

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НА ТРАНСПОРТЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В 2016–2020 ГОДАХ

С.Н. Поддубко

Объединённый институт машиностроения НАН Беларуси

В области транспорта начало нынешнего века ознаменовалось стремительным развитием конструкций и технологий в области электрических приводов (ЭП) и гибридных (ГСУ) силовых установок как наиболее эффективного средства снижения потребления углеводородного топлива и загрязнения окружающей среды.

Мировой рынок автотранспорта стал стремительно изменяться в сторону увеличения доли электромобилей и автомобилей с ГСУ.

На рис. 1 показан прогноз роста доли электромобилей на рынке США до 2035 г.

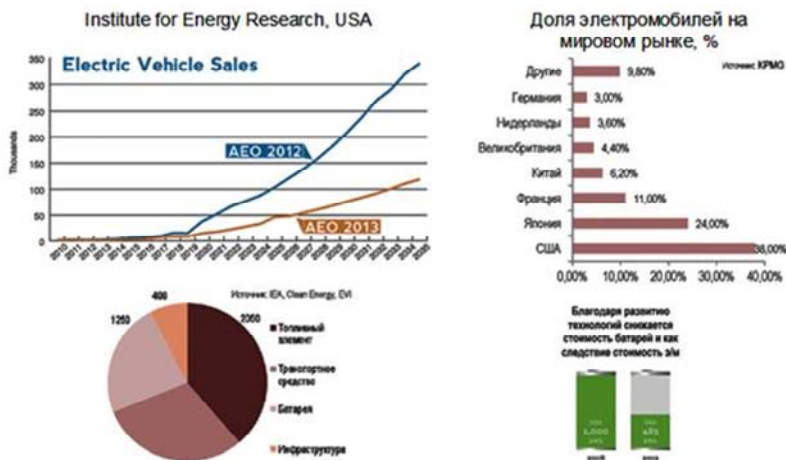


Рис. 1. Мировой рынок автомобилей (начало 2014 года)

На рис. 2 дан прогноз изменения структуры продаж автомобилей с различными типами приводов и силовых установок в США до 2050 г.

Создание новых типов транспортных средств стало возможным бурному развитию новой отрасли компонентов, на основе которых формируются ЭП и ГСУ: это высокоэффективные тяговые электродвигатели переменного тока на постоянных магнитах, компактные и экономичные преобразователи электроэнергии на полупроводниках, накопители электроэнергии в виде комбинаций ионно-литиевых аккумуляторных батарей и суперконденсаторов, и многоуровневые интеллектуальные системы управления.

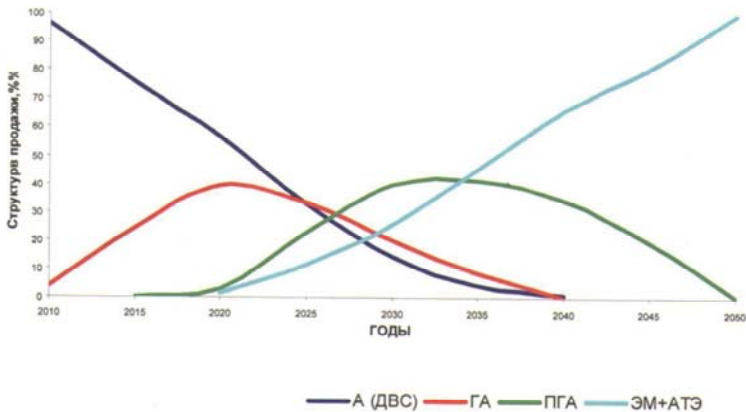


Рис. 2. Прогноз изменения структуры продаж автомобилей с различными типами приводов и силовых установок в США до 2050 г.: А(ДВС) — автомобили с ДВС, ГА — гибридные, ПГА — подзаряжаемые гибридные, ЭМ+ АТЭ — электромобили, в том числе на топливных элементах.

Прогноз развития рынка ЕС в области новых автокомпонентов до 2020 г. показан на рис. 3.



Рис. 3. Прогноз развития рынка ЕС в области новых автокомпонентов до 2020 г.

