

УДК 681.3.06

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТОРЦЕВОГО СИНХРОННОГО МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА С КОЛЬЦЕВОЙ ОБМОТКОЙ ЯКОРЯ

ТРОФИМОВ А.В., магистрант; рук. ШИШКИН В.П., канд. техн. наук

**Разработана конструкция, выполнены проектные и поверочные расчеты, исследовано магнитное поле в зазоре синхронного магнитоэлектрического генератора торцевого типа для ветроэнергетических установок мощностью 2 кВт.**

Сегодня мир признал, что для многих стран малая и возобновляемая энергетика – важный компонент энергообеспечения. Она позволяет решить многие социальные и экономические проблемы. В мире все больше ученых и инженеров занимаются поисками новых, нетрадиционных источников, которые могли бы взять на себя хотя бы часть забот по снабжению человечества энергией. К сожалению, в нашей стране пока существует недопонимание очевидной выгоды от этого.

Ветровая энергия, наряду с солнечной и водной, принадлежит к числу постоянно возобновляемых и, в этом смысле, неисчерпаемых источников энергии, обязанных своим происхождением деятельности Солнца. Потенциальные ресурсы ветровой энергии на всей территории России огромны.

В условиях дефицита или отсутствия электроэнергии, поставляемой энергосистемой, перспективно применение автономных ветроэнергетических установок (ВЭУ) индивидуального пользования. Однако ВЭУ, поставляемые из-за рубежа, имеют достаточно высокую цену, что делает их недоступными для широкой группы отечественных потребителей. В связи с этим актуальны разработка и производство недорогих отечественных ВЭУ небольшой мощности.

Данная статья посвящена разработке и исследованию торцевого синхронного магнитоэлектрического генератора с кольцевой обмоткой якоря для ветроэнергетических установок мощностью до 5 кВт. Устройство данной машины приведено на рис.1.

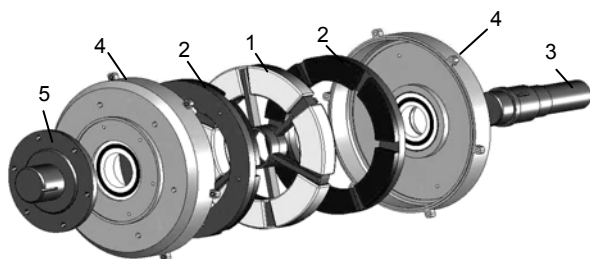


Рис.1. Основные узлы генератора

Генератор состоит из статора и двух роторов. Сердечник статора выполнен в виде тороида, по-

лучаемого путем навивки ленты из электротехнической стали на оправку, наружный диаметр которой равен внутреннему диаметру статора. Сердечник закреплен на неподвижном валу трехлопастными звеньями с обеих сторон, а каждая лопасть размещена в технологическом зазоре между кольцевыми обмотками. Вал имеет центральное отверстие, через которое концы обмотки выводятся на клемную коробку. Выходной конец вала консольно закрепляется в опоре генератора.

Сердечники каждого ротора выполнены из конструкционной стали тоже в виде тороидов, ширина которых равна длине постоянного магнита. Постоянные магниты представляют собой кольцевые секторы. Они приклеиваются к сердечнику специальным клеем. Сердечники винтами с потайными головками привинчиваются к внутренней стороне подшипниковых щитов. Щиты выполнены из алюминиевого сплава. В них устанавливаются подшипники с постоянно заложеной смазкой и двумя защитными шайбами. Подшипниковый щит, противоположный опоре, закрывается крышкой, на которой имеется цилиндрический выступ, принимающий вращение редуктора, соединенного с ветроколесом.

На данный момент разработана методика автоматизированного проектирования подобных генераторов в среде Microsoft Excel и завершен расчет генератора мощностью 2 кВт, с номинальной частотой вращения 1000 об/мин. Найден вариант с достаточно высоким показателем мощности на единицу массы активных материалов (106 Вт/кг).

С помощью программного комплекса ELCUT было исследовано магнитное поле в зазоре генератора в режиме холостого хода (рис.2,3) и нагрузки, поле продольной и поперечной реакции якоря, поле рассеяния обмотки статора (рис. 2, 3).

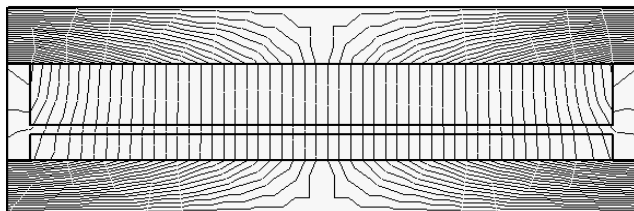


Рис. 2. Картина магнитного поля в режиме холостого хода.  
 Магнитный поток постоянного магнита (на линии контакта с сердечником):  $\Phi_{\text{мо}} = 1,26 \cdot 10^{-3}$  Вб – по картине поля  
 $\Phi_{\text{мо}} = 1,35 \cdot 10^{-3}$  Вб – по расчету  
 Магнитный поток в воздушном зазоре (на поверхности обмотки):  $\Phi_{\delta 0} = 1,17 \cdot 10^{-3}$  Вб – по картине поля  
 $\Phi_{\delta 0} = 1,30 \cdot 10^{-3}$  Вб – по расчету

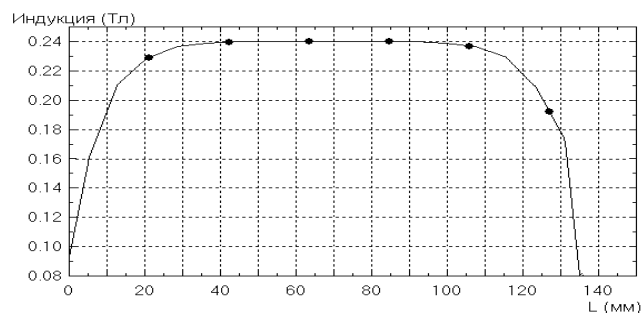


Рис.3. График индукции магнитного поля в зазоре (на поверхности обмотки якоря) в режиме холостого хода

Полученные картины позволили уточнить формулы для расчета проводимостей по осям  $d$  и  $q$ , индуктивного сопротивления рассеяния обмотки, что для магнитоэлектрических машин имеет немаловажное значение.