ОПЕРЕЖАЯ ВРЕМЯ

Трактор «Беларус-3023» с электротрансмиссией «Русэлпром»

Автомобилестроение уверенными темпами переходит на гибридные и полностью электрические машины. И сельскохозяйственное машиностроение — не исключение. Американская компания John Deer выпустила серию тракторов с электроприводом еще в 2013 году. За ней последовала немецкая Claas. Это признанные лидеры рынка, и на них ориентируются остальные. В свою очередь, концерн «Русэлпром» совместно с Минским тракторным заводом разработал первый в мире гибридный трактор еще в 2009 году и получил на Международной выставке Agritechnica-2009 в Ганновере за эту разработку серебряную медаль. Подробнее о ходе проекта трактора «Беларус-3023» с электротрансмиссией «Русэлпром» рассказывает главный конструктор электропривода транспортных средств ООО «Русэлпром» **Станислав Флоренцев**

Станислав Николаевич, какими преимуществами обладает электромеханическая трансмиссия?

Мир прошел три стадии развития трансмиссий: механическая, гидромеханическая и электромеханическая. Чаще всего на тракторы устанавливается механическая трансмиссия. Она имеет высокий КПД и небольшие размеры, но сложна в обслуживании. Еще один недостаток механической коробки — при переключении передач прерывается поток мощности, и при высокой нагрузке машина может вообще заглохнуть.

На большегрузные транспортные средства устанавливается гидромеханическая трансмиссия. Она предусматривает автоматическую коробку передач, которая существенно облегчает процесс управления. Однако она имеет низкий КПД и требует системы охлаждения. Гидромеханическая трансмиссия без перерыва потока мощности для сельхозмашин в России не производится, а покупать ее за рубежом очень дорого.

Поэтому у нас есть возможность сразу перейти на третий этап — электромеханическую трансмиссию, тем более что в России производятся все необходимые компоненты. Она устанавливается на кораблях, поездах, самосвалах и на военной технике. Этот вид трансмиссии обеспечивает полный контроль над мощностью и скоростью.

Вероятно, улучшенные технические характеристики трансмиссии увеличивают цену конечного изделия?

Несомненно, электромеханическая трансмиссия самая дорогая. Но она сравняется по цене с другими видами, когда объемы производства достигнут определенных значений. А по техническим и эксплуатационным параметрам данное решение обладает рядом преимуществ, за счет

К концу 2007 года мы испытали комплект на стенде, а в апреле 2008 года трактор под всеобщие аплодисменты поехал по территории МТЗ. Это была революция!

которых снижается стоимость владения транспортным средством. Электропривод экономит до 30% топлива. Дополнительно трактор комплектуется автономной станцией электроснабжения мощностью 127,5 кВт. Наличие режима электроторможения с передачей энергии в дизель позволяет продлить ресурс работы тормозной системы трактора. Удобство технического обслуживания: не требуется специальных масел, использования сменных фильтров, не нужен предварительный прогрев при низких температурах.

Расскажите, пожалуйста, с чего начинался проект по разработке и производству электрической трансмиссии на российских предприятиях?

Разработкой электроприводов для транспортных средств я занимаюсь с 2005 года. Сначала мы с командой специалистов создавали тяговый привод для большегрузных карьерных самосвалов. Тогда же я познакомился с бывшим генеральным конструктором Минского тракторного завода (МТЗ), академиком И.П. Ксеневичем. Он, зная о наших работах в области электроники, предложил нам подумать о том, чтобы оснастить электротрансмиссией трактор «Беларус». Это очень тяжелая с точки зрения управления машина, которая сейчас имеет механическую коробку передач — 24 ступени вперед и 12 назад — и работает порой в самых сложных условиях, с различными навесными орудиями, с различным сопротивлением со стороны дороги и со стороны поля. Орудия могут навешиваться и сзади, и спереди, то есть у трактора есть передний вал отбора мощности. Задача была поставить на трактор такую коробку передач, которая будет автоматически, без перерыва потока мощности, переключать необходимые режимы работы, обеспечивать равномерность хода на любой поверхности. Проблема была определена, команда проблему решила. Мы создали первый прототип такого трактора, испытали его на стенде. У первого трактора была немного другая схема. У него было два мотор-колеса на заднем мосту, один двигатель на переднем мосту и дизель.