Согласно прогноза, явно прослеживается тенденция уменьшения доли классических автокомпонентов (на 14 млрд. евро) и уменьшения численности занятых в этих отраслях на 46 тыс. рабочих мест, рост доли автокомпонентов, используемых на автомобилях с ЭП и ГСУ, и соответствен-

но, увеличение числа рабочих мест в отрасли на 250 тыс. с увеличением объема рынка на 75 млрд евро.

Электромобили идеальны с точки зрения экологии. Однако высокая стоимость и проблемы подзарядки электрических батарей пока ограничивают области их применения. В то же время быстрый прогресс потребительских качеств аккумуляторных батарей способствует развитию электромобилей. Большинство автопроизводителей вкладывают огромные инвестиции в развитие электротранспорта и выходят на рынки с вариантами серийного электромобиля. Так уже выпускаются серийно модели фирм «БМВ», «Фольксваген» и другие. Стоимость таких автомобилей порядка 30 тыс. евро, запас хода до подзарядки батарей — до 150 км.

Следует упомянуть о электромобиле премиум-класса американской компании «Тесла», который стал главным событием 2013 года в области электромобилей как самое яркое воплощение их возможностей. Компоновка мотор-генераторов на этом автомобиле приведена на рис. 4.



Рис. 4. Установка мотор-генераторов автомобиля компании "Тесла"

Пробег автомобиля «Тесла» на одной зарядке литий-ионных батарей достиг 350 миль, суммарная мощность двух мотор-генераторов — 416 л.с., разгон до 100 км/ч — 4,3 с., зарядка батарей в домашних условиях длится 6 часов и стоит 7 долл. — в 10 раз дешевле бензина.

Однако на сегодня ввиду недостаточно развитой инфраструктуры обслуживания, малого пробега до подзарядки и пока еще достаточно высокой стоимости электромобилей, на ведущие позиции в развитии мирового автомобилестроения вышли автомобили с ГСУ, главной особенностью которых является наличие двух источников механической энергии: двига-

теля внутреннего сгорания (ДВС) и электрического привода с накопителем электроэнергии (аккумуляторные батареи и суперконденсаторы).

Практика эксплуатации гибридных автомобилей подтвердила, что ГСУ позволяют экономить до 20–30 % топлива и соответственно уменьшить количество вредных выбросов.

Высокую эффективность автомобилей с ГСУ обеспечивают следующие факторы: снижение требуемой мощности ДВС до 50 % с возможностью использования наиболее экономичного режима его работы, в том числе режим «старт-стоп», и реализация эффекта рекуперации энергии торможения. Очевидно, что наибольший эффект ГСУ дают на автомобилях, работающих с переменным циклом движения каким является городской цикл движения.

По этой причине наибольшего развития ГСУ получили на городском транспорте: легковых автомобилях и автобусах.

В последнее время ГСУ получили новое развитие: появились автомобили с накопителями электроэнергии, подзаряжаемыми от стационарных источников электроэнергии и с подзарядкой от компактных ДВС-генераторных установок на борту автомобиля. В качестве примера можно привести установку “Range Extender AVL” (Австрия), массой 65 кг, мощностью 18 кВт (рис. 5).



Рис. 5. Установка “Range Extender AVL” Австрия

Легковые автомобили с ГСУ. В конце 1997 г. японская компания Тойота первой в мире начала массовое производство гибридных легковых автомобилей модели «Тойота Приус», выпуск которых к концу 2014 г. достиг 8 000 000. На сегодняшний день практически все ведущие автомобильные компании выпускают автомобили, именуемые «гибридами».

За прошедшие полтора десятилетия именно на легковых автомобилях отработаны теория и техника, получен колоссальный практический опыт производства и эксплуатации ГСУ, что является фундаментальной научно-технической базой для их распространения на другие типы автомобилей: на повестке дня городской транспорт и тяжелая мобильная техника.

Автобусы с ГСУ. Основным объектом применения ГСУ на тяжелых машинах долгое время считался рейсовый автобус, эксплуатируемый в режимах движения современного города, для которых характерны невысокие скорости, большое число остановок и троганий, на которых хорошо проявляется эффект регенеративного торможения, а доля накопленной энергии за счет торможения становится существенной.

Компания «Дженерал Моторс» (Аллисон) в 1989 г. приступила к разработке, а в 2003 г. начала производство ГСУ для городских автобусов и к настоящему времени выпустила их более 5000 штук.

