

ского Агентства по защите окружающей среды (EPA), Model S достаточно одного подзаряда батарей, объемом 85 кВт·ч для преодоления более 400 км, что является самым значимым показателем среди подобных автомобилей, представленных на специализированном рынке. Для разгона до 100 км/час электрокару достаточно лишь 4,4 секунды.

Залогом успеха данной модели является наличие литий-ионных батарей, основные составляющие которых поставляются для Tesla компанией Panasonic. Сборка аккумуляторов отличается высокой плотностью и точностью подгонки деталей. Весь процесс комплектации проходит в полностью стерильном помещении, с использованием роботов. Аккумулятор расположен в днище электромобиля, благодаря чему Tesla Model S обладает низким центром тяжести и прекрасной управляемостью. Присоединяется он к кузову посредством кронштейнов. Один из обладателей такого электромобиля решил нарушить целостность батареи и выяснить ее устройство. Кстати, стоимость подобной батареи равна 45000\$.

Батарейный отсек формируют 16 блоков, которые параллельно соединены и ограждены от окружающей среды посредством металлических пластин, а также пластиковой накладкой, предотвращающей попадание воды.

Каждый блок состоит из 74 элементов, по виду крайне схожих с простыми пальчиковыми батарейками (литий-ионные ячейки Panasonic), разделенных на шесть групп. Схема их размещения и работы держится в секрете, а значит, сделать реплику данной батареи будет крайне затруднительно [4].

**Выводы.** Такое быстрое развитие аккумуляторных технологий и внедрение электромобилей, в сочетании со стремительным падением цен и темпами внедрения возобновляемой энергии, означает, что мир может избавиться от углеродного транспорта быстрее и дешевле, чем думали всего несколько лет назад.

Существенную роль в увеличении числа электромобилей сыграет принятие более жестких экологических норм, которые по сути не оставят выбора или альтернативы электрическим автомобилям. Тем более, что электромобили в среднем преобразуют в механическую энергию около 60% электрической. Тогда, как машина на бензине использует топливо с эффективностью в 17-20%.

#### **Список использованных источников**

1. Электрокары [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://allbest.ru/>.
2. Vystavki.rgantd [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://hevcars.com>.
3. Wikipedia [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>.
4. Как устроен электрокар Tesla Model S [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа :<https://www.porpmech.ru/>.

УДК 621.313

#### **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВНЕДРЕНИИ В ПРОИЗВОДСТВО АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С СОВМЕЩЕННЫМИ ОБМОТКАМИ (АДСО)**

*Бондарь Н.П.*

*Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»*

**Аннотация.** *Совершенствование работы электропривода и снижение энергопотребления является наиболее существенным вопросом в создании эффективной работы современного электрооборудования. Эффективным решением данной задачи является использование двигателей с совмещёнными обмотками в регулируемом энергосберегающем приводе.*

***Abstract.** The improvement of the operation of electric drive and reducing of power consumption are the major problems in the creation of effective operation of modern electric equipment. The effective solution of this problem is the use of combined winding motor in adjustable energy-saving drive.*

**Введение.** Сегодня на каждую квартиру жилого дома приходится меньше жильцов, чем асинхронных двигателей. Поскольку экономия энергоресурсов раньше не была актуальна и отходила на второй план, при создании оборудования использовали двигатели с повышенной мощностью. Сегодня в два раза дешевле сэкономить единицу энергетических ресурсов, чем ее добыть.

Используя двигатели с совмещенными обмотками (ДСО) можно улучшить механическую характеристику, повысить энергетические показатели, сэкономив от 30 до 50% потребления энергии и создать энергосберегающий регулируемый привод с уникальными характеристиками. Эффективнее всего использовать ДСО в установках с переменной нагрузкой. Поскольку в настоящее время объем мирового производства асинхронных двигателей разной мощности в год достигает семь миллиардов единиц, то эффект от внедрения новых двигателей трудно недооценить.

