

УДК 621.313

Н.Н. КОНОХОВ (канд.техн.наук, доц.)
 Донецкий институт железнодорожного транспорта
В.Ф. СИВОКОБЫЛЕНКО (д-р техн.наук., проф.)
 Донецкий национальный технический университет
 svf@elf.dgtu.donetsk.ua

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА "ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ РАЗРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДОНБАССА" *

Systematized as the regional Scientific and technical program economy of resource and energy of electric machines the last developments of authors and other new technologies.

Постановка проблемы. Как известно, одной из причин низкой конкурентоспособности отечественной продукции в сравнении с технически развитыми странами являются в 1,5 - 4,0 раза большие удельные энерго- и ресурсозатраты в цене выпускаемой продукции. Поэтому для выравнивания цен нашей продукции с мировыми ценами вынужденно сдерживается на низком уровне оплата труда.

Актуальность проблемы энерго- и ресурсосбережения в промышленности и коммунальном хозяйстве постсоветских стран, подвергшихся политическому и экономическому кризису, требует выделения этой проблемы в Целевую научно-техническую программу (ЦНТП) как на региональном, так и на государственном уровне[1].

Особый интерес представляет разработка ЦНТП по энергосбережению для Донецкого региона, где сосредоточено значительное количество предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК): 6 тепловых и одна ветровая электростанции и добывается основная часть отечественного угля [1].

По данным анализа электроэнергетического комплекса Донецкой области [2] (диаграмма 1,2) в промышленности треть электроэнергии тратится на воспроизводство самого топливно-энергетического комплекса (более десятой части расходуется в производстве и распределении электроэнергии и 23%- в угольной промышленности.

Поэтому повышение эффективности использования электроэнергии в значительной мере зависит от снижения потерь при ее транспортировании и потреблении.

Состояние вопроса. Электродвигатели (ЭД), как основной вид электрических машин (ЭМ), потребляют примерно 65% от мирового промышленного производства электроэнергии. Поэтому, например, международный стандарт МЕР8 предусматривает ограничение производства ЭД с низким КПД [3]. В то же время еще много ЭД старых серий, находящихся в эксплуатации в ТЭК, достигли не только физического, но и морального износа, а издержки на электроснабжение (из-за низкого КПД и $\cos \Phi$), и на текущий и капитальный ремонт (из-за выработки своего ресурса) весьма значительные. Например, КПД у ЭД мощностью 250кВт, 380/660В, 1500об/мин за последние 40 лет повысился в среднем на 4% , что видно из таблицы 1.

Таблица 1

Серия ЭД	Год освоения	КПД %
А 2	1967 г.	92,5
А4	1973 г.	94,5
ВА03	1985 г.	95,2
А5	1994 г.	96,5

С другой стороны за последние 10-15 лет созданы новые разработки и технологии, которые могут позволить существенно повысить энерго- и материалоеффективность новых серийных промышленных ЭМ..

Цель работы. Заключается в обобщении и систематизации собственных разработок авторов и других эффективных конструкций и технологий в виде Целевой научно-технической программы "ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ РАЗРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДОНБАССА".

* Публикуется в порядке обсуждения

Результаты исследований. Для оценки экономического эффекта при модернизации ЭД и повышении их КПД можно воспользоваться методикой расчета энергосбережения, предложенной в [4].