На сегодняшний день крупнейшими рынками сбыта автобусов с ГСУ являются США и Канада. Основные поставщики - компании «Дженерал Моторс» (Аллисон), Итон, ИСЕ (ISE), БАЕ (США), Сименс, Мерседес, Фойт, Цанрадфабрик (Германия), Вольво (Канада).

По данным СМИ, названные выше компании выпустили к 2011 г. около 10 000 различных типов автобусов с ГСУ, а с 2012 г. начало быстро расти число заказов от транспортных компаний крупных городов, в том числе и в Европе.

Средние и тяжёлые грузовые автомобили с ГСУ. Как показала практика, применение ГСУ на грузовых автомобилях с точки зрения экономии топлива и снижения вредных выбросов не менее эффективно, чем на легковых. В 2013 г. компания «Аллисон» *первой в мире* объявила о создании ГСУ для средних и тяжелых грузовых автомобилей различного назначения. По приведенной информации, новая ГСУ дает экономию топлива до 25 % в зависимости от условий эксплуатации и особенностей ездового цикла. В это же время немецкая компания «Цанрадфабрик» разработала новое семейство трансмиссий TraXon для средних и тяжелых грузовых автомобилей, которое включает и гибридную модификацию.

Ожидаемая экономия топлива от использования ГСУ компании «Дженерал Моторс» на грузовом автомобиле составляет 25 % по сравнению с дизельными версиями и до 40 % по сравнению с бензиновыми.

Сегодня можно констатировать, что, опираясь на опыт массового производства и эксплуатации гибридных легковых автомобилей, США уже вступили в фазу активного применения ГСУ на средних и тяжелых грузовых автомобилях. Вариант грузового автомобиля с ГСУ приведен на рис. 6.

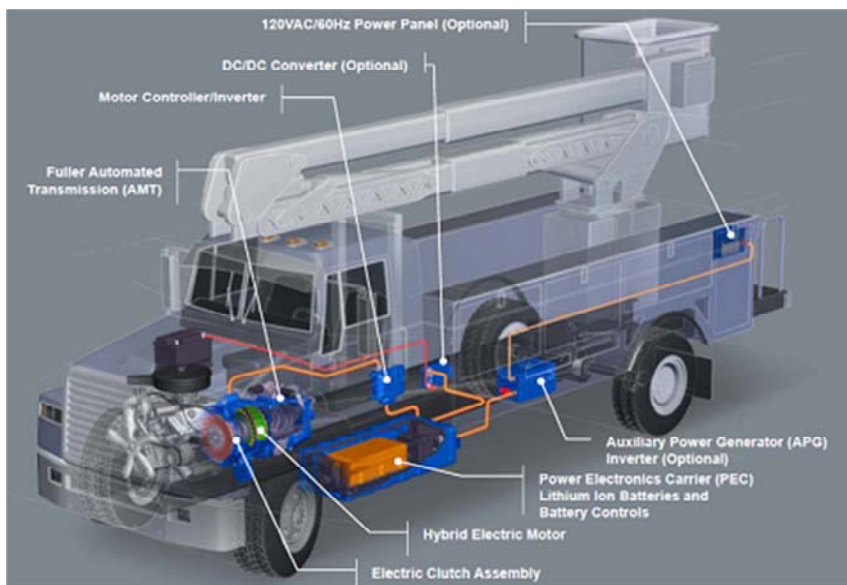


Рис. 6. Тяжёлый грузовой автомобиль с гибридной силовой установкой компании ИТОН (США)

Применение ГСУ на объектах военной техники. Особый интерес к применению ГСУ на грузовых автомобилях проявляет руководство армий ведущих стран мира, поскольку 3 /4 главных потребителей жидкого топлива на театрах военных действий составляют грузовые автомобили. По тем же данным, топливо занимает до 70 % объема прифронтовых грузовых перевозок, а стоимость одного галлона, доставленного в этот район, возрастает почти на два порядка и достигает 400 долл.

Это объясняет высокую эффективность применения ГСУ на армейских автомобилях и спецтехнике в части сокращения расходов на топливо, повышения мобильности, скрытности и боеготовности армии.

На рис. 7 показана компоновка боевой машины Великобритании с ГСУ.