**Новизна предлагаемого подхода.** Большое распространение стали получать регулируемые асинхронные приводы в связи с появлением надежных и относительно недорогих преобразователей частоты. Преобразователь позволяет уменьшить потребление электроэнергии и улучшить характеристики электродвигателя, приблизив их к характеристикам менее надежных ДПТ. К 2012 году в Европе лишь у 15% регулируемых электроприводов есть ДПТ. Поэтому наиболее эффективно решать проблему энергосбережения главным образом с помощью асинхронного электропривода, в том числе частотно-регулируемого, оснащенного специальными двигателями с меньшей материалоемкостью и себестоимостью.

По сравнению с известными методами улучшения эффективности асинхронного привода, инновацией предложенного нами метода является изменение принципов конструкции стандартных обмоток двигателя, а также выбора лучших соотношений числа пазов статора и ротора. На их основе разработаны конструкции и схемы совмещенных однослойных и двухслойных обмоток для ручной и автоматической укладки.

По сравнению с известным частотно-регулируемым приводом, у привода, выполненного на базе АДСО будет повышенная частота питающего напряжения. Это достигается за счет уменьшения потерь в стали магнитопровода. Себестоимость такого привода будет существенно меньше, чем при использовании обычных двигателей, также значительно снижаются шумность и вибрации.

**Сущность предлагаемой разработки.** Сущность разработки заключается в том, что в зависимости от схемы подключения нагрузки к трехфазной сети (звезда или треугольник) можно получить две системы токов, образующих между векторами индукции магнитных потоков угол в 30 электрических градусов. Таким образом, к трехфазной сети можно подключить двигатель, имеющий шестифазную обмотку. При этом часть обмотки включена в треугольник, а часть в звезду и результирующие вектора индукции полюсов одноименных фаз треугольника и звезды должны образовывать между собой угол в 30 электрических градусов.

Благодаря совмещению двух схем в одной обмотке можно улучшить форму поля в рабочем зазоре двигателя и существенно улучшить основные характеристики двигателя. Поле в рабочем зазоре обычного двигателя можно назвать синусоидальным лишь условно. На самом деле оно ступенчатое. Поэтому в двигателе возникают вибрации, тормозящие моменты и гармоники, которые оказывают негативное воздействие на двигатель и его характеристики. Поэтому обычный асинхронный двигатель обладает допустимыми характеристиками только при номинальной нагрузке. Если нагрузка двигате-

ля, отличается от номинальной, резко снижаются его характеристики, КПД и коэффициент мощности.

Совмещенные обмотки позволяют уменьшить уровень магнитной индукции полей, что приводит к заметному снижению общих потерь в магнитопроводе двигателя, увеличению удельной мощности и перегрузочной способности. Это так же позволяет создать двигатель, работающий на более высокой частоте питающего напряжения при использовании сталей, рассчитанных для работы на стандартной частоте в 50 Гц. Новые двигатели, при более высоких пусковых моментах, обладают меньшей кратностью пусковых токов. Это имеет большое значение для оборудования, работающего с затяжными и частыми пусками, а также для оборудования, подключенного к высоконагруженным и протяжным сетям со значительным падением напряжения. Они генерируют меньше помех в сетях, и меньше искажают форму питающего напряжения, что оказывает значительное влияние на объекты, оснащенные сложной электроникой и вычислительными системами.

Не один другой известный способ не может так эффективно и радикально улучшить механические характеристики существующего парка двигателей. Результаты стендовых испытаний, проведенных Центральной заводской лабораторией ЗАО «УралЭлектро-К» г. Медногорск, подтверждают заявленные данные. Эти данные подтверждают и результаты, полученные при проведении испытаний в НИПТИЭМ г. Владимир.

Среднестатистические данные энергетических показателей КПД и  $\cos\phi$ , полученные при испытании партии АДСО, превышают каталожные данные простых двигателей. В итоге все вышеприведенные показатели обеспечивают модернизированным двигателям характеристики, превосходящие аналоги. Это было подтверждено даже на первых опытных образцах новых двигателей.

