



Данная брошюра предназначена для рекламно-информационных целей. Вся содержащаяся в ней информация действительна на момент опубликования. Ввиду постоянных изменений и улучшений продуктов концерна Русэлпром компания оставляет за собой право изменять технические параметры продукции.

Воспроизведение брошюры или ее части без письменного разрешения концерна Русэлпром запрещено.

Дата печати: май 2014 г.

Гибридный привод и электромеханическая трансмиссия для транспортных средств

ООО «РУСЭЛПРОМ-Электропривод»

119415, Россия, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 37, к. 1

Тел.: +7 (495) 788-28-27

E-mail: florentsev@ruselprom.ru

www.hybrid-drive.ru



МЕНЯЕМ ДВИЖЕНИЕ





Рост цен на энергоносители и забота об окружающей среде – одни из главных вызовов современности, отвечая на которые, абсолютное большинство мировых производителей транспортных средств уже более 20 лет ведут разработки гибридного привода и привода, основанного исключительно на электрической тяге.

Разработки концерна

Каждый год автоконцерны анонсируют новые конструкции транспортных средств, построенных на концепции энергосбережения, стремясь решить следующие задачи:

Экономия ресурсов

Транспортные средства должны требовать меньше ресурсов в производстве и обслуживании, быть как можно дешевле в течение всего жизненного цикла – от разработки до утилизации. И, конечно, расходовать как можно меньше энергии – будь то жидкое топливо или электричество.

Экология и здоровье

Загрязнение воздуха, особенно в мегаполисах, в первую очередь отражается на человеческом организме. Поэтому экологический ущерб

от транспорта должен быть сведен к минимуму на всех стадиях жизни машины, особенно там, где человек сталкивается с ней непосредственно – в эксплуатации.

Экономика и экологичность транспортных средств определяются их эффективностью – КПД.

Безопасность

Меры безопасности можно условно разделить на непосредственные и превентивные.

К непосредственным относят меры, направленные на защиту от прямого столкновения и его последствий, но более важными нам представляются меры, повышающие управляемость транспортного средства, – к примеру, предотвращающие заносы и пробуксовки или сглаживающие ошибки водителя.



С 2000 года концерн Русэлпром занимается разработкой электротрансмиссии транспортных средств. Среди проектов концерна – электротрансмиссия для самосвалов БелАЗ, колесного и гусеничного тракторов, гибридный привод городского автобуса, мусоровоза, маневрового тепловоза, многоосных автомобилей повышенной грузоподъемности и проходимости.



Мы внимательно следим за разработками мировых автогигантов и производителей силовой электроники. Анализ множества альтернативных вариантов привода нового поколения показал: реальной возможностью

создать конкурентоспособное транспортное средство является использование комбинированной энергоустановки. Такая установка, состоящая из двигателя внутреннего сгорания, генератора, тягового электропривода и накопителя энергии, удачно совмещает положительные свойства отдельных узлов. Определен приоритет – комбинированная установка с тепловым двигателем, а в перспективе – энергоустановка на основе топливных элементов.

Сегодня Русэлпром – единственный в России разработчик и изготовитель электропривода транспортных средств, способный конкурировать с мировыми лидерами в этой области.

На «Международном автотранспортном форуме 2008» автобус ЛИАЗ 5292 с гибридным приводом концерна Русэлпром был признан лучшим отечественным городским автобусом года.

Автобус ЛИАЗ 5292 предназначен для работы в городах-мегаполисах. Автобус комплектуется дизельным двигателем Cummins экологического стандарта Евро-4 максимальной мощностью 136 кВт, асинхронным мотор-генератором такой же мощности, буферным накопителем и асинхронным тяговым приводом с максимальной мощностью 250 кВт.

Гибридные транспортные средства (или транспортные средства с комбинированной энергоустановкой) занимают промежуточное положение между автомобилем (с двигателем внутреннего сгорания) и электромобилем (с электродвигателем, питаемым от бортового источника электроэнергии).

Гибрид состоит из двух и более источников энергии: двигатель внутреннего сгорания (ДВС), генератор, аккумулятор, буферный накопитель, батарея топливных элементов и т. д.

Современная трансмиссия

Разновидности гибридных схем трансмиссии

Существует несколько разновидностей схем трансмиссии, включающих электропривод.

В самом простом варианте электропривод может использоваться в качестве мотор-генератора (МГ), установленного непосредственно на коленчатом валу ДВС и позволяющего запускать и останавливать ДВС (при начале движения и остановке транспортного средства).

