

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРА ТЯГОВОГО КЛАССА 30кН ТИПА ХТЗ-17022

**Антощенко Р. В., к.т.н., доц. Антощенко В. М., к.т.н.,
доц. Голубничий М. А., студ., Шаповалов Д. І.**

*Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка*

В работе предложено установить на трактор тягового класса 30 кН электромеханическую трансмиссию для повышения технико-экономических показателей трактора

Вступление. Тракторы с традиционной механической трансмиссией имеют ряд недостатков, в виде:

- буксования при движении и выполнении технологических операций, невозможностью бесступенчато регулировать скорость движения в заданных диапазонах;
- неравномерный износ цилиндропоршневой группы двигателя, вследствие разных режимов работы двигателя, что предполагает более частый ремонт двигателя.

Поэтому предлагается применить электромеханическую трансмиссию, которая обладает рядом преимуществ перед другими трансмиссиями. Многолетняя эксплуатация автомобилей БелАЗ, в которых применяется такая трансмиссия, показала свою надёжность и эффективность. При перевозке огромных грузов эти машины проезжают миллионы километров. Это обусловлено работой двигателя в оптимальных условиях, что продлевает его срок эксплуатации и наработки на отказ.

Применение электродвигателей в мобильных машинах способствовала надёжность, простота в обслуживании и экологичность. Это дало толчок к развитию новой ветви развития автомобилестроения – гибриды. Они обладают высокими динамическими характеристиками, низким расходом топлива, большим запасом хода.

Использование электромеханической трансмиссии позволит решить следующие проблемы:

- буксование движителей во время движения и разгона;
- повышение КПД;
- экономии топливо-смазочных материалов;
- надёжности;
- упростит его техническое обслуживание.

Анализ достижений и последних публикаций. Анализ мировых тенденций развития транспортных систем показывает, что совершенствование техники осуществляется в направлении энергосбережения, ресурсосбережения и создания машин с экологически безопасными параметрами.

Основным критерием создания новой отечественной транспортной техники становится её конкурентоспособность по отношению к традиционным и гибридным транспортным средствам зарубежных производителей. Из анализа множества альтернативных вариантов следует создать экологически чистое, конкурентоспособное транспортное средство с использованием комбинированной энергоустановки (КЭУ) на базе двигателя внутреннего сгорания, генератора, тягового электропривода с буферным накопителем. В комбинированных энергоустановках удаётся совместить положительные свойства отдельных источников: высокую удельную энергию источника энергии и высокую удельную мощность буферного источника. Приоритетными являются комбинированные энергоустановки с тепловыми двигателями, а в перспективе – энергоустановки на основе топливных элементов. Эффективность применения КЭУ с буферным накопителем, в принципе, тем выше, чем чаще повторяются разгоны и торможения в типовом движении транспортного средства [1, 2].

Теория силового потока (ТСП), основанная на принципах закона сохранения энергии (рис. 1), рассматривает однонаправленную её передачу от источника к потребителю в форме мощностного фактора. Так как развиваемый двигателем момент и потребляемая от источника энергия автоматически меняются с изменением условий работы и величины сопротивления движению, представляется целесообразным введение понятия встречного силового потока сопротивления движению (потока реакции «опоры»). В предлагаемом аспекте в передающей системе функционируют два силовых потока – движущий и поток сопротивления движению, силовые факторы которых имеют аналогичные названия и обозначения [3].

Рассмотрение упрощённой схемы взаимодействия отдельных элементов передающей системы позволяет одновременно определить «функциональные» понятия их основных характеристик.

Так как основными назначениями электродвигателя являются создание вращающего момента и реализация движения исполнительного механизма за счет энергии вырабатываемой в преобразовательном устройстве тягового электропривода (ТЭП), то воздействие электродвигателя на исполнительный механизм может быть представлено мощностным движущим потоком и соответствующими ему силовым и скоростным факторами. Реакция исполнительного механизма на величину скоростного фактора определяется механической характеристикой исполнительного механизма в форме зависимости $M_c(\omega)$ или $F_c(v)$. Обратное воздействие силового фактора M_c на электродвигатель определяет функциональную зависимость $Э_{д\omega}(M_{эд})$, соответствующую механической характеристике электродвигателя.