**Конкурентные преимущества.** Основные преимущества этих двигателей:

- меньший потребляемый ток 20-25% в зависимости от режима;
- более высокий пусковой момент на 35%;
- меньшие пусковые токи на 35%;
- большой максимальный момент на 20%;
- большой минимальный момент на 35%;
- улучшены виброшумовые характеристики, в среднем уровень звука ниже 5ДБ.

Имеют повышенную надежность – сервис фактор:

- КПД и  $\cos\phi$ , близкий к номинальному в диапазоне нагрузки от 2,5 до 150%;
- более мягкая механическая характеристика;
- большая перегрузочная способность.

**Заключение.** Область применения АДСО охватывает практически все сферы жизнедеятельности человека. На сегодняшний день почти невозможно организовать ни одного технологического процесса без использования электродвигателей. Последствия использования данной разработки в широком масштабе трудно оценить. В социальной сфере они позволят существенно снизить цены тарифов на основные виды услуг. В области экологии они позволяют достичь беспрецедентных результатов. Например, при такой же полезной работе они позволяют снизить в три раза удельную выработку электроэнергии и резко сократить удельный расход углеводородов.

#### Список использованных источников

1. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник / А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболенская. – М.: Энергоиздат, 1982. – 504 с., ил.
2. Проектирование электрических машин: Учеб. пособие для вузов / И.П. Копылов, Ф.А. Горяинов, Б.К. Клоков и др.; под ред. И.П. Копылова. – М.: Энергия, 1980. – 496 с., ил.
3. Справочник по электрическим машинам: в 2 т., Т. 1 / под общ. ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 456 с., ил.

4. Справочник по электрическим машинам: в 2 т., Т. 2 / под общ. ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 688 с., ил.

5. Вольдек, А.И. Электрические машины. Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений. – 3-е изд., перераб. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с., ил.

6. Костенко, М.П. Электрические машины, часть 2. / М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский. – М.-Л.: Энергия, 1965. – 704 с. с рис.

УДК 004.05

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Василик А.П.

Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»

**Abstract.** *The article gives a comparative analysis of computer-aided design systems in learning activities in the preparation of electrical technicians.*

В рамках изучения учебной дисциплины информационные технологии при подготовке техников-электриков, в настоящее время, используются системы автоматизированного проектирования (САПР) Компас-Электрик и Autocad-Electrical.

Система автоматизированного проектирования Компас-Электрик предназначена для автоматизации проектирования и выпуска комплекта документов (схем и отчетов к ним) на электрооборудование объектов производства, в которых для выполнения электрических связей используется проводной монтаж, системы релейной защиты и автоматики и т.д. [1].

Достоинства системы:

- достаточный ряд инструментов, позволяющий автоматизировать работу со схемами различного типа;
- автоматическое формирование текстовых отчетов (перечней, спецификаций);
- возможность создания пользовательских отчетов;
- контроль ввода и редактирования данных;
- автоматическая расстановка маркировки проводов;
- централизованная корректировка электрических связей в изделии;
- возможность создания монтажно-коммутационных схем двумя методами: методом адресов и методом трасс;
- система поддерживает работу с 4-мя типами систем управления базами данных: MS Access, MS SQL, FireBird (InterBase) и Oracle;
- в системе предусмотрены менеджеры и мастера сохранений, значительно облегчающие работу с базой данных.

Недостатки системы:

- база условно-графических обозначений (УГО) недостаточно полная: нет около 30% часто используемых устройств, наблюдается нехватка вариантов исполнений устройств (например, электродвигатель асинхронный, фазный и т.п.);
- невозможно развернуть вставляемое устройство при вставке уже на чертеже. Команда угла поворота, во-первых, поддерживается далеко не всеми УГО в базе, во-вторых не решает проблему разворота – по цифре угла сложно определить, как должно быть повернуто вставляемое устройство;
- нет динамических отчетов по схеме – справочников добавленных устройств, кабелей, штекеров и т.п., что снижает качество работы и эффективность отладки [2].

Autocad-Electrical – это расширенный AutoCAD, который содержит полный набор инструментов, к которым добавлены специализированные инструменты для автомати-