

системы керування процесом прогріву дизеля, розробці бази лінгвістичних правил, була використана інформація про результати випробувань системи обігріву тепловозного дизеля, а також залежності, що описують теплотехнічний стан непрацюючого дизеля.

Сформульований набір лінгвістичних правил є достатнім для описання стратегії керування процесом прогріву дизелів.

Наступним кроком в цьому напрямку повинно стати визначення методів нечіткого виводу та дефазіфікації (усунення нечіткості) для вказаної системи.

1.Хомич А.З. Топливная экономичность и вспомогательные режимы тепловозных дизелей. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1987. – 271 с.

2.Кузьмич В.Д., Овчинников М.В., Горепекин И.Е., Янов А.А. Способы прогрева дизелей // Электрическая и тепловозная тяга. – 1979. – №1. – С.23.

3.Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А.Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 223 с.

4.Грищенко С.Г., Дацун Ю.М. Визначення тривалості гарячого простою для впровадження системи обігріву тепловозного дизеля // Зб. наук. праць. Вип.64. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – С.12-18.

5.Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н.Борисов, А.В.Алексеев, О.А.Крумберг и др. – Рига: Зинатне, 1982. – 256 с.

6.Дацун Ю.М. Визначення динаміки охолодження елементів водяної системи тепловоза // Зб. наук. праць. Вип.57. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – С.41-46.

*Отримано 13.05.2005*

УДК 621.313.2

В.Н.ГАРЯЖА, Г.В.КАПУСТИН, канд. техн. наук  
*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

Б.Г.ЛЮБАРСКИЙ, канд. техн. наук  
*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*

## **СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОМБИНИРОВАННЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Рассматриваются вопросы поиска рациональных систем питания для электроприводов городского электрического транспорта на основе вентильного тягового привода с комбинированным возбуждением. Предложена методика определения рациональных соотношений параметров комбинированного возбуждения при различных системах питания электропривода.

В настоящее время у большинства зарубежных производителей подвижного состава городского электрического транспорта наблюдается тенденция замены асинхронного тягового привода приводом, на основе синхронных электромеханических преобразователей энергии (вентильных двигателей) [1]. Возбуждение от постоянных магнитов в большинстве конструкций дает возможность получить высокие значе-

ния индукций в воздушном зазоре и, как следствие, высокий электромагнитный момент. Последнее обстоятельство позволяет применять такие двигатели в безредукторном тяговом приводе и значительно повысить надежность системы в целом.

При использовании постоянных магнитов в качестве источника основного магнитного потока в тяговом приводе возникает проблема поддержания работоспособности магнита при пуске двигателя (разгон поезда). В таком режиме возникают значительные потоки реакции якоря пытающиеся размагнитить постоянный магнит.

Для сохранения работоспособности привода в пусковых режимах предлагается установить дополнительную подмагничивающую обмотку возбуждения. Подобная конструкция предложена для высокомоментных двигателей привода станков в работах [2, 3].

Система электромеханического преобразования энергии на основе вентильного двигателя с комбинированным возбуждением включает в себя синхронный электромеханический преобразователь, механическую часть (муфты, рабочий орган – колесо-рельс), и наконец, преобразователь частоты – инвертор. В таких системах используются инверторы тока и напряжения с различными формами выходного сигнала, которые во многом определяют рабочие свойства системы в целом.

Исследование рабочих свойств рационально проводить методом цифрового моделирования на примере модели такого привода, созданной на базе двигателя 2ДВУ165S с номинальным моментом 15 Нм и частотой вращения 500 об/мин. Применение такой модели позволит понизить порядок математической модели без упрощения определяющих факторов.

В данной работе поставлена цель – на примере модели тягового привода комбинированного возбуждения выбрать рациональную схему питания.