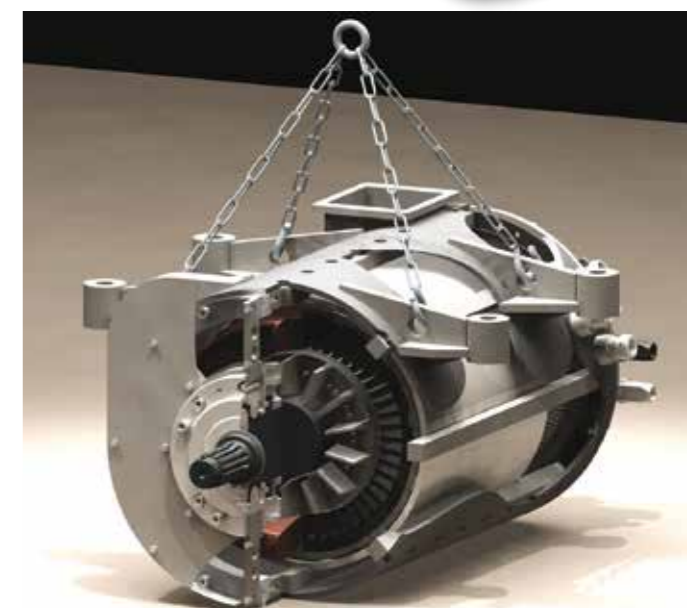
Улучшенные показатели и большую эффективность дает схема с дополнительным тяговым электродвигателем с инвертором, редуктором и механической муфтой сцепления. Такой привод позволяет реализовать передачу тягового усилия на ведущие колеса совместно от электродвигателя и ДВС. Такая схема называется классической параллельной кинематической схемой.

Применяются и смешанные кинематические схемы, в которых ДВС и МГ работают на двухвходовую планетарную передачу (система СПЛИТ).

Гибридный привод Русэлпром исключает коробку передач, сцепление, карданный вал.

Следующим уровнем развития указанных кинематических схем является последовательная схема, в которой кинематические связи между ДВС и ведущими колесами принципиально исключаются. Последовательная схема открывает простор для новых конструкторских решений. В последовательной схеме существует возможность исключения коробки передач, сцепления, карданного вала, что существенно снижает общую массу силового оборудования; появляется возможность исключения «последней» механической передачи — дифференциала, который, в принципе, значительно затрудняет построение качественной системы управления движением, ухудшает управляемость и проходимость транспортного средства.

В 2009 году трактор с нашей электромеханической трансмиссией получил серебряную награду в Германии на выставке Agritechnica 2009 в Ганновере.



Рациональное соотношение мощностей основных источников тягового усилия от ДВС и тягового электродвигателя, а также энергоемкости и мощности накопителя зависит от того, в каких режимах движения будет эксплуатироваться транспортное средство.

Наибольший эффект от гибридного привода достигается при использовании транспортного средства в городском цикле движения: по имеющимся экспериментальным данным, потребление топлива техникой с гибридным приводом в городском цикле снижается на 25–30%, а в отдельных случаях – на 50%.

С другой стороны, в больших городах существует вполне ощутимая проблема, связанная с высоким уровнем загазованности. Львиная доля CO₂ образуется выхлопами большого количества частных автомобилей, однако и городские автобусы вносят свой «вклад» в экологию города. К примеру, автобусный парк Москвы, насчитывающий около 5500 автобусов, за 1 год сжигает 1,5 млн тонн топлива. При этом доля выбросов от общественного автотранспорта растет по мере увеличения плотности населения городов.

По оценкам специалистов дивизиона «Автобусы» группы «ГАЗ», увеличение стоимости автобуса на стоимость КТЭО только за счет экономии топлива в 25% окупится через 80 000–100 000 км пробега. И это не считая уменьшения стоимости за счет установки дизеля меньшей мощности и удаления коробки передач. А если учесть снижение эксплуатационных затрат на обслуживание, ремонт и расходные материалы, повышение ресурса работы дизеля, а также снижение уровня выбросов почти в 10 раз, то городской автобус с гибридной силовой установкой не зря считают, пожалуй, единственным экономически и технически оправданным путем получения экономии топлива и экологической чистоты на городском автомобильном транспорте.

Городской автобус с КТЭО Русэлпром удовлетворяет как современным, так и перспективным требованиям:

- По экологичности работы транспортных средств – не ниже Евро-4 по Правилам ЕЭК ООН № 49 (04)
- По экономичности – имеет транспортную норму расхода топлива не более 33 л/100 км при движении в городском цикле

Кроме привода городских автобусов, гибридные компоненты Русэлпрома подходят для любого другого транспорта, работающего в режиме частых пусков и торможения. В городе это мусоровозы, снегоуборочная, поливальная, мусороуборочная и другая обслуживающая дороги техника.

- По управляемости и комфортности – превышает базовый автобус по плавности разгона и торможения, характеристикам управляемости, шумности работы
- По показателям надежности – имеет среднюю наработку на отказ не менее 100 000 часов, вероятность безотказной работы КТЭО за время наработки 1 000 часов не менее 0,995 при экспоненциальном законе распределения отказов по времени

Основные технические характеристики гибридного автобуса, на базе которого в 2008 году реализован гибридный электропривод Русэлпром:

- Масса – 18,2 т
- Вместимость – 100 чел.
- Радиус качения ведущих колес – 466 мм
- Максимальная мощность ДВС – 136 кВт (с кондиционером – до 160 кВт)
- Максимальная частота вращения ДВС – 2300 об/мин
- Максимальная скорость – 70 км/ч
- Максимальный уклон – 12%