О перспективах развития и применения электрических приводов и гибридных силовых установок в Беларуси. Тяговый электропривод хорошо известен в Республике Беларусь. Он широко применяется на автомобилях БелАЗ, троллейбусах и трамваях Белкоммунмаш.

В настоящее время в Республике Беларусь прикладные исследования и разработки ЭП и ГСУ находятся в стадии поиска: рассматриваются принципы и схемы построения тяговых электроприводов, создаются опытные образцы отдельных компонентов, прорабатываются конструктивные реше-

ния по оформлению системы привода в целом, и уже все белорусские предприятия пришли к необходимости применения тяговых электроприводов.



Рис. 7. Компоновка боевой машины с ГСУ (Великобритания)

Минский тракторный завод создал экспериментальные образцы колесных тракторов с электроприводом, которые были награждены медалью на международной выставке в Ганновере в 2009г., ведутся работы по созданию гусеничного трактора с ГСУ (рис. 8).

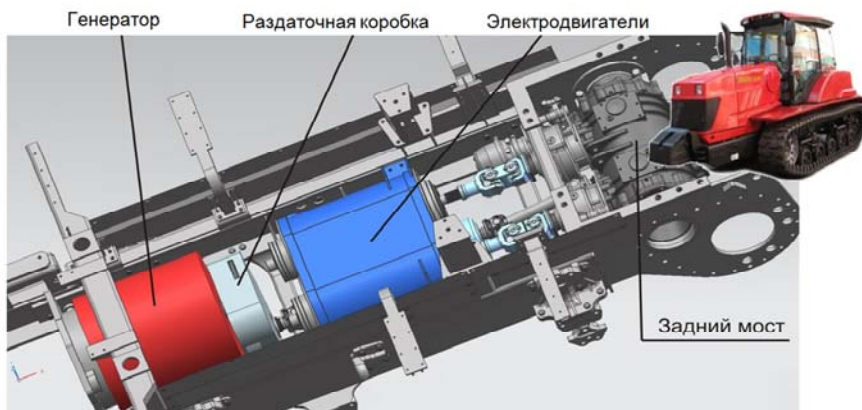


Рис. 8. Электропривод гусеничного трактора МТЗ

ОАО «Белкоммунмаш» и ОАО «Этон» работают над созданием троллейбусов с ГСУ, обеспечивающими автономное движение на участках без контактной сети (рис. 9).

ОАО «МАЗ» работает над проектами гибридного автобуса и электробуса (рис. 10)

Специалистами «ОИМ НАН Беларуси» разработаны системы управления верхнего уровня гусеничного трактора «Беларусь» с электроприводом,

проведены исследования по разработке ГСУ на базе электротрансмиссии карьерного самосвала грузоподъемностью 130 тонн.



Рис. 9. Прототип гибридного автобуса ОАО «Белкоммунмаш»



Рис. 10. Гибридная силовая установка городского автобуса

В Республике начала развиваться индустрия производства компонентов для ЭП и ГСУ, появились предприятия с негосударственной формой собственности, освоившие производство современных электрических машин и их систем управления (ОАО «Рухсервомотор», ОДО «Стрим», ОАО «Этон» и другие), поставляющие свою продукцию на предприятия отрасли.

Таким образом, наша промышленность вплотную подошла к созданию собственных гибридных автомобилей и тракторов в русле самых передовых тенденций мирового технического прогресса.

Имеющийся потенциал в области создания ЭП и ГСУ в Республике Беларусь приведен на рис. 11.

