигателей дискового типа. –Вісник Східноукр. Нац. Ун-ту. Луганськ.: Вид. СНУ. 2002.№4(50).С.201-207.