Преимущества гибридного привода Русэлпром

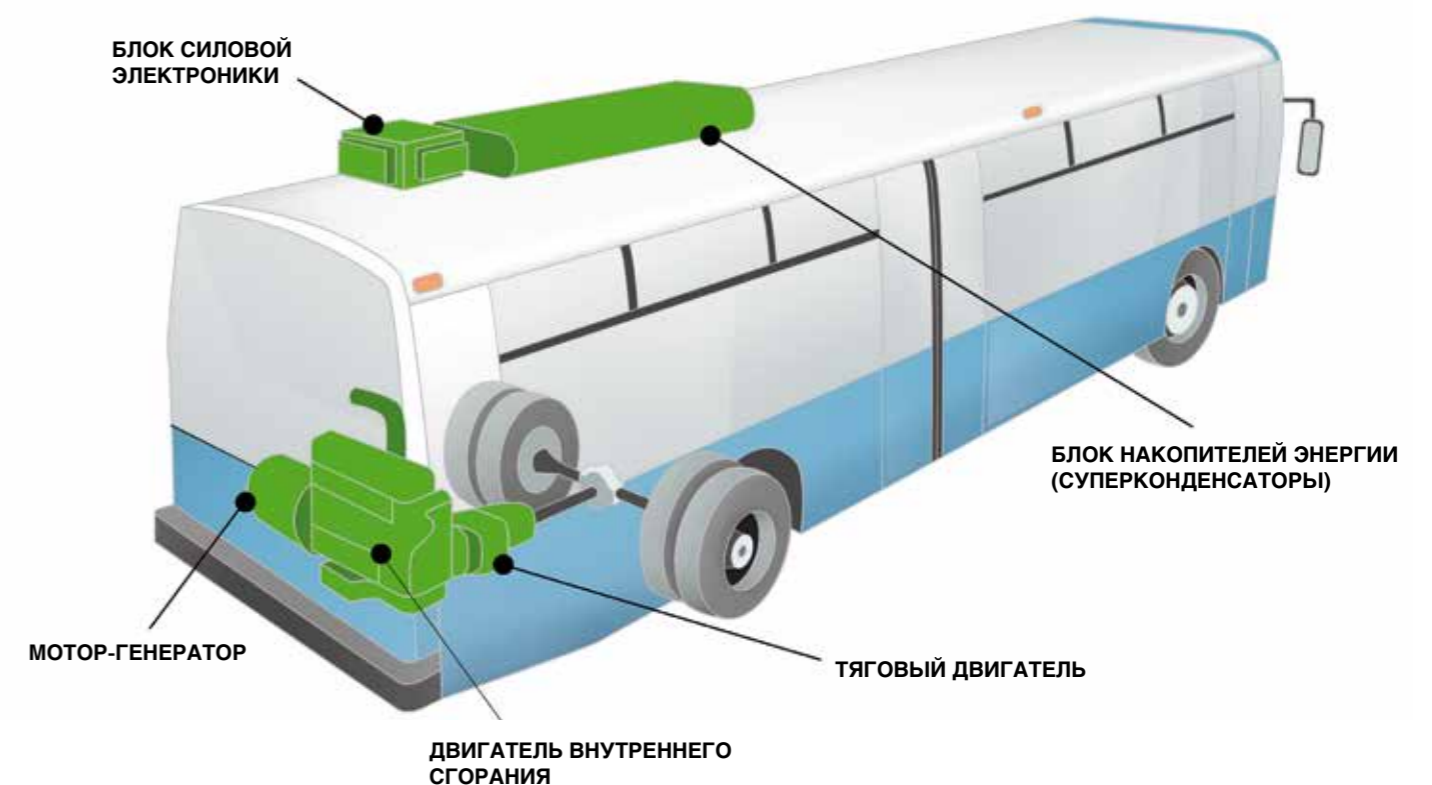
- Снижение уровня выбросов при езде в городском цикле в 10 раз
- Экономия топлива на 25–30%, дизельный двигатель работает в квазистационарном режиме, оптимальном по экономии топлива и выбросам вредных веществ. Применение дизеля меньшей мощности в гибридном автобусе по сравнению с серийным, возможность рекуперации энергии при торможении, движении накатом или сбросе скорости позволили сэкономить до 30% топлива
- Возможность пуска ДВС, генерации и рекуперации электроэнергии

- Снижение мощности ДВС на 10–15% при сохранении момента на колесах
- Работа ДВС в оптимальных (по топливной эффективности и выбросам) режимах
- Повышение комфортабельности автобуса (снижение шума за счет исключения механической связи между ДВС и колесами (половина элементов механической трансмиссии), снижение вибрации)
- Повышение надежности и ресурса работы автобуса

Экономический эффект

В 2010 году автобусный парк Москвы насчитывал 5 485 автобусов. За год автобусы города сжигают топлива на 30 млн рублей. Таким образом, при европейском подходе к модернизации городского транспорта экономия в Москве только за счет топлива составит минимум 9 млн рублей в год.

В масштабах страны экономия составит более 120 млн рублей в год.



