

Увеличение мощности тракторов

Чтобы трактору хватало сил на все

Boost или, говоря по-русски, прирост мощности двигателя при необходимости – вот последний ответ производителей на постоянно растущие требования практиков к увеличению мощности при снижении массы. Герман Й. Кнехтгес, профессор высшей школы экономики и окружающей среды в Нюртингене и дипломированный инженер Кристиан Вик рассказывают о последних новостях в области управления выходной мощностью двигателя.



Сегодня есть немало тракторов, оснащенных электронной системой увеличения мощности при необходимости (Power Boost).

Примерно половина всех тракторов в Германии используется, главным образом, для транспортных работ или для операций с ВОМом. Бурно развивающийся рынок биогаза способствует дальнейшему росту доходов транспортной индустрии. Снижение же объемов работ по обработке почвы и посева, например, в регионах с обильными осадками, способствует все более широкому применению орудий, приводимых от ВОМа. Для обоих видов работ необходимы компактные, но, вместе с тем, и мощные тракторы.

Удельная масса трактора – это отношение массы трактора к мощности его двигателя (в кг/кВт). Для тяжелых тяговых работ (например, вспашка, культивация и прочее) нужно, чтобы трактор мог эффективно преобразовывать мощность двигателя в мощность тяги, удельная масса должна составлять около 70 кг/кВт. Что же касается транспортировки и работ с ВОМом, для них достаточно удельной массы около 50 кг/кВт. Дополнительная масса в этом случае приведет лишь к избыточному потреблению горючего и уменьшению полезной нагрузки. При заданной мощности

двигателя удельную массу можно изменить лишь путем более или менее утомительной процедуры навешивания и снятия балласта. А вот мощность двигателя можно регулировать значительно проще с помощью широко распространенного сегодня электронного управления двигателем. Таким образом, инновационные системы регулирования мощности двигателя (Motor-Power-Management) обеспечивают оптимальную удельную массу в автоматическом режиме!

Мощность двигателя имеет две составляющие: крутящий момент и число оборотов, которые через трансмиссию и конечный привод передаются на колеса. На малых скоростях двигатель работает с низким числом оборотов, соответственно, крутящий момент высокий. По мере возрастания скорости движения крутящий момент

в коробке передач уменьшается, и уже при достижении 30% максимальной скорости коробка передач располагает значительными резервами крутящего момента. Система регулирования мощности (Power Management) позволяет использовать эти резервы крутящего момента, поскольку, начиная с определенной скорости или передачи, высвобождаются дополнительные мощности двигателя. Подобным образом работает система увеличения производительности ВОМ: при включенном ВОМе система обеспечивает подключение дополнитель-

Какие системы Power Boost устанавливают производители на свою технику?

Производитель		CNH			Claas	John Deere			McCormick	MF	SDF	Valtra
Модели		Case IH: MXU NH: T 6000 Steyr: Profi	Case IH: Puma NH: T 7000	Case IH: CVX NH: T 7500 Steyr: CVT	Axion 840 Axion 850	6030	7030	8030	XTX 145-215	Все модели > 6460	Diamond 230 Agrotron X 710 R8 230	T 191
Прирост мощности - Boosty BOM	Критерии	Крутящий момент BOM > 150Нм; $v > 0,5$ км/ч	Крутящий момент BOM > 250Нм; $v > 0,5$ км/ч $T < 105^{\circ}\text{C}$	Двигатель > 1 800 мин ⁻¹ ; $v > 2$ км/ч	Крутящий момент BOM > 80 Нм; 100% при $T < 100^{\circ}\text{C}$	В зависимости от модели Мощность BOM > 6 - 10 кВт; В зависимости от коробки передач $v > 0,1 - 2,5$ км/ч			Крутящий момент BOM > 350 - 480 Нм	Крутящий момент BOM > 180 Нм	Число оборотов BOM > 150 мин ⁻¹	Крутящий момент BOM > 400 Нм
	Измерения данных двигателя	Кручение приводного вала	Кручение приводного вала	Кручение приводного вала	Кручение приводного вала	Регулируемое относительное движение в муфте BOM			Кручение приводного вала	Кручение приводного вала	Относительное движение в муфте сцепления	Кручение приводного вала
	Ступени граничной мощности	Нет	Нет	Нет	5 ступеней, по 6 л.с.	Нет			Нет	Нет	Нет	Нет
	Макс. прирост	15-17%	9-17%	10-16%	13-14%	9,2-17,5%			2,4-14,5%	5,7-12%	8,7%	14%
Прирост	Критерии	Передача 13-17 в автоматич. режиме	Передача 16 - 19; $T < 105^{\circ}\text{C}$	$v > 15$ км/ч	Группа Си D; 100% при $T < 100^{\circ}\text{C}$	В зависимости от модели: старт $v > 15 - 23$ км/ч; 100% при 5 км/ч больше			Группа 4 ¹⁾	Группа 3 и 4 (ок. 8 - 9,5 км/ч)	-	Серия T ²⁾ : Передача Н1 (Н2) Серия N ³⁾ : $v > 13$ (11) км/ч
	Ступени граничной мощности	13 - 16: + 10 л.с.; 17: + 15 л.с.	Нет	Нет	5 ступеней, по 6 л.с.	Линейное увеличение; Задержка: гистерезис - 10 км/ч			Нет	Нет	-	Нет
	Макс. прирост	9-17%	9-17%	10-16%	13-14%	9,2-17,5%			2,4-14,5%	5,7-12%	-	3,9-14%

