

УДК 621.313

# СТАРТЕРНЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА НЕЯВНОПОЛЮСНОЙ КОНСТРУКЦИИ

ЛАЗАРЕВ А.А., студ.; рук. КАЗАКОВ Ю.Б., д-р техн. наук

Проанализированы недостатки явнополюсной конструкции стартерных электродвигателей. Предложена неявно-полюсная конструкция и показаны ее преимущества.

Стартеры выпускаются массовыми сериями. Режим работы стартеров кратковременный. Стартерными электродвигателями обычно являются явнополюсные двигатели постоянного тока. Их выполняют высокоиспользуемыми, линейная нагрузка и плотность тока в обмотках таких двигателей могут в 4-5 раз превышать соответствующие показатели для двигателей продолжительного режима работы. Индукция в элементах магнитной системы предельная. Магнитный поток в корпусе сосредоточенный, нереверсивность вращения часто не учитывается. Температурный режим напряженный.

Такие особенности требуют использования при расчетах стартеров полевых моделей магнитной системы. Ранее экспериментально и на полевых конечно-элементных моделях для явнополюсных стартерных электродвигателей в рабочих режимах было установлено сильное насыщение тонких и протяженных полюсных наконечников индуктора, снижающее индукцию в зазоре под краями наконечников и магнитный поток в целом до 20 % (рис.1). Коэффициент полного перекрытия явнополюсного стартера СТ230Б  $\alpha=0.71$  из-за насыщения полюсных наконечников в рабочем режиме снижается до 0.61. Существующая конфигурация электромагнитной системы индуктора не оптимальная.

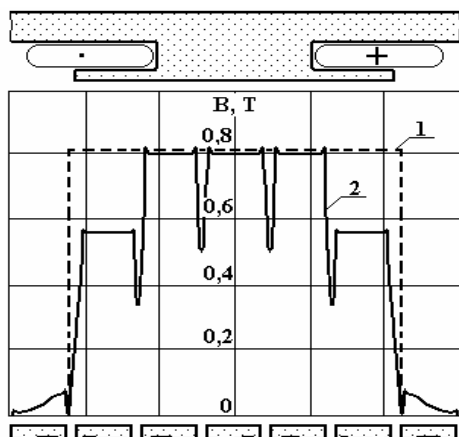


Рис. 1. Индукция в зазоре, созданная явнополюсным индуктором электродвигателя СТ230Б  
1 – без учета насыщения полюсных наконечников,  
2 – с учетом насыщения наконечников

Предлагается использовать неявнополюсный индуктор с распределенными обмотками возбуждения (ОВ) и полностью шихтованным магнитопроводом. Это позволяет отказаться от полюсных наконечников, повысить коммутационную способность двигателя в динамических режимах.

Для четырехполюсного стартера возможно выполнение в индукторе  $Z_1=28-36$  пазов. С учетом невырубленных пазов каждая полюсная обмотка распределяется максимально на 4 катушки. При 3 катушках ОВ на полюс можно получить при  $\alpha=0.625$   $Z_1=32$  и при  $\alpha=0.555$   $Z_1=36$ . С учетом уплощения ин-

дукции в зазоре по оси полюса он возрастет при  $Z_1=32$  до  $\alpha=0.67$  и при  $Z_1=36$  до  $\alpha=0.6$ , что сравнимо с явнополюсной конструкцией (рис. 2). Намагничивающая сила (НС) неявнополюсного индуктора с распределенным в нем потоком снижается до 64 %. Несколько возрастает коэффициент воздушного зазора и НС зазора. Тем не менее можно снизить число витков ОВ на полюс с 10 для явнополюсной конструкции до 9 у неявнополюсной. Также удастся снизить наружный диаметр стартера с 115 мм у явнополюсной конструкции до 105 мм для бескорпусной неявнополюсной конструкции.

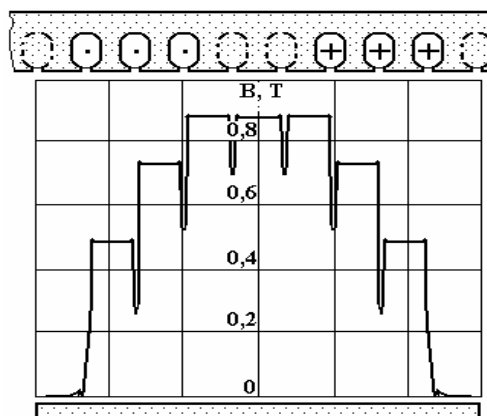


Рис. 2. Индукция в зазоре, созданная неявнополюсным индуктором электродвигателя СТ230Б при  $Z_1=36$ , без учета зубчатости якоря

При 3 катушках последовательной ОВ возможна невырубка двух пазов по осям главных полюсов с получением некоторого эффекта явнополюсности или их вырубка и размещение в них компенсационной обмотки при одновременном уменьшении зазора. При  $Z_1=36$  дополнительно возможна невырубка 4 пазов по осям дополнительных полюсов или их вырубка и размещение в них стяжных шпилек. Для неявнополюсной конструкции индуктора также возможны различные варианты размещения параллельной ОВ. Становится возможным смещение осей катушек ОВ с осей полюсов, объединение последовательной ОВ и компенсационной ОВ с образованием комбинированной ОВ и дополнительной экономией меди.

Для неявнополюсных стартеров эффективно выполнение станины многогранного сечения, при формировании внешних усечений становится возможным учесть нереверсивность вращения и дополнительно снизить габариты стартеров. Для стартера СТ230Б за счет этих усечений возможно дополнительное снижение высоты стартера до 100 мм. Внешние усечения позволяют закреплять стартер на двигателе внутреннего сгорания на «постели».

При тех же плотностях токов в обмотках распределение по пазам индуктора тепловыделений обмоток позволяет улучшить тепловой режим неявнополюсного стартера по сравнению с явнополюсной конструкцией с сосредоточенным тепловыделением.