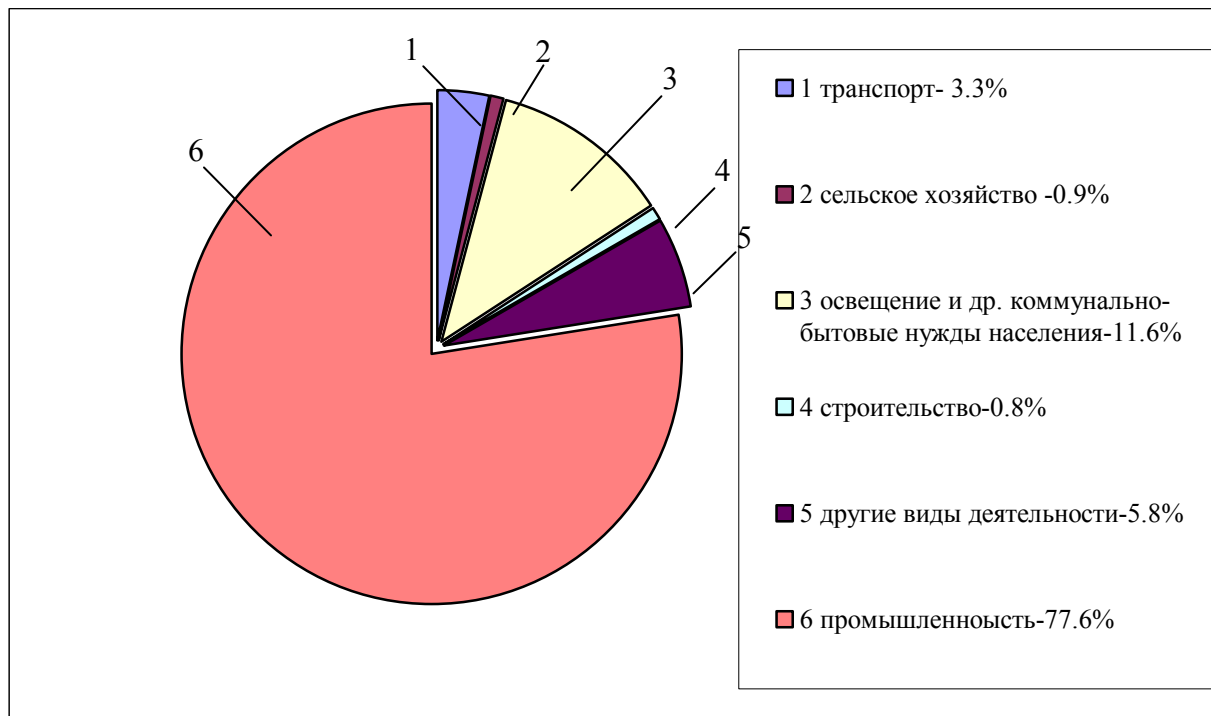


Диаграмма 1 - Структура потребления электроэнергии в Донецкой области в 2005 г по общим видам деятельности