Характеристики гибридного привода Русэлпром

Функциональная схема взаимодействия составных частей комплекта гибридного тягового электрооборудования, выполненного по последовательной схеме:



Комплект гибридного тягового электрооборудования выполнен по последовательной схеме и включает:

1. Асинхронный мотор-генератор (МГ)
2. Тяговые асинхронные двигатели (ТАД)
3. Силовые преобразователи с микропроцессорной системой управления (СП)
4. Буферный накопитель (БН)
5. Контроллер верхнего уровня для управления потоками мощности и тягой с органами управления и отображения информации в кабине водителя
6. Систему питания собственных нужд

Мотор-генератор и тяговый электродвигатель

В качестве МГ и ТАД разработаны, изготовлены и испытаны асинхронные машины. Предпочтение отдано асинхронным низковольтным трехфазным двигателям, так как они просты по конструкции и обладают уникальными эксплуатационными качествами:

- имеют большой срок службы
- просты в обслуживании и ремонте
- не имеют подвижных электрических контактов, что определяет высокую надежность двигателя

Силовые преобразователи

В качестве силовых преобразователей – СП МГ и СП ТАД – использованы интеллектуальные интегральные модули трехфазного мостового преобразователя SKAI фирмы Semikron.

В состав силового интеллектуального модуля входят силовые ключи на IGBT-транзисторах с антипараллельными FRD-диодами, схемы защиты

силовых ключей и формирователи импульсов управления (интеллектуальные драйверы), конденсатор шины постоянного тока, датчики тока, напряжения и температуры.

Модуль имеет чрезвычайно малую внутреннюю паразитную индуктивность, что позволяет строить на нем преобразователь с повышенным напряжением звена постоянного тока (до 900 В при IGBT на 1200 В). Уникальная конструкция модуля SKAI, специально разработанного для применения в системе тягового привода на автотранспорте, имеет лучшее соотношение цена/качество. Модуль SKAI позволяет строить преобразователь с возможностью изменения направления передачи мощности – возбуждение асинхронного генератора, управление генератором в режиме двигателя при пуске дизеля и при торможении автобуса, управление тягой асинхронного двигателя и его генераторным режимом при торможении автобуса.

Блок накопителя используется для сохранения энергии торможения автобуса и последующего

Силовые ключи и технология прижимного контакта фирмы Semikron и других ведущих мировых производителей имеют самые высокие характеристики в своем классе и лучшие показатели надежности и устойчивости к энерготермоциклам, что особенно важно для транспортных применений.

Компоненты привода

ее использования при разгоне автобуса. Благодаря применению накопителю обеспечивается значительная экономия топлива. Накопитель покрывает пиковые нагрузки тягового электродвигателя, что позволяет применять на автобусе дизель меньшей мощности.

В комплектах тягово-энергетического оборудования от Русэлпром используются накопители энергии на основе суперконденсаторов производства ведущих мировых компаний: Maxwell Inc., 4ESYS, LS Mtron, NESSCAP и др. На данный момент ООО «Русэлпром-Электропривод» завершает разработку накопителя собственной конструкции с улучшенными техническими характеристиками.



Система управления

В качестве шины управления выбрана шина CAN, обеспечивающая создание простой интегрированной системы управления «КТЭО – органы управления автобуса» с возможностью организации интерфейса для внешних устройств (ноутбук, модуль GPS/ГЛОНАСС).

Все микроконтроллеры силовых преобразователей, а также контроллер дизеля связаны с контроллером верхнего уровня шиной CAN и обеспечивают:

- связь с органами управления и индикации в кабине водителя
- связь с другими системами автобуса – тормозными системами (ABS, EBS), пневматической подвеской (ECAS), блоком вентилятора ДВС, усилителем руля и т. п.
- управление потоками мощности для обеспечения оптимальных по топливной эффективности и уровню выбросов показателей автобуса в городских циклах движения



Применение электронной системы управления тяговым приводом позволило реализовать функции управления и сервиса, недоступные на обычном транспортном средстве.



В настоящий момент наметилась устойчивая тенденция замены широко распространенных механических, гидродинамических, гидростатических приводов на приводы нового поколения – приводы с электромеханической трансмиссией. В первую очередь замена коснулась наиболее энергоемких транспортных средств: бульдозеров, тракторов, сельскохозяйственной техники, гусеничных машин гражданского и военного назначения.

Благодаря быстрому развитию электрических машин, силовой и управляющей электроники применение электротрансмиссий становится все более выгодным с экономической и технической точек зрения.

Электромеханическая трансмиссия переменного тока, разработанная концерном Русэлпром для сельскохозяйственных и промышленных тракторов, самосвалов, погрузчиков и универсальных энергонасыщенных средств (УЭС), обладает целым рядом преимуществ по сравнению с приводами предыдущих поколений.

Инновационные составляющие транспортного средства, оборудованного электромеханической трансмиссией:

1. Низкая стоимость при очевидных преимуществах.

Использование последовательной схемы позволило реализовать простую систему тяги, исключить сложную и дорогостоящую коробку передач, снизить стоимость тягово-энергетического оборудования.

2. Экономия топлива.

Исключение кинематической связи дизельного двигателя с ведущими колесами позволило, при заданной мощности дизеля, реализовать момент и частоту вращения дизельного двигателя в режиме максимальной топливной эффективности безотносительно к текущему

значению скорости движения транспортного средства. Это позволяет снизить потребление топлива на 10–40%.

