

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА**

**Д. С. Солдатенко<sup>1</sup>, Басинюк В. Л.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>ОАО «Минский тракторный завод», Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск*

Целью настоящей работы является повышение производительности и экономичности колесных сельскохозяйственных тракторов путем разработки и создания электромеханической трансмиссии.

В настоящее время коммерческий интерес к системам с комбинированными силовыми установками (КСУ) вырос гораздо более резко, чем это было предсказано десять лет назад. Примерно в это же время многие отраслевые наблюдатели прогнозировали более оптимистичный прыжок от технологий, базирующихся на нефтяном сырье, напрямую к водороду, топливным элементам (аккумуляторным батареям) и системам, работающим на биотопливе. Тем не менее, в настоящее время принято полагать, что системы с комбинированными силовыми установками будут играть важную роль следующие несколько десятилетий, поскольку эти и другие технологии продолжают развиваться.

Растущий интерес к КСУ связан в первую очередь с экологическими проблемами и экономией топлива. Экологические стандарты, принимаемые в Европейском Союзе, заставляют производить более совершенные бензиновые и дизельные двигатели. Более экономичные циклы работы позволяют снижать расход топлива и выброс вредных веществ, не жертвуя такими факторами, как безопасность, надежность и производительность.

Системы с КСУ используют преимущества современных бензиновых или дизельных двигателей и электрических машин. Двигатель внутреннего сгорания обеспечивает большую часть мощности транспортного средства, а электромотор – дополнительную мощность, когда необходимы обгон и ускорение (параллельная схема расположения силовых агрегатов), что позволяет меньшим по габаритам и более эффективным ДВС работать в зоне максимальной эффективности.

Для колесных сельскохозяйственных тракторов электромеханическая трансмиссия может быть построена по нескольким принципиальным схемам. Схема с последовательным расположением электромашин (рис. 1) является наиболее простой и дешевой ввиду того, что она позволяет сохранить серийные ведущие мосты, а согласование параметров тягового электродвигателя и тяговой характеристики трактора осуществить согласующим редуктором. Трансмиссия имеет наиболее простой алгоритм управления, так как основные функции распределения мощности и крутящего момента между колесами осуществляются стандартными механическими дифференциальными механизмами, а подключение переднего ведущего моста производится теми же механизмами, что и в механической трансмиссии. Данная концепция была реализована на ОАО «Минский тракторный завод» совместно с концерном «Русэлпром», в результате чего на базе серийной модели трактора «Беларус-3022» был создан макет колесного трактора с электромеханической трансмиссией и проведены его полевые испытания.

В этом случае двигатель внутреннего сгорания работает только на генератор, при этом выбирается режим минимального расхода топлива. Энергия, вырабатываемая генератором, подается либо на тяговый электродвигатель, либо на накопитель энергии (в схеме не предусмотрен). ТАД обеспечивает весь необходимый силовой и скоростной диапазоны сельскохозяйственного трактора, позволяя ему работать в режиме «поле» и «дорога».

Основными параметрами любой силовой установки являются мощность и ее компоненты (крутящий момент и частота вращения), удельный расход топлива, а также взаимосвязь этих параметров на всех возможных режимах работы. Для ДВС данные параметры отражает внешняя скоростная характеристика, а для тягового электропривода – механическая характеристика тягового двигателя. Методика совмещения данных характеристик позволяет согласовать тяговый электродвигатель с параметрами трактора.

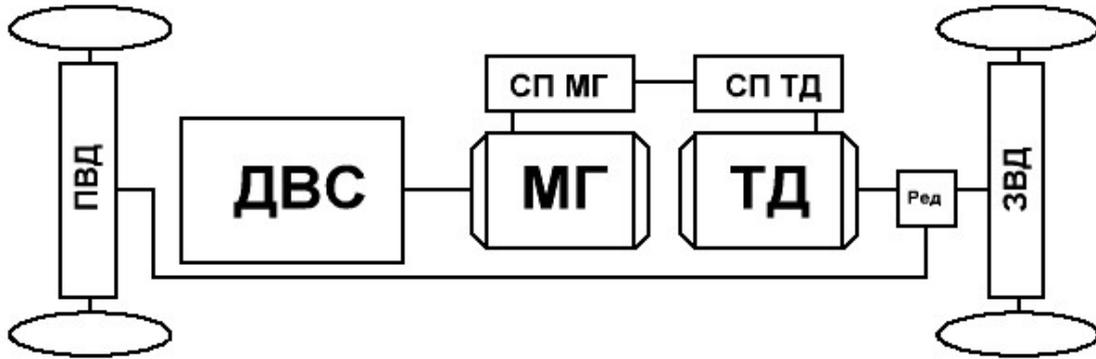


Рис. 1. Структурная схема трактора

с последовательным расположением электромашин:

ПВД – передний ведущий мост; ДВС – двигатель внутреннего сгорания;  
 МГ – мотор-генератор; ТД – тяговый электродвигатель; СП МГ – силовой преобразователь мотор-генератора; СП ТД – силовой преобразователь тягового электродвигателя; Ред – согласующий редуктор; ЗВД – задний ведущий мост

Формирование тяги трактора определяется характеристикой тягового двигателя, приведенной к движителям трактора на каждом диапазоне трансмиссии. В качестве базовой трансмиссии выбрана серийная трансмиссия 2822-0002000-Б трактора «Беларус-3022».

Скоростная характеристика трактора с электрическим приводом также, как и механическая характеристика ТД, будет иметь на каждой  $i$ -й ступени механической трансмиссии два характерных участка: участок постоянной тяги, на котором трактор трогается с места, и участок постоянной тяговой мощности на ведущих колесах, на котором трактор выполняет свои основные функции.

**Использованные методики.** Согласование ДВС и генератора; построение механической характеристики тягового электродвигателя и скоростной характеристики трактора на каждой  $i$ -й ступени механической трансмиссии.

**Полученные научные результаты и выводы.** Данная методика оценки параметров трансмиссии на основании разгонных качеств колесного трактора позволяет на стадии разработки эскизного проекта рассчитать параметры тягового электродвигателя. Полученная теоретическим путем скоростная характеристика трактора отображает реальные процессы взаимодействия объекта с опорной поверхностью.