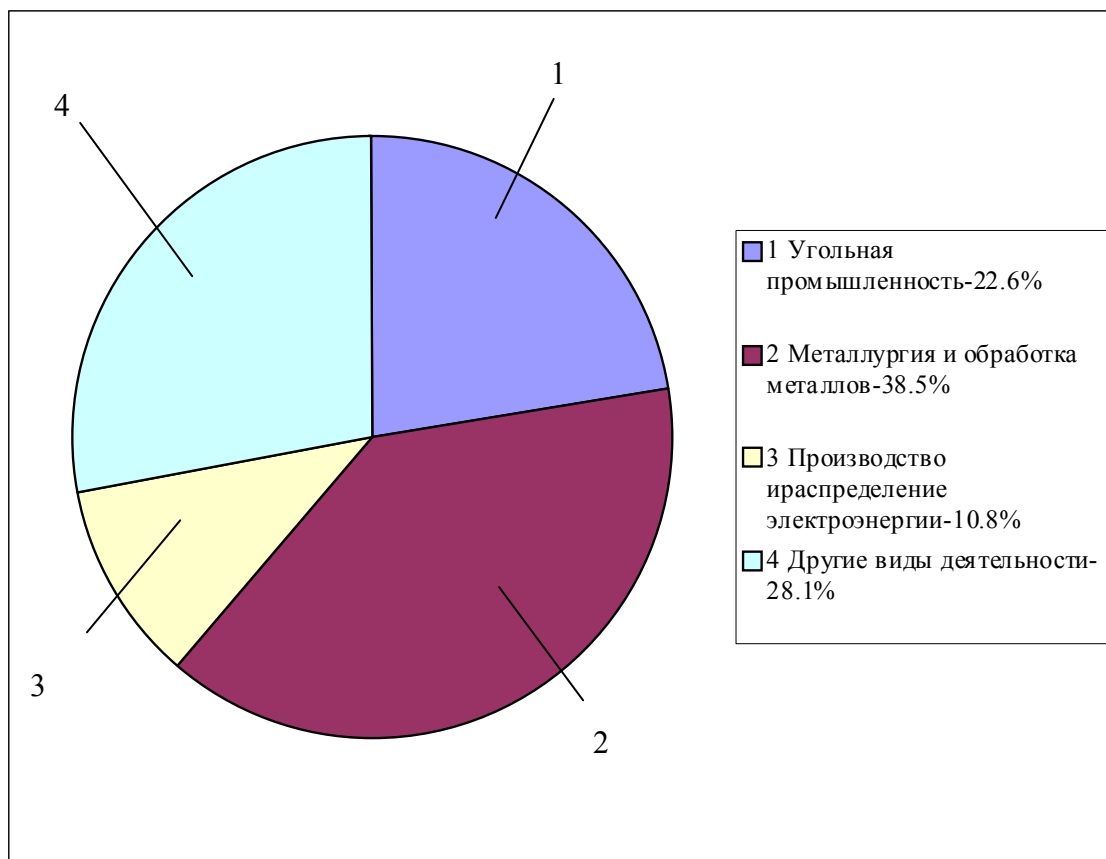


Диаграмма 2 - Структура потребления электроэнергии в Донецкой области в 2005 г по основным видам промышленности

Полагая неизменным КПД ЭД в диапазоне нагрузок 0,6 до номинальной, что справедливо для современных двигателей, годовую экономию электроэнергии ΔW (кВт•ч) при повышении КПД ЭД мощностью P (кВт) с η_1 до η_2 можно определить по формуле:

$$\Delta W = P_2 \frac{\eta_2 - \eta_1}{\eta_1 \cdot \eta_2} k_3 \cdot t_h \quad (1)$$

где P_2 – мощность на валу ЭД; η_1 и η_2 - КПД в относительных единицах; k_3 – коэффициент загрузки ЭД; t_h – годовая наработка ЭД, ч.

При расчетах значения коэффициента загрузки и годовой наработки низковольтных ЭД принимались по статистическим данным в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

P , кВт	k_3	t_h , ч
0,75	0,4	1000
1,1-15	0,6	1500
18,5-37	0,75	2000
45-90	0,75	3000
110-315	0,9	4000

Для примера покажем экономическую энергоэффективность модернизации ЭМ с применением магнитных клиньев (рис. 1). Известно [5], что применение магнитных клиньев марки МКП-6 в электродвигателях типа ВАО2 позволило увеличить КПД на 0.5-1.5% и уменьшить нагрев обмотки статора на 8-14°C.

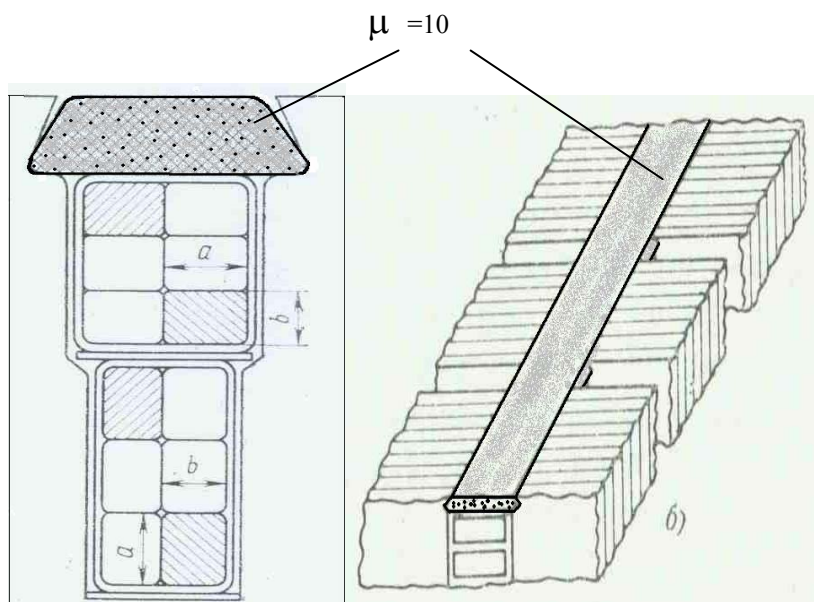
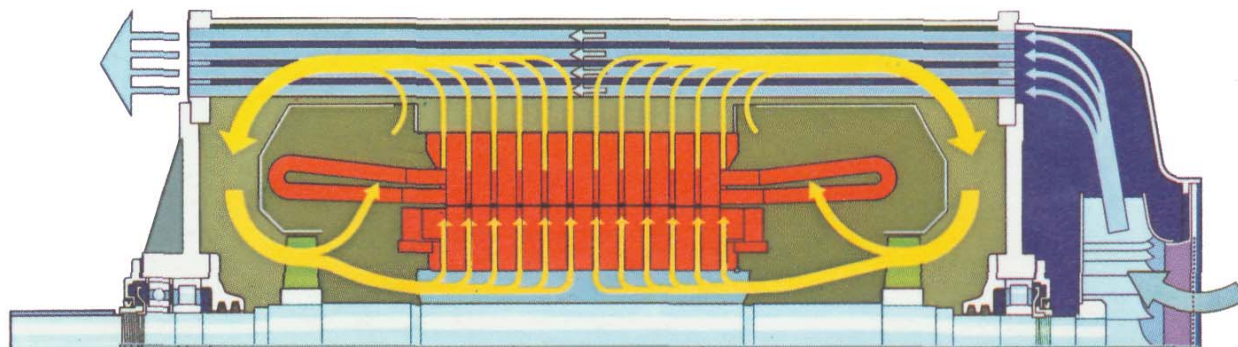