3. Высокий КПД системы.

В приводах мотора-генератора и тягового двигателя применена векторная система управления, работающая в широком диапазоне изменения моментов и частот вращения, что позволило обеспечить высокий КПД приводов как при больших, так и при малых значениях мощности.

4. Высокий уровень управляемости.

Использование перспективных, недорогих, экономичных и надежных асинхронных электродвигателей наряду с эффективными интегральными IGBT-силовыми преобразователями, микропроцессорными управляющими контроллерами и векторной системой управления позволило реализовать качественное управление тягового оборудования с высокими динамическими характеристиками.



Электромеханическая трансмиссия

Система управления мотором-генератором и тяговым двигателем позволяет реализовать максимальное значение свободной мощности на тягу, а при недостаточной мощности дизеля (например, вследствие снижения по тем или иным причинам характеристик дизеля или при отдаче существенной доли мощности на рабочие органы) реализовать предельный момент тягового двигателя. Это свойство достигается автоматически, без измерения текущих мощностных характеристик.

5. Высокая функциональность системы.

Новая система обладает функциями электроторможения с передачей энергии в дизель, удержания транспортного средства на подъеме и спуске, фиксированного перемещения,

стабилизации скорости движения. Существенно повысилась эргономика органов управления.

Электропривод переднего вала отбора мощности, обладающий плавным управлением, позволяет существенно расширить функциональные возможности агрегата.

Использование автономной станции электроснабжения позволяет использовать трактор, комбайн и т. п. в качестве мобильной электростанции, вырабатывающей стабилизированное трехфазное напряжение (380 В, 50 Гц) в условиях полевого стана, фермы или в полевых условиях для потребителей общего назначения: технологического и промышленного оборудования, телекоммуникационных, охранных и противопожарных систем и др.



Электромеханическая трансмиссия

Применение новой трансмиссии обеспечивает:

- Широкий диапазон бесступенчатого регулирования скорости движения
- Повышение производительности агрегатов путем оптимизации технологических и действительных скоростей
- Снижение удельного расхода топлива за счет работы дизеля в экономичном режиме
- Повышение ресурса дизеля из-за отсутствия жесткой связи с ходовой системой – динамические нагрузки от колес не передаются к двигателю; снижение динамических нагрузок при изменении скорости агрегата
- Исключение влияния неравномерности крутящего момента дизеля на ходовую систему транспортного средства и, как следствие, снижение вибрации
- Снижение уровня вредных выбросов дизеля за счет работы в ограниченном частотном диапазоне с минимальным расходом топлива
- Повышение тягового КПД за счет меньшего буксования ведущих колес при отсутствии переменных нагрузок со стороны дизеля
- Более высокую надежность и долговечность электрических машин в сравнении с механическими передачами
- Возможность использования электроприводов агрегатов сельхозмашин с активным приводом вместо механических или гидравлических механизмов

- Уменьшение физических нагрузок водителя (оператора) при управлении агрегатом
- Исключение стартера для запуска дизеля и генератора для питания бортовой сети
- Обеспечение электропитания внешних потребителей, применение системы в качестве передвижной электростанции
- Более свободную компоновку узлов транспортного средства

Комплект тягового электрооборудования, установленный на трактор, бульдозер и на другие транспортные средства, включает:

- Асинхронный мотор-генератор (МГ) с силовым преобразователем и микропроцессорной системой управления
- Тяговый асинхронный двигатель (ТАД) центрального привода с силовым преобразователем и микропроцессорной системой управления
- Преобразователь постоянно-постоянного тока для питания вспомогательного оборудования
- Силовые преобразователи для МГ, ТАД, преобразователь постоянно-постоянного тока встроены в блок силовой электроники (БСЭ)
- Контроллер верхнего уровня (КВУ) с управлением и панелью индикаторов в кабине водителя.



Опции комплекта тягового электрооборудования, устанавливаемые на транспортное средство:

- Регулируемый электропривод вентилятора системы охлаждения, обеспечивающий регулировку охлаждения дизельного двигателя и реверсное движение для очищения радиатора
- Регулируемый электропривод вала отбора мощности, обеспечивающий плавный старт вала и стабилизацию числа оборотов с возможностью установки привода либо на трактор, либо на фронтальное приспособление
- Автономная станция электроснабжения трехфазным током (220/380 В, 50 Гц)

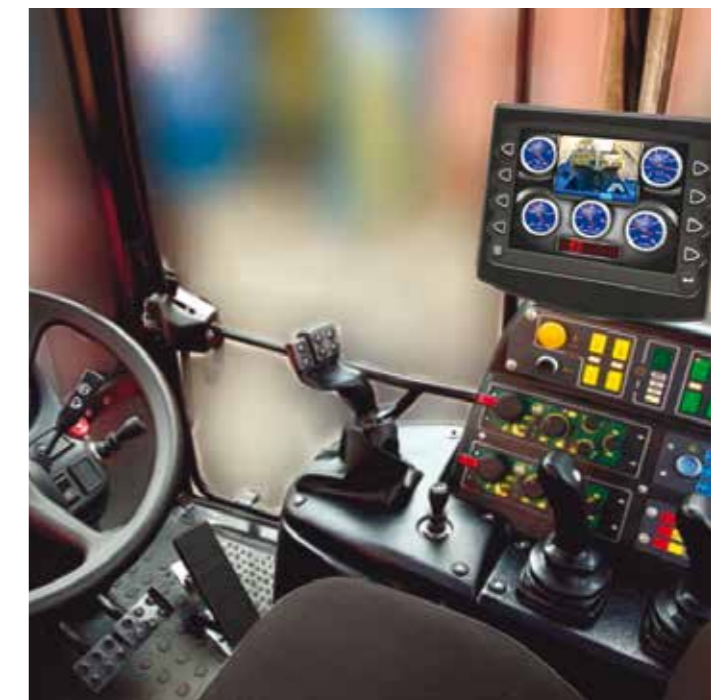
Преимущества электротрансмиссии:

