

тематическом моделировании движения самоходных машин в широком диапазоне изменяющихся условий, в том числе и с учетом величины управляющего воздействия со стороны водителя.

Литература

1. Ленин И.М. «Теория автомобильных и тракторных двигателей». Учебник для вузов. М., «Машиностроение», 1969, 368 с.
2. Шухман С.Б., Соловьев В.И., Прочко Е.И. Повышение КПД полнопоточной гидрообъемной трансмиссии за счет комбинированного способа регулирования гидромашин. М., «Вестник машиностроения», №2, 2006, с. 27-32.

Расширение температурного диапазона работы автотракторных электродвигателей за счет применения постоянных составных магнитов возбуждения

Борискин П.И.
МГТУ «МАМИ»

В статье представлена методика, позволяющая расширить температурный диапазон работы автотракторных электродвигателей постоянного тока за счет применения составных магнитов в системе возбуждения, посредством схемы замещения, составленной применительно к пакету прикладных программ IRIS-PC.

Устанавливаемые в автотракторные электродвигатели постоянные магниты отличаются сравнительно малой величиной отношения длины магнита к его ширине, т.е. к величине полюсной дуги. При этом, как было показано в [1], магнитный поток поперечной реакции замыкается через стальной корпус, к которому приклеены или прижаты пружинами магниты. Это приводит к тому, что сбегаящий край магнита размагничивается или даже в экстремальных условиях, когда коэрцитивная сила снижена отрицательной температурой, а двигатель заторможен, перемагничивается, т.е. у магнита, представляющего собой северный полюс, на сбегавшем конце появляется участок южного полюса, а у магнита, представляющего южный полюс – участок северного полюса.

Чтобы гарантированно исключить возможность такого перемагничивания и для качественного повышения коэффициентов использования материалов электродвигателя представляется целесообразным сделать его составным, выполнить некоторые участки магнита у его сбегавшего края из материала с повышенной коэрцитивной силой.

При исследовании электродвигателя с составным магнитом необходимо решать не только технические, но и экономические задачи, т.к. магниты с повышенными свойствами стоят, конечно, дороже, но их применение позволяет при прочих равных условиях повысить мощность электродвигателя или уменьшить его массу при обеспечении тех же выходных характеристик.

Таким образом, применение составных постоянных магнитов в системе возбуждения автотракторного электродвигателя позволяет существенно расширить сферу их возможностей и обеспечить работу в широком диапазоне внешних условий, в том числе, температурных. Однако расчет электродвигателей с такими магнитами обычными методами не возможен.

Решение этих задач возможно с использованием схемы замещения электродвигателя постоянного тока с составными магнитами, составленной применительно к пакету прикладных программ IRIS-PC [2].

Применение составных магнитов было рассмотрено на примере электродвигателя отопителя 361.3780, в котором применяется феррит стронция 28СА250 с остаточной индукцией $B_r=0,39$ Тл и коэрцитивной силой $H_c=240$ кА/м [3]. На рис. 1 представлены основные выходные характеристики данного электродвигателя при $T=25^\circ\text{C}$. Для проверки воздействия реакции якоря были представлены кривые намагничивания (рис. 2) магнитопровода $B_i=f(H_i)$ по отношению к различным расчетным участкам полюса. Сам магнит делится на 5 участков,

соответствующих основной части магнита, и на 2 участка, соответствующих скосам. Расчет производится для наиболее опасного с точки зрения размагничивания полюсов режима эксплуатации электродвигателя – полное торможение при минимально-допустимой температуре ($I_{акз} = 67 \text{ А}$, $T = -40^\circ\text{С}$). Затем полученные кривые намагничивания $B_i = f(H_i)$ накладываются на кривую размагничивания магнита 28СА250 (при той же температуре $T = -40^\circ\text{С}$).