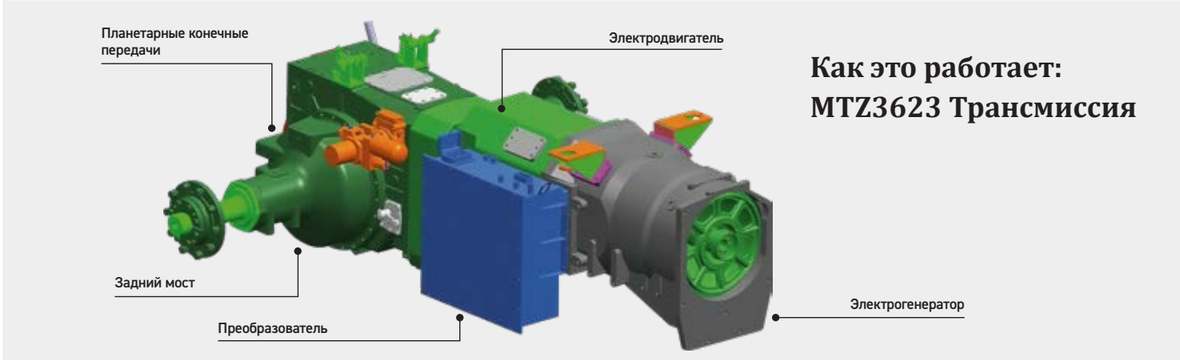
В чем заключалась уникальность решения, которое вы предложили?

Мы предложили оптимальное с точки зрения массы, габаритов, КПД и, главное, цены решение для трактора «Беларус-3023» — конструкцию так называемого центрального привода. Мы оставили существующий задний мост и существующий подключаемый передний мост. На место сцепления и механической коробки передач мы поместили генератор и тяговый двигатель. Генератор всю энергию дизеля превращал в регулируемую по частоте и напряжению электрическую энергию для тягового двигателя, который обеспечивал любые режимы работы трактора во всем диапазоне скоростей, моментов и сопротивлений.

Как долго велись работы над проектом?

Работу сделали быстро, всего за несколько месяцев, потому что не изменяли конструкцию трактора. На той же базе получили новый комплект, состоящий из генератора, тягового двигателя, блока силовой электроники. К концу 2007 года мы испытали комплект на стенде, а в апреле 2008 года трактор под всеобщие аплодисменты поехал по территории МТЗ. Это была революция!

Машина имела уникальные характеристики. Мы поставили на поле для сравнения серийный трактор с механической коробкой передач и наш такой же, с тем же навесным оборудованием. Наш шел на скорости 11 км/час, тянул плуг, и дизель ревел на частоте 1700 оборотов. А серийный с таким же дизелем шел 10,3-10,5 км/час с частотой вращения дизеля 1900 оборотов, и расход топлива у него был на 25% больше. В итоге за счет скорости, а также благодаря тому, что не нужно было переключать передачи на разворотах, ту же площадь наш трактор вспахал на 25% быстрее. То есть, помимо экономии топлива, было и повышение производительности труда.



Как это работает: MTZ3623 Трансмиссия

В чем принцип работы системы?

Электромеханическая трансмиссия связывает четыре ключевых механизма: дизельный двигатель, двигатель-генератор и электронику: контроллер верхнего уровня и асинхронные двигатели на двух или более колесах. Двигатель-генератор и блок электроники преобразуют кинетическую энергию, которую вырабатывает дизельный двигатель, в электричество. Затем оно передается в электродвигатели, установленные на колесах. Все эти детали управляются при помощи контроллера верхнего уровня. Он позволяет водителю быстро управлять коробкой передач, изменять скорость и направление движения колес. При этом обеспечивается максимально эффективный расход топлива.

В тесном сотрудничестве с высококлассными специалистами в области тракторостроения с МТЗ нам удалось решить основную задачу — управление потоками мощности в комплекте тягового электрооборудования.

Что входит в комплект оборудования?