Рисунок 1 -Крепление обмотки в пазах сердечника магнитными клиньями

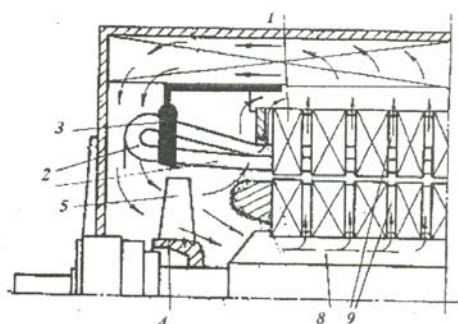
Поэтому, если заменить (при модернизации или во время ремонта) текстолитовые клинья на магнитные, то, например, в высоковольтных ЭД мощностью 500 кВт, в соответствии с формулой (1) будет создаваться энергосберегающий эффект порядка

$$\Delta W = P_2 \frac{\eta_2 - \eta_1}{\eta_1 \cdot \eta_2} k_3 \cdot t_h = \frac{500 \cdot (0,96 - 0,95)}{0,95 \cdot 0,96} \cdot 0,9 \cdot 6000 \approx 30 \text{ МВт} \cdot \text{час} / \text{год}.$$

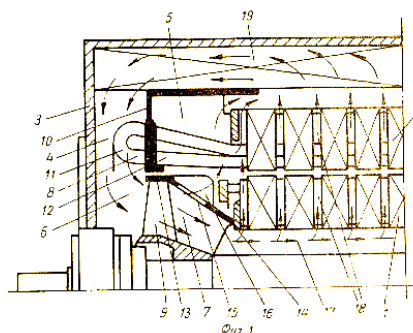
В качестве другого примера повышения эффективности ЭМ приведем пример ресурсосбережения на стадии разработки новых и модернизации существующих серий ЭМ. Например, при разработке высоковольтных АД серии ВАО2 мощностью от 200 до 2000 кВт только за счет применения более совершенной внутренней системы согласной вентиляции по патенту [41], масса-габаритные показатели ЭМ были снижены на 10 – 15 % (рис. 2,а,б). Дальнейшее усовершенствование согласной симметричной системы вентиляции [42 и др] может позволить получить очередной 8-12% эффект по материалосбережению электротехнических и конструкционных материалов при модернизации (рис.2, в) базовой конструкции ВАО2.



а)



б)



в)

Рисунок 2 - Последовательность модернизации внутренней согласной системы вентиляции крупных закрытых АД: а - система вентиляции АД фирмы SCHORCH (аналог серии ВАО2), б - система вентиляции АД серии ВАО2, в - перспективная система вентиляции для модернизации АД серии ВАО2 (серии ВАО2-М, ВАО5-М)

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЦНТП

Предложенная в [1] ЦНТП состояла из трех разделов, первые из которых были посвящены модернизации АД, находящихся в эксплуатации, а последний - наукоемким технологиям для создания высокоэффективных АД новых серий. В дальнейшем [3] структура и объем ЦНТП были доработаны и расширены до 6 разделов, содержание которых представляется ниже.