P = мощность; T = температура охлаждающей жидкости; v = скорость движения¹⁾ только XTX 145 - 185²⁾ T 131 - 191³⁾ N 101 - 141

ных резервов мощности. При этом, чтобы убедиться в том, что Boost (прирост мощности) на BOM не приведет к перегрузке привода ходовой части, обычно измеряется крутящий момент BOMa.

Прирост мощности достигается только при достаточно высоком крутящем моменте. Простого включения BOM также недостаточно для использования потенциала избыточной мощности двигателя системой управления мощностью (например, вспашка поля с включенным BOMом). В таблице „Какие системы Power Boost устанавливают производители на свою технику?“ указаны предусмотренные

производителями условия, которые должны четко соблюдаться для того, чтобы система управления мощностью обеспечивала прирост мощности для транспортных работ или работ с использованием BOMa.

Еще в 1997 году компания Valmet в модели трактора 8750 с номинальной мощностью 118 кВт/160 л.с. представила „Sigma Power“ в качестве первой системы управления мощностью. Как только включался BOM и крутящий момент достигал 400 Нм, система „Sigma Power“ увеличивала мощность на 22 кВт до 140 кВт/190 л.с. Прирост мощности происходил в одной ступени и реализовыв-

вался механически – путем регулирования количества впрыскиваемого топлива и регулятором, зависимым от давления наддувочного воздуха.

Case New Holland обеспечил на своих моделях New Holland T6000, Case IH MXU и Steyr Profi прирост мощности BOMa на 26 л.с. Тем не менее, система управления мощностью двигателя не допускает, чтобы через трансмиссию передавалось больше, чем указанная номинальная мощность двигателя. Поэтому прирост мощности (Boost) возможен только в том случае, когда его можно отвести через BOM и привод ходовой части. Прирост мощности при транспортных



Мощность и крутящий момент



Прирост мощности обусловлен четкими критериями, например, скоростью движения или включением ВОМа.

работах с 13 по 16 передачу составляет 10 л.с., а на 17 передаче – 15 л.с. Это возможно только в автоматическом режиме работы коробки передач, чтобы защитить ее от работы на пиковых значениях крутящего момента при ручном переключении.

На моделях компании **Case New Holland** с бесступенчатыми коробками передач пороговым критерием включения обеих функций Boost служит только скорость движения.

Модели новых серий Puma или T 7000 работают как с приростом мощности ВОМа, так и с приростом при транспортных работах с одной кривой предельных нагрузок. Дополнительная функция безопасности реализована через ограничение максимальной температуры охлаждающей жидкости (105°C).

Система Power Management (электронное регулирование мощности), устанавливаемая производителем **Claas** на моделях тракторов Axion 840 и 850, позволяет увеличить мощность на 30 л.с. как для работ с ВОМ, так и в транспортном применении. Повышение мощности реализовано в 5 ступенях, по 6 л.с. каждая. В режиме прироста мощности ВОМ через приводной вал должно отводиться не

менее 80 Нм крутящего момента. При этом измеряется не только требуемая мощность ВОМ, но также и производительность гидронасоса. При температуре охлаждающей жидкости до 99°C возможен максимальный прирост мощности – 30 л.с. При дальнейшем повышении температуры с каждым последующим градусом деактивируется одна ступень прироста мощности (6 л.с.), а при 106°C система полностью отключает дополнительный прирост мощности. Boost при транспортировке активируется, начиная с 3 или 4 передачи, т.е. при скорости движения 8-9 км/ч.