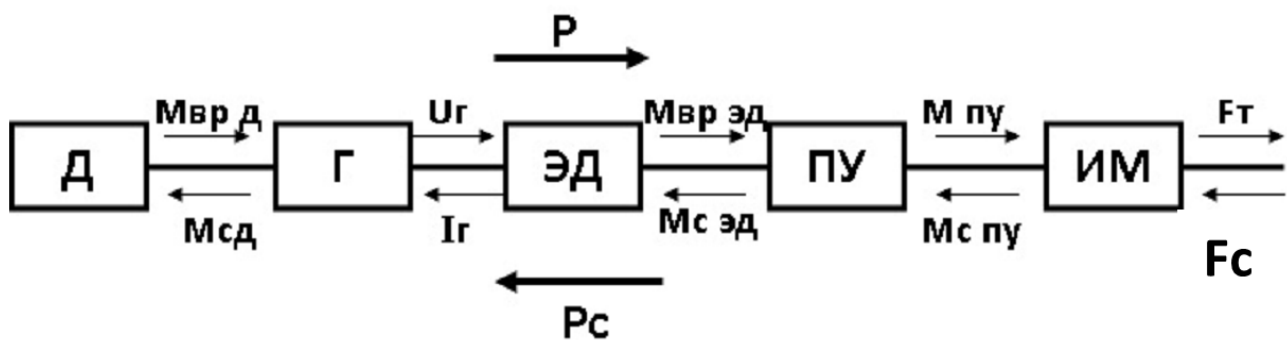


Рис. 1 – Структурная схема теории энергетических потоков:

P и P_c – мощностные факторы движущего потока и потока сопротивления движению; $M_{вр}$ и F_T – силовые факторы движущего потока; M_c и F_c – силовые факторы потока сопротивления движению

Одновременно имеет место регулирование скорости движения водителем (автоматом), осуществляемое независимо от величины нагрузки. Принципиальное отличие данного процесса регулирования скорости тяговых электродвигателей (второго характерного процесса в замкнутой системе) от процесса изменения параметров с целью формирования новой механической характеристики заключается в возможности получения различных значений скорости ЭД при постоянном значении величины момента сопротивления. Воздействие водителя при этом является внешним воздействием.

Цель и поставленная задача: Целью работы является необходимость улучшения тягово-экономических и энергетических показателей трактора.

Решение задачи. В основу построения функциональной схемы ТЭП трактора может быть положена схема состоящая из трёх основных частей:

- силовой цепи ТЭП, энергетического блока и блока вспомогательного оборудования;
- силовая цепь ТЭП включает в себя электронный блок управления, силовой электронный блок, электрическую машину, механическую трансмиссию и колёса.
- энергетический блок содержит основной источник энергии, дополнительный источник энергии и блок управления энергией [4].

Наиболее перспективными исполнениями ТЭП являются приводы переменного-постоянного и переменного тока, упрощённые структурные схемы которых представлены на рис. 2.

Элементами силовой цепи структурной схемы ТЭП переменного-постоянного тока являются тепловой двигатель (Д), редуктор (Р), синхронный генератор (СГ), выпрямитель (В), тяговый двигатель постоянного тока (ДПТ) и колесо.

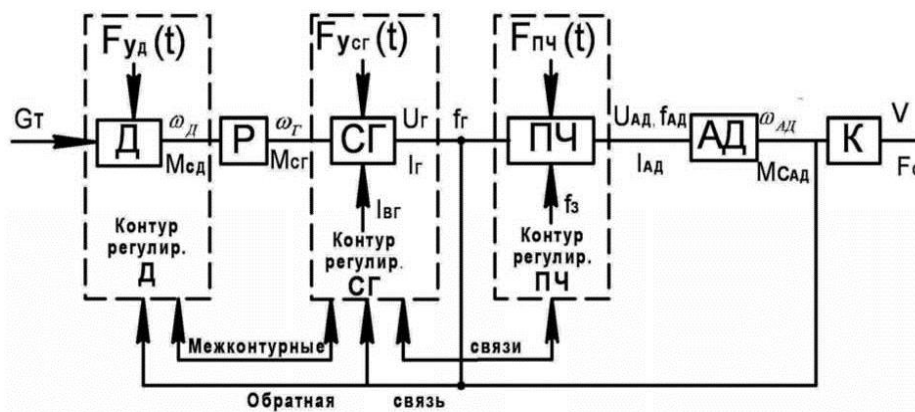


Рис. 2 – Структурная схема электропривода

В аналогичной осевой цепи структурной схемы ТЭП переменного тока (дополнительно к отмеченным выше элементам) представлены преобразователь частоты (ПЧ) и асинхронный двигатель (АД).