РАЗДЕЛ 1. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РАЗРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭМ

- 1.1 Разработки и технологии по интенсификации охлаждения [6-12,33-39]
 - 1.1.1 Симметричные системы воздушного охлаждения
 - 1.1.2 Центробежные и встроенные тепловые трубы
 - 1.1.3 Продольно-закрученные трубы для теплообменников
 - 1.1.4 Охладительные трубы с внешним витым оребрением
 - 1.1.5 Вентиляторы встроенные (внутренние и внешние)
- 1.2. Технологии на основе композиционных магнито-диэлектрических материалов [5, 12 – 15 и др.]
 - 1.2.1 Капсулирование лобовых частей обмотки статора теплопроводящими магнито-диэлектрическими компаундами.
 - 1.2.2 Магнитные клинья типы МКП-6 для крепления обмотки в пазах статора
 - 1.2.3 Магнито-жидкостные уплотнения для валов роторных машин
- 1.3. Усовершенствование подшипников и подшипниковых узлов [16,17 и др.]
 - 1.3.1 Аксиально-упругие подшипниковые узлы (АУПУ) для ЭМ
 - 1.3.2 Подшипники скольжения с биметаллическими вкладышами
 - 1.3.3 Подшипники скольжения с пониженным коэффициентом трения
 - 1.3.4 Подшипники качения с электроизолирующим покрытием
 - 1.3.5 Магнитные бесконтактные подшипники
- 1.4. Новые электрические щетки для МПТ (в том числе для тяговых ЭМ)

РАЗДЕЛ 2. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭМ

- 2.1. Устройства для симметрирования питающего напряжения и силовые трансформаторы с симметрирующим устройством [19,20 и др.]
- 2.2. Преобразователи частоты для регулирования асинхронных двигателей [21-25 и др.]
- 2.3. Устройства для плавного пуска и управления синхронными ЭД [26 и др.]

РАЗДЕЛ 3. ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ДИАГНОСТИКИ. МЕТОДЫ [ПОСЛЕРЕМОНТНЫХ] ИСПЫТАНИЙ ЭМ

- 3.1. Приборы для контроля качества и диагностики [27-32]
 - 3.1.1. Диагностические приборы НТУ «ХПИ»
 - 3.1.2. Искатели витковых замыканий типа ИВЗ
 - 3.1.3. Устройства для контроля и дефектировки КЗ роторов АД
 - 3.1.4. Тепловизионная теплодиагностика и тепловые испытания
 - 3.1.5. Цветная рентгенодиагностика по методике проф. Шумилова Ю. А
 - 3.1.6. Бортовая (цеховая) система шумодиагностики подшипниковых узлов
- 3.2. Методы [послеремонтных] испытаний [28,33,34,48]

РАЗДЕЛ 4. МОДЕРНИЗАЦИЯ АСИНХРОННЫХ ЭД МОЩНОСТЬЮ 50 – 2000 КВТ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ [28, 35,36]

- 4.1. Энергоэффективный мониторинг АЭД
- 4.2. Повышение послеремонтной надёжности и энергетических характеристик ЭД
- 4.3. Технология капсулирования обмотки статора [комбайновых и конвеерных] электродвигателей высокотеплопроводными компаундами
- 4.4. Замена пазовых текстолитовых клиньев магнитными клиньями
- 4.5. Реконструкция щитовых подшипниковых узлов скольжения ЭД типа 2А3МВ с переходом на штампованные биметаллические вкладыши.
- 4.6. Модернизация аксиально-упругих подшипниковых узлов в ЭД серии ВАО 2.
- 4.7. Замена отечественных подшипников качения импортными и специальными подшипниками

РАЗДЕЛ 5. МОДЕРНИЗАЦИЯ СИНХРОННЫХ ЭД МОЩНОСТЬЮ 300 – 3150 КВТ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ [26]

- 5.1. Система плавного пуска и регулирования турбодвигателей типа СТД
- 5.2. Реконструкция синхронных ЭД [шахтных вентиляторов] по типу двухскоростных электродвигателей

РАЗДЕЛ 6. ПРИМЕНЕНИЕ НАУКОЕМКИХ РАЗРАБОТОК И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ СЕРИЙ ЭМ [5-19,28, 36-47]