В работе [4] рассмотрен алгоритм определения зависимости отдельных составляющих вектора показателей, определяющих рабочие свойства вентильных электромеханических преобразователей комбинированного возбуждения от параметров при различных системах питания. Однако, как отмечалось в этой работе, эти показатели не дают представления о полном значении вектора показателей и не позволяют, таким образом, выбрать электромеханический преобразователь комбинированного возбуждения с рациональной системой питания. Рациональными конструкциями будем считать те, в которых динамические показатели электромеханической системы (угловое ускорение при пуске с моментом нагрузки равном нулю  $\epsilon_0$ , угловое ускорение

при номинальной нагрузке  $\varepsilon_n$ ) находятся в пределах 0,8...1 от максимального; электрические параметры цепи питания находятся в пределах 1...1,2 от их минимального значения. Речь идет о максимальном значении линейного напряжения на обмотке статора при пуске с моментом сопротивления равном нулю  $U_0$ , максимальном значении линейного напряжения на обмотке статора при пуске с номинальной нагрузкой  $U_n$ , максимальном значении фазного тока в обмотке статора при стопорном режиме  $I_c$  – для инвертора тока и максимальном значении фазного тока в обмотке статора при пуске с моментом сопротивления равном нулю  $I_0$ , максимальном значении фазного тока в обмотке статора при пуске с номинальной нагрузкой  $I_n$ , максимальном значении фазного тока в обмотке статора при стопорном режиме – для инвертора напряжения; показатель, оценивающий состояние магнитной системы (минимальное значение нормальной составляющей магнитной индукции на поверхности полюса при стопорном режиме  $B_{\min}$ ) определяет совокупность недопустимых значений для исследуемых параметров. Если значение этого параметра меньше 0,3 Тл, то постоянный магнит работает на нелинейном участке кривой размагничивания. В таком режиме происходит размагничивание магнита, что недопустимо.

Согласно принятым выше соотношениям для рациональных конструкций, их область в плоскости  $h, w$  (толщина магнита, число витков обмотки возбуждения) для работы двигателя совместно с инвертором тока определяется системой неравенств:

$$(\varepsilon_0 > 0,8 \cdot \text{MAX}\varepsilon_0) \cap (\varepsilon_n > 0,8 \cdot \text{MAX}\varepsilon_n) \cap (U_0 < 1,2 \cdot \text{MIN}U_0) \cap \\ \cap (U_n < 1,2 \cdot \text{MIN}U_n) \cap (I_c < 1,2 \cdot \text{MIN}I_c) \cap (B_{\min} > 0,3),$$

а для работы совместно с инвертором напряжения –

$$(\varepsilon_0 > 0,8 \cdot \text{MAX}\varepsilon_0) \cap (\varepsilon_n > 0,8 \cdot \text{MAX}\varepsilon_n) \cap (I_0 < 1,2 \cdot \text{MIN}I_0) \cap \\ \cap (I_n < 1,2 \cdot \text{MIN}I_n) \cap (I_c < 1,2 \cdot \text{MIN}I_c) \cap (B_{\min} > 0,3).$$

Решение системы неравенств выполняли графическим методом. Каждое из неравенств ограничивает область, полученную пересечением составляющей вектора показателей с плоскостью уровня, описывающей зону рациональных конструкций. Пересечение этих областей дает результирующую область рациональных параметров. На рис.1-4 представлены области рациональных параметров для работы двигателей с различными типами инверторов (рис.1– при работе с инвертором

синусоидального тока, рис.2 – с инвертором пульсирующего тока, рис.3 – с инвертором синусоидального напряжения, рис.4 – с инвертором пульсирующего напряжения).