- Эффективная, простая и надежная бесступенчатая коробка передач
- Всего два режима, выбираемых вручную (рабочий и транспортный)
- Автоматическое переключение фрикционной муфтой, обеспечивающей эффективный разгон на транспорте
- Возможность работы с высоким КПД во всем диапазоне скоростей движения
- Эффективное управление режимами работы дизеля в зависимости от потребляемой мощности
- Наличие режимов электроторможения с передачей энергии в дизель
- Система удержания агрегата на подъеме и спуске
- Возможность точного перемещения на заданное малое расстояние
- Эффективное водяное охлаждение электроприводов и блоков силовой электроники

Преимущества с точки зрения комфорта и удобства управления движением:

- Простота и удобство органов управления и отображения информации

- Наличие нескольких режимов управления:
 - задание скорости движения от педали
 - задание скорости движения от джойстика с возможностью грубой и точной настройки
 - удержание транспортного средства на месте
- Точное поддержание скорости благодаря наличию GPS/ГЛОНАСС
- Возможность автоматического и принудительного управления оборотами дизеля при работе с ВОМ
- Легкость изменения направления движения





Принципиальная электротрансмиссия колесных тракторов мощностью 50–500 л. с.

В настоящее время на тракторах этой серии применяются два типа трансмиссий: механическая ступенчатая с переключением передач при помощи синхронизаторов и механическая ступенчатая с переключением передач под нагрузкой в движении.

В электромеханической трансмиссии вместо сцепления и коробки передач установлены генератор и тяговый (тяговые) электродвигатель. Такая компоновка позволяет устанавливать различные типы коробок передач, сохраняя ведущие мосты и не нарушая компоновки трактора.



В предлагаемой схеме Русэлпром электромеханической трансмиссии электродвигатели расположены непосредственно в ведущих мостах: заднем и переднем. Между электродвигателями и колесами установлены планетарные согласующие редукторы. При этом передний мост работает только на рабочих скоростях до 20 км/час и имеет одну ступень согласующего редуктора, а задний основной мост имеет двухступенчатый переключаемый согласующий редуктор. Характерной особенностью конструкции согласующих редукторов заднего моста является то, что тормозные механизмы управления согласующими планетарными передачами одновременно выполняют функцию остановочных тормозов.



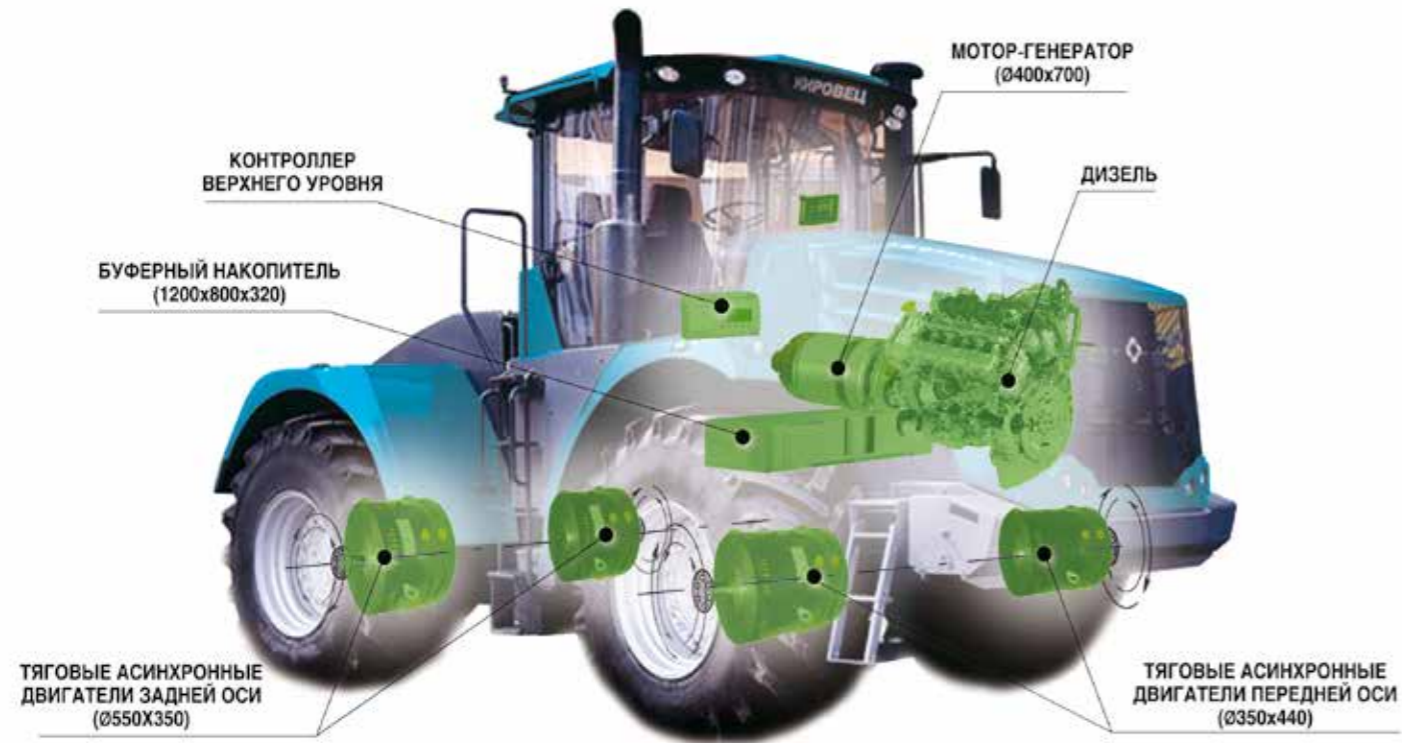
Электротрансмиссия гусеничного трактора мощностью 160 л. с.