- 6.1. Применение симметричных систем охлаждения и тепловых труб
- 6.2. Применение высокоэффективных (закрученных и оребренных) теплообменных труб
- 6.3. Применение магнито-диэлектрических элементов на основании композиционных технологий
- 6.4. Применение технологии изготовления литой медной короткозамкнутой обмотки роторов АЭД
- 6.5. Применение сильных постоянных магнитов для синхронных [тяговых] ЭМ .
- 6.6. Применение цельнотянутых оребренных алюминиевых корпусов.
- 6.7. Методы конструктивного снижения концентрации напряжённости электрического поля в изоляции жёстких обмоток электрических машин
- 6.8. Разработка вводных устройств со встроенными ограничителями перенапряжений
- 6.9. Применение “сотовой” технологии для изготовления полых подшипниковых щитов взрывозащищённых электродвигателей
- 6.10. Применение уплотнений взрывозащиты с “плавающими” кольцами для подшипниковых узлов взрывозащищённых ЭМ и магнито-жидкостных уплотнений
- 6.11. Разработка и применение аксиально-упругих подшипниковых узлов и специальных подшипников.

Выводы. Настоящая работа может иметь концептуально-методическое и практическое значение для анализа проблемы энерго-ресурсосбережения в области электрических машин и выделения этой проблемы в целевую научно-техническую программу (ЦНТП), в частности для ТЭК Донецкого региона.

Список литературы

1. Проект региональной научно – технической программы “Энерго и ресурсосберегающие разработки и технологии для электрических машин топливно – энергетического комплекса”: материалы II международной научно – практической конференции [“Инновационная модель развития промышленного региона: проекты, управление, результаты“], Донецк: ДонГУУ – 2007.-С. 243-246/
2. Гонтарь Л.Н. Проблемы развития электро-энергетического комплекса Донецкой области / Меркурий.- январь 2007.- С. 55-56.
3. Конохов Н.Н. Программа энерго-материалосбережения для электрических машин / Н.Н. Конохов, В.Ф. Сивокобыленко, Энергосбережение.- 2009.-№2. – С. 4-5.