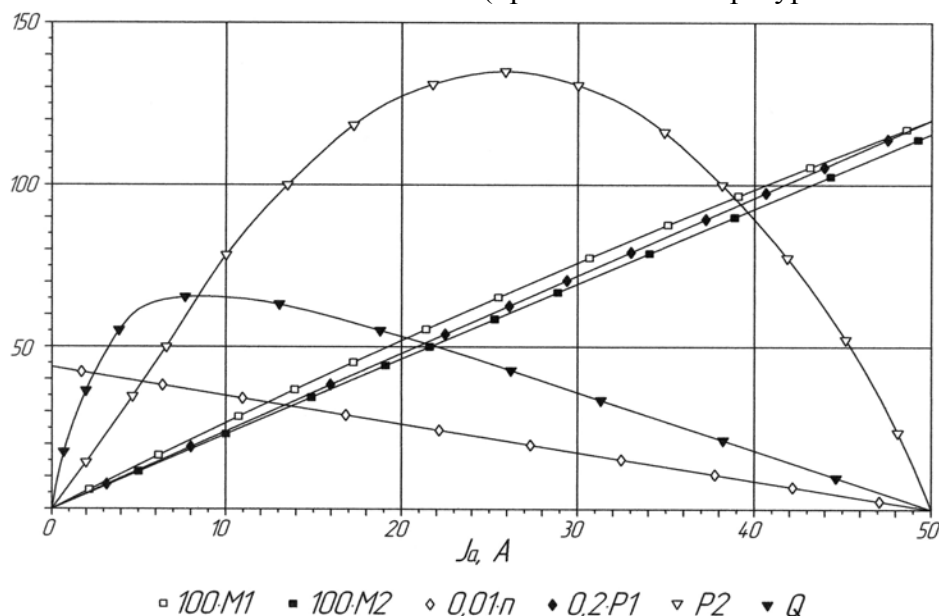


Рис. 1. Выходные характеристики электродвигателя 361.3780,
 где: $M1$ – электромагнитный момент, Н·м; $M2$ – вращающий момент на валу, Н·м; n – частота вращения вала, об/мин; $P1$ – потребляемая электрическая мощность, Вт; $P2$ – полезная мощность на валу, Вт; Q – коэффициент полезного действия; J_a – ток якоря.

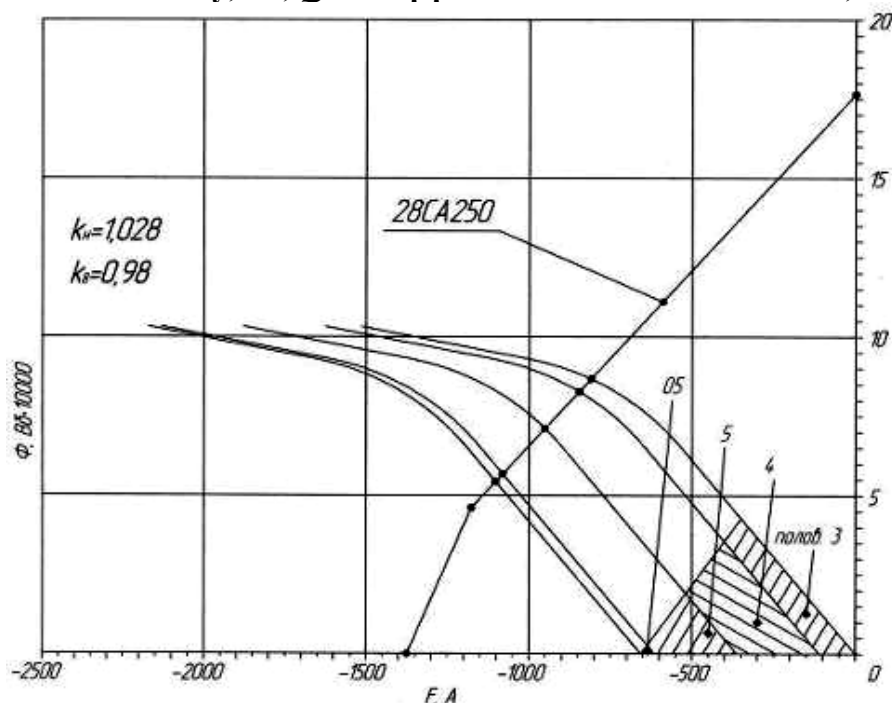


Рис. 2. Семейство кривых намагничивания магнитопровода и кривая размагничивания магнита 28СА250,
 где: Φ – магнитный поток, Вб; F – магнитодвижущая сила, А; k_B – температурный коэффициент магнитной индукции; k_H – температурный коэффициент магнитной напряженности.

Как видно, все рабочие точки, соответствующие различным участкам полюсной дуги

сбегающего края магнита, лежат на линейном участке кривой размагничивания. В противном случае, если рабочие точки сместятся левее линейного участка (что возможно при более низких температурах, когда коэрцитивная сила магнита снижается), может привести к необратимому размагничиванию сбегающего края магнита.