Разработанная машина может работать и на дизельном топливе, и на электричестве. Гидромеханическую коробку передач здесь заменяет генератор и электромотор. Комплект тягового электрооборудования включает: блок силовой электроники, асинхронный мотор-генератор, тяговый электродвигатель, двухдиапазонный ступенчатый редуктор, задний мост. Вес трактора составляет 12,5 тонн, что позволяет агрегатировать его с крупными сельхозорудиями, например, с плугами до 8 колей.

В этом проекте мы немного заглянули вперед, опередив время. Мы сделали автономную станцию электроснабжения. Трактор мог на стоянке выдавать 150 кВт электроэнергии, работать как дизельная электростанция, питая целую ферму. Аналогичные решения сейчас разрабатывают американцы.

Какие еще технические нововведения были сделаны?

Еще мы разработали электрический привод вентилятора дизеля. Дело в том, что трактор работает в таких условиях, где все запылено. Через два часа работы радиатор дизеля забивается, и мощность дизеля резко падает. Требуется остановка для продувки и промывки радиатора. Мы поставили вентилятор, который управляется электрически. Во-первых, он регулируемый: крутится так, как нужно для охлаждения. А во-вторых, при переключении на вращение в противоположную сторону он начинает

В тесном сотрудничестве с высококлассными специалистами в области тракторостроения с МТЗ нам удалось решить основную задачу — управление потоками мощности в комплекте тягового электрооборудования

выдувать всю грязь наружу, то есть охлаждает и очищает одновременно. Есть также идея перевести навесные орудия с механической и гидромеханической трансмиссии на электрическую. Мы сделали электрический привод переднего вала отбора мощности, и на навесное орудие идут не шланги (гидромеханическая передача) или кардан (механическая передача), а два электрических провода. Но нам не удалось найти партнера по разработке самих навесных орудий.

Какую оценку получила новая разработка?

Самую высокую. Уже в 2009 году мы показали трактор «Беларус-3023» на Международной выставке Agritechnica в Ганновере и получили за комплект его электрооборудования серебряную медаль. На той же самой выставке Agritechnica-2009 фирма John Deer получила золотую медаль только за один электропривод вентилятора, который входил в наш комплект.

Станислав Николаевич, расскажите о перспективах внедрения тракторов с электромеханической трансмиссией.

Особый интерес к трактору с электромеханической трансмиссией проявил североамериканский дилер МТЗ MTZ Equipment Ltd., работающий на Канаду и США

Особый интерес к трактору с электромеханической трансмиссией проявил североамериканский дилер МТЗ MTZ Equipment Ltd., работающий на Канаду и США. Эта компания продает порядка одной тысячи тракторов «Беларус» в год и конкурирует на рынке Северной Америки с крупнейшими производителями. От них приезжала делегация дилеров и фермеров. Им дали возможность поработать на этих тракторах. Они были в восторге. И они теперь требуют от МТЗ, чтобы те запускали эту модель в производство и поставляли им.

По итогам визита делегации MTZ Equipment Ltd. на Минский тракторный завод в журнале Farms Guardian появилась восторженная статья, описывающая преимущества нового трактора. Корреспондент Джеймс Рикард отмечает в статье: «Производитель утверждает, что электрическая трансмиссия обеспечивает в среднем до 15% экономии топлива на операциях культивации и до 30% на транспорте. Удивительно, что основным мотивом по созданию такой трансмиссии для производителя была ее надежность — утверждается что она должна иметь межремонтный срок службы, по крайней мере, 30 000 часов. К настоящему времени несколько образцов набрали до 20 000 часов полевых испытаний». Статья в Farms Guardian заканчивается словами: «В целом, дизель-электрический концепт является безошибочным. Приятно видеть производителя, бросающего вызов с инновационным товаром гигантам рынка». Ари Прилик, менеджер по продажам MTZ Equipment Ltd. говорит: «Если имеется достаточная заинтересованность в тракторе, тогда будет возможность поставить его на другие рынки. Мы с удовольствием обсудим любые запросы по трактору с электроприводом». Также переговоры по поставке электромеханической трансмиссии ведутся с аргентинской компанией IAME, выпускающей тракторы марки Pampa.

В 2009 году мы показали трактор «Беларус-3023» на Международной выставке Agritechnica в Ганновере и получили за комплект его электрооборудования серебряную медаль