В структурной схеме показаны (в общем виде) контуры регулирования основных компонентов силовой цепи с входными сигналами внешних управляющих воздействий и межконтурных связей, а также обратных связей по скоростному и силовому факторам мощностных потоков.

ТЭП может быть выполнен на постоянном, переменном-постоянном и переменном токе. Силовая цепь ТЭП постоянного тока имеет генераторы и тяговые двигатели постоянного тока.

ТЭП переменного-постоянного тока – тяговые двигатели постоянного тока, питание которых осуществляется от генераторов переменного тока через полупроводниковые выпрямители. В ТЭП переменного тока применяются генераторы и тяговые двигатели переменного тока, скорость которых регулируется статическими преобразователями частоты.

Тяговые электродвигатели имеют высокий КПД [5, 6] в широком диапазоне оборотов (рис. 3).

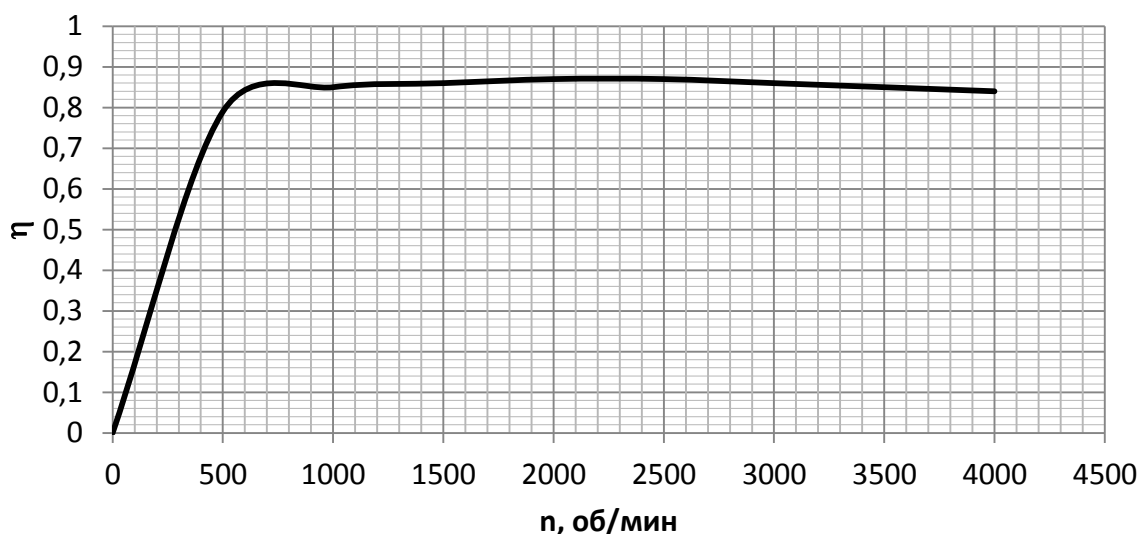


Рис. 3 – График зависимости КПД от скорости тягового асинхронного двигателя трактора