Путем применения составных магнитов возможно расширение температурного диапазона. На рис. 3 представлены кривые намагничивания магнитопровода $B_i=f(H_i)$, соответствующие режиму полного торможения и пониженной температуре ($I_{акз} = 75 \text{ А}$, $T = -60^\circ\text{С}$), которые в дальнейшем накладываются на кривую размагничивания магнита, соответствующую $T = -60^\circ\text{С}$. Как видно, рабочие точки участков 05 и 5 магнита 28СА250 лежат левее линейного участка кривой размагничивания, что соответствует необратимому их размагничиванию.

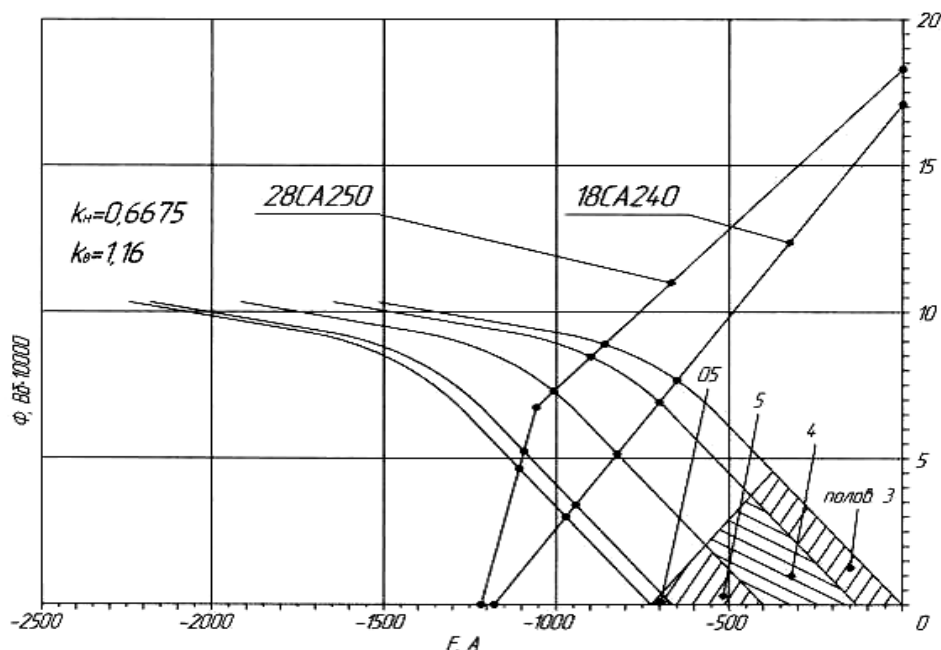


Рис. 3. Семейство кривых намагничивания магнитопровода и кривые размагничивания магнитов 28СА250 и 18СА240.

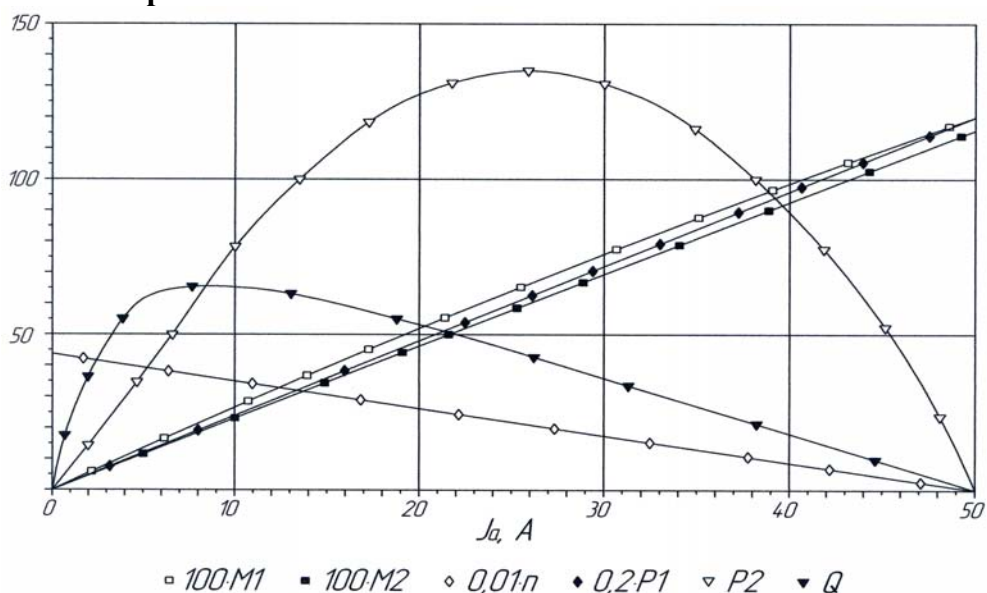


Рис. 4. Выходные характеристики электродвигателя 361.3780 с составными магнитами.