Начиная с 2007 года, компания **John Deere** оснащает все модели серий 6030 Premium и 7030 Premium, а также 7030 и 8030 интеллектуальной системой регулирования мощности (IPM). Принцип работы всех систем этого производителя одинаков, отличаются лишь величина Boost (прирост мощности) и условия включения системы. Прирост мощности ВОМ происходит не ступенями, а одним шагом и требует минимального отбора мощности от 6 до 10 кВт. Таким образом, часть прироста мощности ВОМ всегда доступна и для трансмиссии.

Характерной особенностью системы прироста мощности при транспортировке от компании John Deere являются различные характеристики в зависимости от того, ускоряется ли трактор, или его движение замедляется (например, на подъеме). При транспортных работах система IPM начинает повышать мощность двигателя уже со скорости движения от 15 до 23 км/ч. Полный Boost при транспортировке доступен уже на скорости от 20 до 28 км/ч, причем прирост мощности увеличивается линейно по мере увеличения скорости.

Если же скорость движения трактора падает при полной нагрузке ниже 20-28 км/ч, система IPM уменьшает прирост мощности не сразу. Только при падении скорости еще на 5 км/ч (от 15 до 23 км/ч) IPM начинает снова линейно ограничивать мощность на фоне дальнейшего снижения скорости на 5 км/ч. Если же скорость снова возрастает, начиная с 10-18 км/ч, происходит повторное увеличение мощности, теперь уже даже на этой более низкой скорости.

В ближайшее время компания **McCormick** представит пять своих моделей с системой регулирования мощности. В серии тракторов ХТХ прирост мощности ВОМ подключается одной ступенью при достижении сравнительно высокого крутящего момента от 350 до 480 Нм. А вот прироста мощности при транспортировке на четвертой группе передач, который подключался со скорости 16 км/ч, на обеих моделях больше нет.

Massey Ferguson тоже оснащает все модели тракторов, начиная с 6460, системой регулирования мощности. По достижению крутящего момента 180 Нм включается одноступенчатый прирост мощности ВОМ. Прирост мощности при транспортировке (Transport Boost) включается так же рано, как и в технике Claas. Эту функцию можно активировать со скорости движения 8-9 км/ч на третьей группе передач, причем здесь она тоже включается бесступенчато.

Компания **Same Deutz-Fahr** решила начать с самых мощных моделей. Однако система регулирования мощности обеспечивает прирост мощности при необходимости только для ВОМа, для транспортных работ прирост мощности – Boost еще не доступен. Для активации Boost на модели **Valtra T 191** также необходим высо-

кий крутящий момент – 400 Нм. Здесь прирост мощности тоже одноступенчатый и составляет 14%. Кроме того, модели серий N и T располагают функцией прироста мощности при транспортировке.

В зависимости от коробки передач, функцию можно активировать при переключении на определенную передачу (серия T, H1 при 40 км/ч или H2 при 50 км/ч) или по достижении определенной скорости (серия N: 13 км/ч или 11 км/ч). Прирост мощности при транспортировке в серии T соответствует приросту мощности ВОМ, а в серии N он на 4-5% ниже.

Подводим итоги: инновационные системы электронного регулирования мощности двигателя (Power Management) открывают дополнительные резервы мощности как для операций с ВОМ, так и для транспортных работ при достижении определенной скорости. Конечно, такие системы расширяют сферу применения трактора, но оправдывают они себя по-настоящему не всегда. Система выгодна, если прирост мощности трактора настолько значителен, что для достижения таких же результатов без этой системы нужно было бы приобретать более тяжелый трактор другого класса мощности. В противном случае, можно просто приобрести более мощный трактор в этом же классе, который бы обеспечил достаточный запас мощности для всех необходимых работ. Кроме того, с увеличением мощности трактора должны сохраняться и пропорции удельной массы. Доступная мощность должна также гармонизировать с такими факторами, как подъемная сила, максимальные осевые нагрузки, имеющиеся рабочие органы и установленная система охлаждения.