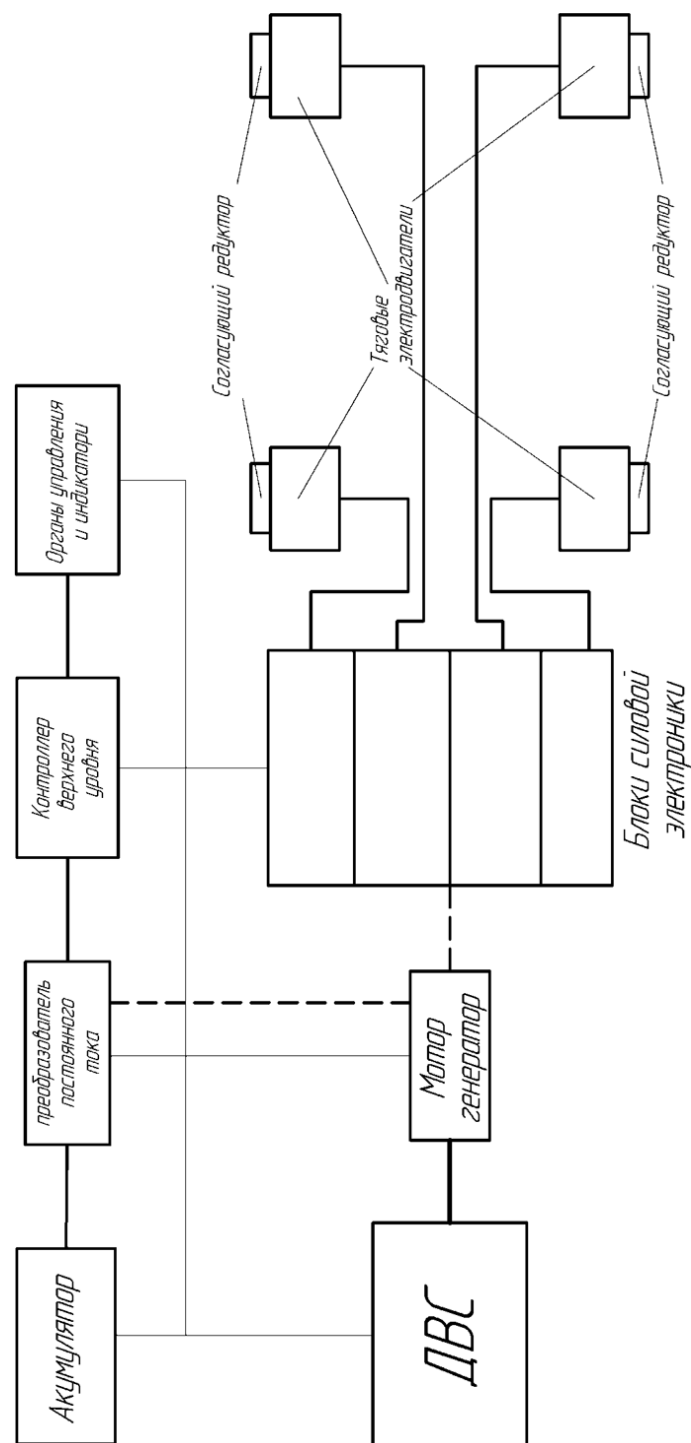


Рис. 4 – Структурная схема электромеханической трансмиссии трактора ХТЗ-17022

Преимущества, достигнутые в тракторе с комбинированной электромеханической трансмиссией: **эффективная, простая и надёжная бесступенчатая автоматическая трансмиссия**; всего два режима, выбираемых вручную (поле или дорога); автоматическое переключение фрикционной муфтой, обеспечивающей эффективный разгон на транспорте; возможность работы с высоким КПД во всём диапазоне скоростей движения; эффективное управление режимами работы дизеля в зависимости от потребляемой мощности; наличие режимов **электроторможения с передачей энергии движения в дизель**; система удержания трактора на подъёме и спуске;

возможность точного перемещения на заданное малое расстояние; эффективное жидкостное охлаждение электрических машин и силовой электроники [5].

Преимущества с точки зрения комфорта и удобства управления движением: **простота и удобство органов управления коробкой передач**; наличие нескольких режимов управления трансмиссией; задание скорости движения от педали; задание скорости движения от джойстика с возможностью грубой и точной настройки; удержание трактора на месте с возможностью управлять в этом режиме оборотами дизеля от педали; точное поддержание скорости трактора благодаря наличию GPS; возможность автоматического и принудительного управления оборотами дизеля при работе с ВОМ; **лёгкость изменения направления движения**.

Для трактора ХТЗ-17022 предлагаем использовать электромеханическую трансмиссию (ЭМТ) структурная схема которой изображена на рис. 4.