Чтобы предотвратить это, участки 05 и 5 заменяются другим магнитным материалом, с другими магнитными свойствами. Для примера выбран магнит 18СА240 ($B_r = 0,364 \text{ Тл}$; $H_c = 233 \text{ кА/м}$) [4], кривая размагничивания которого отлична от кривой 28СА250 и имеет линейный вид. Эти магниты имеют приблизительно одинаковую стоимость по массе.

На рис. 4 представлены основные выходные характеристики электродвигателя с составными магнитами при $T=25^{\circ}\text{C}$. Полученные рабочие характеристики практически совпадают с характеристиками исходного электродвигателя при той же частоте вращения вала $n=2600$ об/мин и токе якоря $I_a=19$ А (рис. 1 и рис. 4) при существенном расширении температурного диапазона.

Применение составных магнитов позволяет без существенных материальных затрат расширить температурный диапазон электродвигателей постоянного тока.

Вывод

Применение составных магнитов в системе возбуждения автотракторных электродвигателей постоянного тока позволяет без существенных материальных затрат расширить рабочий температурный диапазон, что существенно при их эксплуатации в районах с холодным климатом.

Литература

1. Акимов С.В., Москалев В.В. Во избежание размагничивания магнитов электродвигателей. – М.: Автомобильная промышленность, №9, 1994. –26-27 с.
2. Акимов С.В., Борискин П.И. Расчет автотракторных электродвигателей с возбуждением от составных магнитов по схемам замещения. – М.: Электроника и электрооборудование транспорта, №1, 2007. – 12-13 с.
3. Куневич А.В., Подольский А.В., Сидоров И.Н. Ферриты: Энциклопедический справочник. В 5 томах. Т. 1. Магниты и магнитные системы. – СПб.: Информационно-издательское агентство «ЛИК», 2004.— 358 с.: ил.
4. Грузков С.А. и др. Магнитные материалы, обмоточные, монтажные и бортовые провода для системы электрооборудования летательных аппаратов. – М.: МЭИ, 2005. – 181 с.

Пути совершенствования механического привода генератора энергоснабжения пассажирского вагона

к.т.н., проф. Баловнев Н.П., Вавилов П.Г.
МГТУ «МАМИ»

Предлагается использовать в приводе генератора энергоснабжения пассажирского вагона клиноременной передачи с подпружиненным натяжным шкивом. Это обеспечит увеличение ресурса ремня не только без снижения тяговой способности передачи, но и с некоторым ее увеличением.

В настоящее время наибольшее распространение получила индивидуальная система электроснабжения пассажирских и почтовых вагонов, используемых на железных дорогах России и стран СНГ. Она является более предпочтительной по сравнению с централизованной, поскольку обеспечивает более высокую общую надежность системы электроснабжения поезда, а вагон обладает большей маневренностью при формировании поездов, прост в обслуживании в эксплуатации.

Индивидуальная система энергоснабжения включает в себя генератор с механическим приводом от оси колесной пары и аккумуляторные батареи. Из всего многообразия применяемых механических приводов подвагонного генератора наиболее распространенным является привод с клиноременной передачей [1,2], который, однако, также не лишен недостатков. Основным из них, по нашему мнению, является способ натяжения ремня клиноременной передачи. Несмотря на то, что натяжение ремней производится автоматически с помощью пружины, ведомый шкив установлен на шарнирно подвешенном генераторе. При такой схеме ремни клиноременной передачи дополнительно натягиваются или ослабляются за счет реактивного момента в зависимости от направления вращения, а, следовательно, от направления движения вагона. В результате ремни значительную часть времени перетянуты, а их ресурс крайне низок. Попытка устранить натяжение за счет реактивного момента введением карданной передачи не привела к ощутимому увеличению ресурса ремней, так как ремни приходится натягивать из расчета передачи максимальной нагрузки, тогда как нагрузка ме-