В настоящее время на гусеничных тракторах как промышленного (160 л. с.), так и сельскохозяйственного (270 л. с.) назначения применяются механические ступенчатые коробки передач.

Новая электромеханическая трансмиссия включает мотор-генератор и два тяговых электродвигателя – по одному на каждый борт.



Электромеханическая трансмиссия



Трактор Кировец-455 с электромеханической трансмиссией (проект).
Разработка трансмиссии – 2010 год.
В 2012 году в рамках государственной программы с Минпромторгом РФ начата работа с ОАО «Кировский завод»

Электротрансмиссия колесного трактора мощностью 450–500 л. с.

Передача мощности от двигателя к ходовой механике путем для тракторов такой мощности становится проблематичной, так как это требует применения узлов больших размеров и массы.

Целесообразно редуцировать крутящий момент непосредственно в конечных передачах, а изменение скоростного режима производить высокоскоростными механизмами, расположенными между дизелем и конечными передачами.

В предлагаемой схеме электромеханической трансмиссии электродвигатели расположены непосредственно в ведущих мостах: заднем и переднем. Между электродвигателями и колесами установлены планетарные согласующие редукторы. При этом передний мост работает только на рабочих скоростях до 20 км/час и имеет одну ступень согласующего редуктора, а задний основной мост имеет двухступенчатый переключаемый согласующий редуктор.

Характерной особенностью конструкции согласующих редукторов заднего моста является то, что тормозные механизмы управления согласующими планетарными передачами одновременно выполняют функцию остановочных тормозов.



| ПАРАМЕТР | ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ | ГИДРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ | ГИДРООБЪЕМНАЯ ТРАНСМИССИЯ |
|--|--|--|---|
| Экономичность | КПД до 90% и мало зависит от скорости движения и нагрузки. | КПД около 80% и сильно зависит от скорости движения и нагрузки. | КПД около 80% и мало зависит от скорости движения и нагрузки. |
| Техническое обслуживание | Обслуживание минимально (контроль охлаждающей жидкости, сопротивления утечки). | Замена масла и фильтров. Опасно загрязнение масла. | Замена масла и фильтров. Загрязнение масла критично. |
| Чувствительность к окружающей температуре | Прогрев не требуется. Контроль за перегревом электрических машин и силовой электроники при повышенной температуре. | При качественном масле перегрев не опасен. Требуется прогрев, возможна аварийная ситуация. | При качественном масле перегрев не опасен. Требуется прогрев, возможна аварийная ситуация. |
| Ремонт-пригодность | Ремонт только быстрой заменой блоков. Быстрый, без разборки узлов. Стоимость определяется стоимостью заменяемых блоков. | Ремонт возможен только с разборкой узлов. | Ремонт только заменой блоков. Быстрый, но несколько дешевле, чем электромеханика. |
| Совместная работа с дизелем (ДВС) | ДВС при всех нагрузках и скоростях работает в оптимальном режиме, что экономит топливо. | С изменением нагрузки и скорости изменяется нагрузка на ДВС. | ДВС при всех нагрузках и скоростях работает в оптимальном режиме, что экономит топливо. |
| Опасные факторы | Высокое напряжение в закрытых электрических машинах и силовой электронике. | Не отмечено. | Высокое давление жидкости – 400 атм. |
| Оптимальность тяговой характеристики | Оптимальна для любых машин из-за реализации регулирования и стабилизации момента и скорости. | Для с/х тракторов не оптимальна, скорость движения зависит от нагрузки. | Оптимальна для любых машин, возможна работа в режиме «автомат» и с фиксированным передаточным числом. |
| Компонуемость | Свободная компоновка приводных машин дает хорошую развесовку. | Жесткая связь между узлами ограничивает свободу компоновки. | Свободная компоновка приводных машин дает хорошую развесовку. |
| Степень готовности | Разработка, опытная эксплуатация. Серийный выпуск запланирован во второй половине 2014 года. | Серийное производство. | Серийное производство компонентов. |
| Ориентировочная стоимость | Электротрансмиссия дороже гидромеханической и примерно на 10% дороже гидрообъемной. С уменьшением цен на силовую и управляющую электронику цены сравняются, а, возможно, будут меньше. Малые эксплуатационные затраты. | Наиболее дешевая в условиях крупносерийного производства. Значительные эксплуатационные затраты. | Трансмиссия дороже гидромеханической примерно на 20%. Значительные эксплуатационные затраты. |