Были проведены теоретические исследования механической и ЭМТ в программах MatLab и Simulink. Результаты исследования были сведены в табл. 1. Из результатов можно сделать вывод, что трактор с электромеханической трансмиссией имеет более высокую производительность и меньший расход топлива по сравнению с трактором с традиционной механической трансмиссией.

Таблица 1 – Результаты испытания трактора ХТЗ-17022 с механической и электромеханической трансмиссией

Показатель	Значения	
	Базовой вариант	С электромеханической трансмиссии
Марка машины	ХТЗ-17022+ПЛН-5-35	
вид работы	вспашка	
тип грунта по механическому составу	Чернозём суглинок	
рельеф	плоский	
Площадь поля, га	126	
длина гона	1012	
Рабочая скорость, м/с	2,3	2,4
Производительность, га/ч:		
основного:	1,78	1,9
технологического	1,47	1,6
Погектарный расход топлива, кг/га	22,6	18

Выводы

Применение электрической трансмиссии в тракторах имеет много преимуществ. Особенно это касается мощных, энергонасыщенных тракторов. В таких тракторах обычная механическая трансмиссия сложна и дорога, особенно в производстве.

В механической коробке мощных тракторов число передач доходит до нескольких десятков. Не менее сложным является управление такой трансмиссией та трактором в целом. Электромеханическая трансмиссия полностью решает эту проблему, позволяя бесступенчато регулировать скорость движения и момент.

Это однозначно свидетельствуют в пользу применения в тракторах более надёжной, не требующей больших эксплуатационных затрат, имеющей большой ресурс и, следовательно, более перспективной электромеханической трансмиссии.

Список использованных источников

1. Исаков П.П. Электромеханические трансмиссии гусеничных тракторов [Текст] / П. П. Исаков, П. Н. Иванченко, А. Д. Егоров – Л.: Машиностроение, 1981. – 302 с.
2. Исаков П. П. Трактор ДЭТ-250 и его модификации [Текст] / П. П. Исаков, И. С. Кавъяров, В. С. Большухин – М.: Машиностроение, 1975. – 424 с.
3. Изосимов Д. Б. Городской маршрутный автобус ЛИАЗ 5292ХХ с комбинированной энергоустановкой. Часть II. Стендовые испытания комплекта тягово-энергетического оборудования автобуса ЛИАЗ 529ХХ [Текст] / Д. Б. Изосимов, С. В. Журавлев, С. В. Байда, А. А. Белоусов // Журнал: Электротехника. – №8, 2009 г. – С. 2 – 7.
4. Флоренцев С. Н. Тяговый электропривод в гибридных транспортных средствах. Идеология проектирования комплектного тягово-энергетического оборудования для гибридных транспортных средств [Текст] / С. Н. Флоренцев, Д. Б. Изосимов // Журнал: Электронные компоненты. – ч. 1. №11, 2009. – С. 13-18. – ч. 2, №12, 2009. – С. 69 – 73.
5. Флоренцев С. Н. Тяговый электропривод в гибридных транспортных средствах. Часть 3. Разработки КТЭО для гибридных транспортных средств в концерне «РУСЭЛПРОМ» [Текст] / С. Н. Флоренцев, Д. Б. Изосимов и др. // Электронные компоненты. – № 1, 2010. – С. 62 – 65.
6. Florentsev S. N. Traction Electric Equipment Set for AC Electric Transmission Various Vehicles // Proceedings of International Exhibition & Conference “Power Electronics, Intelligent Motion. Power Quality(PCIM-2009). 12 – 14 May 2009. Nuremberg.Germany. – P. 625 – 627.

Анотація

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАКТОРА ТЯГОВОГО КЛАСУ 30кН ТИПУ ХТЗ-17022

Антощенко Р.В., Антощенко В.М., Голубничій М.А., Шаповалов Д.І.

У роботі запропоновано встановити на трактор тягового класу 30 кН електромеханічну трансмісію для підвищення техніко-економічних показників трактора

Abstract

INCREASED TECHNICAL AND ECONOMIC RATE OF TRACTORS 30KN TYPE XT3-17022

R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkov, M. Golubnichiy, D. Shapovalov

Proposed in this paper installed on tractors of 30 kN electromechanical transmission to improve the technical and economic performance of the tractor