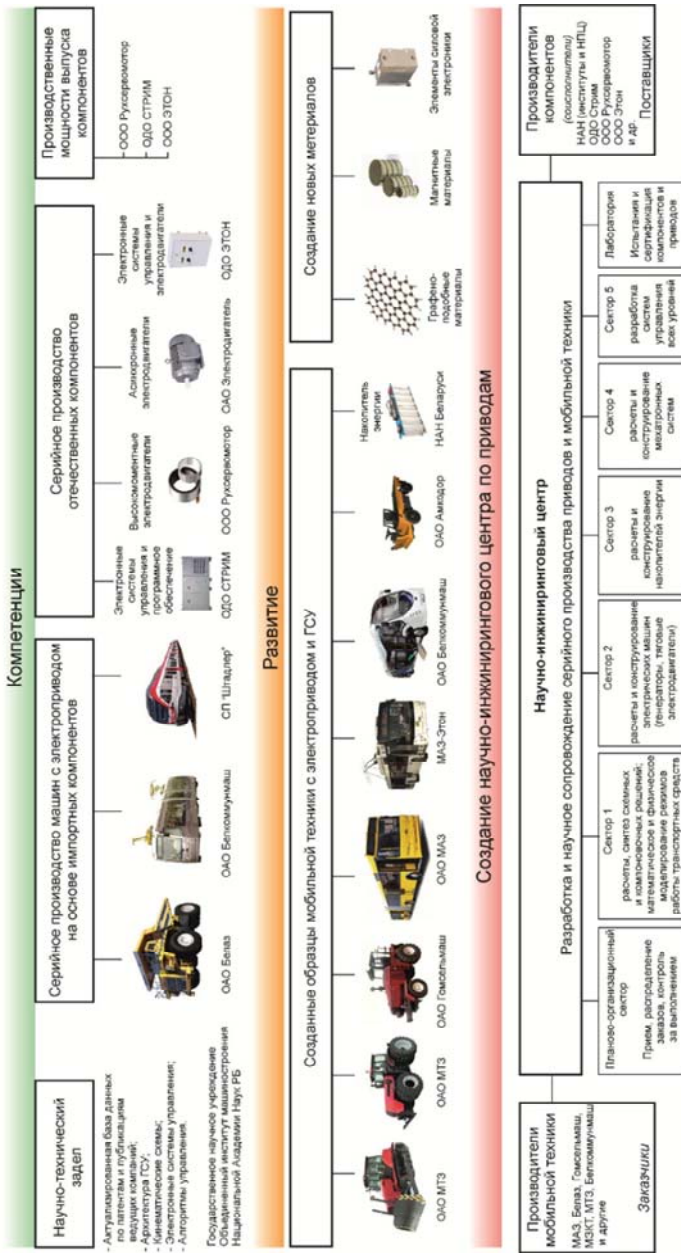


Рис. 11. Пути перехода к серийному производству мобильной техники на основе гибридных и электрических приводов в Республике Беларусь

Инициативы и проекты ОИМ в области создания ЭП и ГСУ для транспорта. В соответствии с поручением Совета Министров от 20.05.2013 № 07/540"200 нашим Институтом разработана «Программа координации работ в области в гибридных технологий». Она содержит комплекс мер, направленных на координацию работ по созданию и развитию научной, технической и технологической базы в области гибридной техники и технологий в Республике Беларусь, на объединение усилий организаций и предприятий разной формы собственности в интересах ускоренного формирования индустрии новых наукоемких импортозамещающих компонентов.

Сделаны первые шаги по реализации Программы:

- утверждена головная организация по проблемам гибридных технологий в Республике Беларусь в лице ГНУ «ОИМ НАН Беларуси»;

- определен состав участников Программы, обладающий научно-технологическими и производственными заделами по данной тематике;

- заключены «Соглашения о сотрудничестве» между Головной организацией и участниками Программы о взаимодействии в проработке и реализации проектов по применению электромеханических и гибридных приводов и их компонентов отечественного производства;

- сформирован и утвержден совместным решением Минпрома и Президиума НАН Беларуси состав научного технического совета (НТС) Программы;

- определены темы первоочередных проектов (работы по ГСУ МАЗ и ЭП БелАЗ);

- оформлено задание в ГНТП «Машиностроение» по теме «Разработать семейство накопителей и освоить их производство». Ответственный исполнитель – ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» и «ОИМ НАН Беларуси».

В настоящее время ОИМ НАН Беларуси совместно с Министерством промышленности разрабатывает комплексную «Программу развития технологий проектирования и создания мобильных машин с электрическими и гибридными силовыми установками в Республике Беларусь на 2016–2020 годы», которая позволит реализовать имеющийся в Республике научно-технический, технологический и производственный потенциал с целью создания современных конкурентоспособных, экспорто ориентированных производств в области авто- тракторо- сельхозмашиностроения.

С этой целью на базе ОИМ НАН Беларуси создается научно-технический центр, призванный объединить специалистов Республики необходимых компетенций для решения самых сложных научно-инженерных задач в деле создания современных трансмиссий и приводов. Структура НТЦ приведена на рис. 11.