Другие примеры применения электротрансмиссии концерна Русэлпром

Наряду с приведенными примерами применения комплектов тягового электрооборудования для колесных и гусеничных сельскохозяйственных тракторов концерн Русэлпром имеет и другие разработки трансмиссии для универсальных энергосредств, погрузчиков, мульчеров, многоосных самосвалов, военной техники.

Маневровый тепловоз с гибридной силовой установкой

Основные недостатки маневровых локомотивов, эксплуатирующихся на железных дорогах, связаны с неоправданно высоким расходом топлива за счет неэффективного режима работы дизеля, сопровождающимся большим выбросом в окружающую среду продуктов сгорания. Самым эффективным экономически и экологически выгодным вариантом усовершенствования маневровых

локомотивов является перевод на гибридную силовую установку, совмещающую в себе мощный накопитель энергии на основе современных электрохимических конденсаторов (суперконденсаторов) емкостью 50 МДж и две дизель-генераторные установки (ДГУ) мощностью по 350 кВт каждая при индивидуальном асинхронном приводе колесных пар. Такое решение позволяет стабилизировать режим работы дизеля за счет использования мощности накопителя, позволяет работать в двух режимах: длительном, с одной ДГУ и накопителем (более 90% времени), и форсированном. Обеспечивается универсальность, выполняются требования к маневровым локомотивам без привязки к конкретной станции и виду работ. Допускается поочередная работа ДГУ и приводов, вдвое продлевается срок безремонтной эксплуатации.

Установка на маневровый тепловоз гибридного привода позволит:

- сократить расход топлива до 30% по сравнению со стандартным локомотивом (экономия 1 200 000 руб. в год на 1 маневровый локомотив)
- снизить вредные выбросы на 80%, сократить расходы на техническое обслуживание и ремонт

Экономический эффект от внедрения нового тепловоза при сроке эксплуатации 10 лет составит 1 млн руб. в год.

Электромеханическая трансмиссия

Инжиниринговые услуги Русэлпром

Работы по созданию электромеханической трансмиссии, рекуперации и управлению энергией транспортных средств специалисты концерна Русэлпром ведут с 2000 года.

За эти годы мы накопили огромный опыт в разработке, производстве и испытаниях различных видов электромеханических и гибридных приводов.

В области электротрансмиссии концерн Русэлпром готов к выполнению следующих работ:

- Разработка и производство асинхронных генераторов, тяговых асинхронных электродвигателей
- Разработка и производство электроприводов
- Разработка и производство контроллеров любого уровня сложности, программирование контроллеров
- Разработка алгоритмов управления всем комплексом тягового электрооборудования

Специалисты концерна Русэлпром готовы принять участие в разработке комплектного привода для транспортного средства клиента на любой стадии. У нас есть опыт разработки электротрансмиссии как для новых транспортных средств, так и для транспорта, выпускаемого серийно.

Русэлпром готов предложить отечественным и зарубежным автопроизводителям готовые комплекты тягового электрооборудования, основанного на смешанном (гибридном) принципе работы, а также услуги по адаптации имеющегося привода к работе на новой платформе.

Концерн Русэлпром является вторым крупнейшим в России производителем и поставщиком электрических машин.

Русэлпром объединяет в своих активах несколько крупнейших машиностроительных заводов России: ООО «НПО Ленинградский электромашиностроительный завод», ООО «ПК Владимирский Электромоторный Завод», ООО «Русэлпром-Сафоновский электромашиностроительный завод», ОАО «Научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт (НИПТИЭМ), ЗАО «НПП «Русэлпром-Электромаш», ООО «Русэлпром-Электропривод» и ООО «Инженерный центр «Русэлпром».

Производственная и научно-техническая база концерна, имея полувековую историю, позволяет занимать лидирующие позиции по разработке и внедрению инноваций в области электромашиностроения. Концерн изготавливает более 3000 наименований продукции – синхронные и асинхронные электродвигатели, энергоэффективные двигатели серии 7AVER, синхронные генераторы, гидрогенераторы, цифровые системы возбуждения, трансформаторы и реакторы.

Предприятия концерна выпускают целую линейку импортозамещающих электродвигателей и энергоэффективных электрических машин, предлагая разнообразные эффективные решения в сфере снижения энергопотребления и повышения надежности ключевых технологических процессов.

Хотите сэкономить до 50% топлива на вашем транспортном средстве? Узнайте больше на www.hybrid-drive.ru