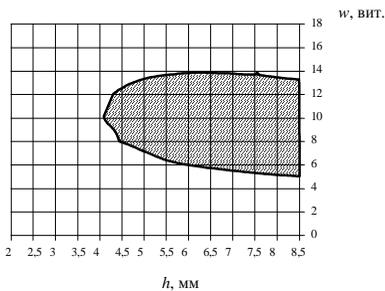


Рис.1

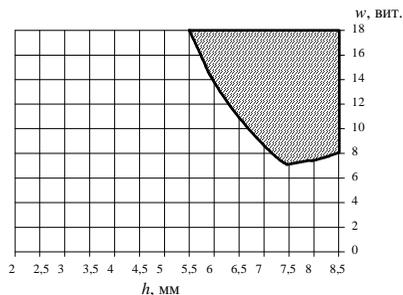


Рис.2

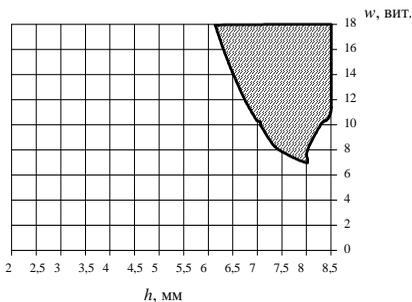


Рис.3

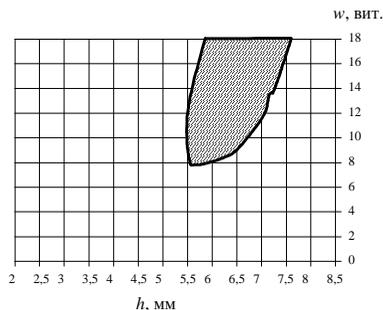


Рис.4

Следует заметить, что число витков обмотки возбуждения двигателя является целой величиной, кратной по условиям магнитной симметрии числу полюсов двигателя ( $2p=6$ ).

Поэтому, учитывая вышесказанное, из рис.1-4 видно, что для исследуемых двигателей с различными системами питания будут иметь место следующие значения рациональных соотношений числа витков и толщины магнита: с инвертором синусоидального тока –  $w = 6$  вит.,  $h = 6$  мм или  $w = 12$  вит.,  $h = 4,25$  мм; с инвертором пульсирующего тока –  $w = 12$  вит.,  $h = 6,25$  мм или  $w = 18$  вит.,  $h = 5,5$  мм; с инвертором синусоидального напряжения –  $w = 12$  вит.,  $h = 6,75$  мм или  $w = 18$  вит.,  $h = 6,1$  мм; с инвертором пульсирующего напряжения –  $w = 12$  вит.,  $h = 5,5$  мм или  $w = 18$  вит.,  $h = 5,8$  мм.

Таким образом, сравнение двух типов инверторов при различных

формах виходного сигналу по таким параметрам, як товщина магніта і число витків перевага може забезпечити інвертор синусоїдального струму ( $h = 4,25$  мм,  $w = 12$  вит.).

1. Сквозне рухання по лініях різної колії // Железні дороги світа. – 2004. – №1. – С.30-38.

2. Любарський Б.Г., Зюзин Д. Ю., Глебова М. Л. Порівняльна характеристика високомоментних електродвигачів для привода подач станків // Вестник НТУ «ХПІ». Т.4. Вип.19. – Харків, 2002. – С.63-66.

3. Зюзин Д.Ю., Любарський Б.Г., Глебова М. Л. Конструктивна схема вентильного високомоментного двигача комбінованого збудження // Вестник НТУ «ХПІ». Вип.19. – Харків, 2002. – С.85-88.

4. Омеляненко В.И., Любарський Б.Г., Зюзин Д.Ю., Глебова М.Л. Математична модель вентильного високомоментного двигача комбінованого збудження // Вестник НТУ «ХПІ». Вип.11. – Харків, 2003. – С.108-112.

*Получено 20.05.2005*

УДК 504.4.06

І.О.ІЛЛЯШЕНКО

*Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України, м.Київ*

## **ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА В МІСТАХ УКРАЇНИ**

Розглядаються актуальні проблеми, які постали на сучасному етапі у зв'язку з ростанням екологічної кризи, в першу чергу, в великих промислових містах України.

Міські поселення, що виникли первісно з метою захисту від нападу агресивних сусідів, поступово трансформувались в центри промисловості, науки й культури. Складалася міська інфраструктура, більш сприятливими ставали умови проживання. У той же час ріст міст, насиченість їх промисловими підприємствами потягли за собою виникнення ряду екологічних проблем, що негативно відображується перш за все на здоров'ї людей.

Нова загроза національній безпеці з'явилася останніми десятиріччями. Йдеться про невоєнну екологічну загрозу, що не передбачає розгляду традиційного аспекту захоплення чи оволодіння однією державою природних ресурсів іншою насильницьким способом [1].

Останнім часом значна увага приділяється природно-техногенній безпеці міст України. Дослідженню проблем екологічної безпеки присвятили свої праці багато українських вчених [1-4].

Невирішені екологічні проблеми становлять серйозну загрозу повноцінному існуванню будь-якої країни. Для України питання екологічної безпеки набувають пріоритетного значення, оскільки саме екологія визначає і визначатиме у найближчому майбутньому норми і стиль життя суспільства.