4. Кравчик А. Э. Новая серия стандартных асинхронных электродвигателей 5А / А. Э. Кравчик, С. В. Пискунов, А. М. Русаковский, Е. А. Соболенская. Электротехника.- 1996.- № 6.- С. 16-18.
5. Ширнин И.Г. Повышение электромагнитных и тепловых нагрузок взрывобезопасных асинхронных двигателей / И.Г. Ширнин, В.Н. Зиберов Электротехника,-1978.-№ 7.-С. 50-52.
6. Конохов Н.Н. Принцип симметрии – как концепция развития конструкции электрических машин / Перспективы и тенденции развития электротехнического оборудования. Труды международного симпозиума "ЭЛМАШ-2006".- октябрь 2006.- Москва.- Т.2. – С.128-134.
7. Конохов Н.Н. Структурный анализ и принцип симметрии при совершенствовании конструкции электрических машин / Електротехніка і Електромеханіка. –2007.-№3.-С. 36-38.
8. Конохов Н.Н. Эффективность и принципы проектирования симметричных систем охлаждения электрических машин / Електротехніка і Електромеханіка. –2008.-№3.-С. 22-26.
9. Конохов Н.Н. Работы и перспективы расширения участия УкрНИИВЭ и СЦВЭ в области создания крупных взрывозащищенных электроприводов для нефтегазовых комплексов / Н.Н. Конохов, Л.Б. Резник Взрывозащищенное электрооборудование, Донецк: Сб.науч.тр. УкрНИИВЭ,-1998.- С.20-27.
10. Конохов Н.Н. Анализ концепций развития конструкции крупных взрывозащищенных электродвигателей / Електротехніка і Електромеханіка,-2005,-№1,- С. 47-50.
11. Борисенко А.И. Тепловые трубы в электрических машинах / А.И. Борисенко, О.Н. Костиков, А.В. Яковлев, под ред. В.М. Петрова.- М.: Энергоатомиздат, -1987.-152с. Охлаждение промышленных электрических машин. -М. : Энергоатомиздат .- 1983. -296с.
12. Троицкий В.А. Магнито-диэлектрики в силовой электротехнике. / В.А. Троицкий, А.И. Ролик, А.И. Яковлев - К.: Техніка. -1983. –270с.
13. Яковлев А.И. Электрические машины с уменьшенной материалоемкостью.- М.: Энергоатомиздат. - 1989. -240с.
14. Радионов В.А. Конструкции магнитожидкостных устройств и их применение в народном хозяйстве.- / В.А. Радионов, П.С. Кирей, А.В. Радионов, Г.А. Андошук / Под.ред В.А. Радионова.-К.: УкрНИИТИ.-1991.-100с.
15. Конохов Н.Н., О надежности подшипниковых узлов электродвигателей в приводе шахтных насосов и углесосов. / Н.Н. Конохов, Ю.В. Поршнев, Взрывозащищенное электрооборудование, Донецк: Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ -1997.- С. 61 – 72.
16. Романов С.М. Опоры и подшипники скольжения из новых материалов серии «Романит» / Вибрация машин. –2005.-№3.- С. 52-57.
17. Подшипники с электроизолирующим покрытием / Новости приводной техники. – 2006.-№10.- С.3.
18. Конохов Н.Н. Влияние асимметрии конструкции электрических машин и питающего напряжения на эффективность энерго-материалопотребления / Н.Н. Конохов, В.Ф. Сивокобыленко. Вестник НТУ «ХПИ» Сб. науч. тр. Темат. вып. «Проблемы совершенствования электрических машин и аппаратов» -45/2008. – Харьков. – 2008.– С. 81-88.
19. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях / И.В. Жежеленко, Ю.А. Саенко – М.: Энергоатомиздат.-2000. - 252с.
20. Электроприводы насосного применения : новая серия АП-340Н / Новости приводной техники.- 2006.- № 10.- - С. 3.
21. Новейшие преобразователи частоты в комплекте с энергосберегающими двигателями – оптимальное решение для экономии электроэнергии / Электропанорама.- 2008.-№1-2.- С.64-65.
22. Энергосберегающие технологии с применением регулируемого электропривода / Энергосбережение в угольной промышленности / под ред. Б.А. Грядущего.- Донецк.- НИИГМ.- 2006.-336 с.
23. Петрушин В.С. Асинхронные двигатели в регулируемом электроприводе. - О. :Наука и техника,2006.- 320 с.
24. Энергосбережение в угольной промышленности / Под ред. д.т.н. проф. Б.А. Грядущего.- Донецк: НИИГМ им. М.М. Федорова. – 2006. – 336с.
25. Совершенствование схем пуска, защиты и управления синхронными двигателями большой мощности. Отчет о НИР. Гостема П8-2000, № ГР 0100Ш0П328 инв.№0203Ш02034/ /ДонНТУ. Рук. Сивокобыленко В.Ф. – Донецк: 2002 - 144с.
26. Юхимчук В.Д. Технология производства электрических машин. Кн.2 – Х: Тимченко,-2006.-560с.
27. Конохов.Н. Проблемы ремонтпригодности и повышения послеремонтной надежности электродвигателей ВА02 и 2АЗМВ. / Електротехніка і Електромеханіка. - 2003.- №4. –С.53-55.
28. Стороженко В.А. Термография как средство технической диагностики энергетического оборудования // Мир техники и технологий / Стороженко В.А., Мешков С.Н., Хорло Н.Ф. – 2007,-№8,-С. 60-61.
29. Шумилов Ю.А., Цветное «проявление»: качественно новый уровень рентгенодиагностики / Ю.А. Шумилов, Ю.К. Понаморенко, В.В. Кузьмин, Б.М. Демидюк Електротехніка і Електромеханіка. - 2007.- №2. – С.59-62.
30. Мазнев А.С. Бортовая система диагностики подшипниковых узлов / А.С. Мазнев, Д.В. Федоров, В.С. Потапенко. Локомотивы – 2005.-№12-стр.26-27

31. Алиев Н.А. Диагностика турбомашин по их вибрационно-техническому состоянию / Вибрация машин: 4измерение, снижение, защита.- 2005-№3.-С. 4-10.
32. Сивокобиленко В.Ф. Диагностика асинхронного электропривода по данях замірів робочого режиму / В.Ф. Сивокобиленко, Д.В. Полковніченко, К.А. Кукуй. – Вісник НТУ «ХП», серія „Електротехніка, електроніка та електропривод”, т.2, №10, Харків: 2003, С. 48-50.
33. Полковніченко Д. В. Послеремонтная оценка технического состояния короткозамкнутых асинхронных электродвигателей – Електротехніка і Електромеханіка. 2005, №1,-С59-62.
34. Каргопольцев В.П. Энергосбережение с применением защитного мониторинга электродвигателей / В.П. Каргопольцев, И.Я. Симахин – Литье Украины.- 2002.-№2.
35. Бурковский А.Н. Эффективность капсулирования обмотки статора электродвигателей угольного комбайна ЭКВ 2,5-30 / А.Н. Бурковский, И.Г. Головчинер, Л.Б. Ландкоф, В.Н. Стадник – Аэродинамические, тепловые и виброакустические процессы в электроустановках. – Х.: ХАИ.- 1989.-С. 29-34.
36. Чувашев В. Технологические резервы повышения эффективности электроприводов шахтных механизмов// Електротехніка, 1997, № 9 - С. 37-40.
37. Кучумов В.А. Синхронные тяговые двигатели на постоянных магнитах / В.А. Кучумов, А.С. Нестрахов, А.С. Княжева– Локомотив. 2008.-№7 С. 35-37.
38. Ахунов Т.А., Новые технологии производства конкурентоспособной российской серии RA асинхронных машин / Т.А. Ахунов, С.И. Тихонов, В.И. Попов – Тр. Симпозиума «ЭЛМАШ-2006».- М.: МА «Интерэлектромаш». -2006- т.2, С.5-7.
39. Конохов Н.Н. Особенности концентрации напряженности электрического поля в обмотках электрических машин и ее влияние на надежность. / Конохов Н.Н. – Електротехніка і Електромеханіка . 2006. №2.- С. 32 – 36.
40. Збарський Л.О., Патент України N7671. Електрична машина / Л.О. Збарський, М.М. Конохов, И.Г. Ширнін, В.А. Макагон, Ю.В. Поршнева – Бюлетень винаходів -1995.-№4.
41. Конохов М.М. Патент України N7674.Електрична машина / М.М. Конохов, Л.О. Збарський, И.Г. Ширнін, А.Н. Бурковский – Бюлетень винаходів.-1995.-№4.
42. Конохов М.М. Патент України N7675. Магнітопровід електричної машини / М.М. Конохов, Л.О. Збарський, В.Д. Главний – Бюлетень винаходів -1995.-№4.
43. Конохов М.М. Патент України N7676. Електрична машина / М.М. Конохов, Л.О. Збарський, Е.Б. Ковальов, П.А. Сороко. – Бюлетень винаходів.-1995.-№4.
44. Конохов Н.Н. Патент РФ N1473018. Электрическая машина / Н.Н. Конохов, Л.А. Збарский, Е.Б. Ковалев, П.А. Сороко. – 1993.
45. Конохов Н.Н. Патент РФ N1725322 Электрическая машина / Н.Н. Конохов, Л.А. Збарский, И.Г. Ширнин, А.Н. Бурковский – 1993.
46. Конохов Н.Н. Патент РФ N1377962. Магнитопровод электрической машины / Н.Н. Конохов, Л.А. Збарский, В.Д. Главний – 1993.
47. Сивокобиленко В.Ф. Декл. Патент України №15261. Спосіб контролю справності стрижнів короткозамкненої обмотки ротора асинхронного двигуна / В.Ф. Сивокобиленко, Д.В. Полковніченко.

Надійшло до редакції 12.05.2009

Рецензент: Є.Б.Ковальов

Н.Н. КОНОХОВ

Донецкий институт железнодорожного транспорта

В.Ф. СИВОКОБЫЛЕНКО

Донецкий национальный технический университет

Н.Н. КОНОХОВ

Донецкий институт залізничного транспорту

В.Ф. СИВОКОБЫЛЕНКО

Донецкий национальный технический университет

Научно-техническая программа "энерго- и ресурсосберегающие разработки и технологии для электрических машин топливно-энергетического комплекса Донбасса". Разработана региональная научно-техническая программа энерго и ресурсосберегающих технологий для электрических машин в основу которой положены разработки авторов и новые технологии других авторов.

Программа, электрическая машина, энергосбережение, ресурсосбережение, технология, производство электроэнергии

Научно-техническая программа "энерго- та ресурсозберігальні розробки і технології для електричних машин паливно-енергетичного комплексу Донбасу". Розроблена регіональна науково-технічна програма енерго і ресурсозберігальних технологій для електричних машин в основу якої покладені розробки авторів і нові технології інших авторів.

Програма, електрична машина, енергозбереження, ресурсозбереження, технологія, виробництво електроенергії.