

УДК 629.113

А.Н. Маринко

лаборант, МАДИ,

тел.: 8(499)155-01-45,

e-mail: alekc8885@yandex.ru

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ АВТОПОЕЗДА
С ПРИМЕНЕНИЕМ АКТИВИЗАЦИИ КОЛЕСНОГО ХОДА НА БАЗЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ С ВЕНТИЛЬНО-
ИНДУКТОРНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ МАШИНАМИ
КОМБИНИРОВАННОГО СИЛОВОГО И АВТОНОМНЫХ
ПРИВОДОВ ЭЛЕКТРОМОТОР-КОЛЕС**

Аннотация. В статье обосновывается выбор состава, структуры и параметров экспериментальной модели автопоезда с применением активизации колёсного хода, разрабатывается конструктивная схема экспериментальной модели модуля на базе полуприцепа и оцениваются его технические характеристики, определяются особенности устройства большегрузного транспортного средства и задаются режимы его работы, приводятся результаты оценки целесообразности использования вентильно-индукторного электропривода в экспериментальной модели автопоезда.

Ключевые слова: модель, эксперимент, электрические машины, ВИП, вентильно-индукторный привод, автопоезд, силовой привод, привод, электромотор-колесо, большегрузное транспортное средство, БТС, модульность, модуль, экспериментальная модель.

Введение

При создании экспериментальной модели автопоезда применяется принцип модульного исполнения. Практическая реализация принципа

модульного исполнения предполагает выполнение значительного объёма экспериментальных и опытно-конструкторских работ, имеющих целью создание и отработку специфических узлов и систем большегрузных транспортных средств (БТС) модульного исполнения. К ним относятся, прежде всего, поворотная колесная опора, гидравлическая подвеска с балансирными связями, унифицированный групповой механический рулевой привод, индивидуальный рулевой привод с микропроцессорным управлением. По этим узлам и системам практически отсутствует научно-технический задел. Основными задачами, на сегодняшний день, являются разработка гидросистем, энергомодулей и трансмиссий. По этим направлениям в значительной мере может быть использован опыт, накопленный при конструировании большегрузных транспортных средств (БТС).

Обоснование выбора модуля самоходной платформы

Успех практической реализации модульного принципа существенно зависит от уровня технологической отработки конструкции модулей и от эффективности технологических процессов, используемых при их использовании [2, 3, 5]. Решение всех этих задач требует создание экспериментального образца модуля. Для сокращения потерь времени на его создание и доводку целесообразно конструкции экспериментального модуля максимально использовать существующий научно-технический задел.

С учетом сделанных замечаний наиболее пригодным для практической реализации на сегодняшний день является модуль, представляющий собой 6-осную самоходную платформу, которая служит основной параметрического ряда БТС. Конструкция колесной опоры может базироваться на конструкции колесного хода с широкопрофильными шинами 1300×530–533, используемого в агрегате 15T284. Характеристики такой колесной опоры приведены в табл. 1 [1, 3].

В качестве рулевого привода платформы на первом этапе целесообразно применение механического привода, так как имеющийся расчетно-теоретический задел и богатый опыт конструирования таких приводов позволяет рассчитывать на успешное решение задачи в сжатые сроки. Накопленный опыт применения тягового электропривода (ТЭП) диктует необходимость его использования и в экспериментальном модуле. Удовлетворительные тяговые характеристики при высокой надежности и простоте обеспечиваются применением ТЭП постоянного тока, состоящего из трехобмоточного тягового генератора (ТГ) и тягового электродвигателя (ТЭД) последовательного возбуждения. Источником энергии может служить энергоблок с дизелем ЯМЗ-8423 мощностью 246 кВт, разработанный для системы дополнительной энергетики и активизации транспортных агрегатов [4].

Конструктивная схема экспериментальной модели модуля на базе полуприцепа и его технические характеристики

Конструктивная схема модуля представлена на рис. 1, а динамическая характеристика $D(V)$ и зависимость удельной силы тяги колесной опоры $D_a(V)$ – на рис. 2.

Расчет тяговой характеристики модуля

Грузоподъемность, т	120
Собственная масса, т	25
Максимальная скорость на дороге с бетонным покрытием, м/с	2,57
Макс. конструктивная скорость, м/с	4,30
Макс. подъем, преодолеваемый на сухой дороге, град	22

Таблица 1

Характеристики колесных опор

Наименование параметра	Размер шин				
	8,25–15		12,00–20		1300×530–533
Количество колес	2	4	2	4	2
Макс. вертикальная нагрузка, кН	62	112	144	260	120
Диаметр колеса, м	0,84	0,84	1,12	1,12	1,30
Ширина шины, м	0,22	0,22	0,31	0,31	0,53
Ширина стойки, м	0,20	0,25	0,30	0,36	0,29
Зазор Δ_s , м	–	0,04	–	0,05	–
Зазор Δ_β , м	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
Габаритная ширина, м	0,80	1,25	1,10	1,90	1,60
Габаритный диаметр, м	1,15	1,55	1,56	2,12	2,00
Расстояние между колесными опорами, м					
по длине БТС	1,20	1,60	1,70	2,20	2,10
по ширине БТС	1,40	1,85	1,90	2,6	2,40

Макс. уклон, преодолеваемый

на заснеженной дороге, 0/00

100

База, м

10,5

Колея, м

2,4

Минимальный внешний радиус полосы движения

при повороте, м

10

Ширина полосы движения при повороте

с миним. радиусом, м

5,5

Длина грузовой платформы, мм

12600

Ширина платформы, мм

4000

Транспортная высота платформы, мм

1850

КОЛЕСНАЯ ОПОРА

Шины

1300×530–533

Количество шин

2

Нагрузка на колесную опору, кН	120
Количество колесных опор	12

ДВИГАТЕЛЬ

Тип	дизель
Мощность, кВт	246
Угловая скорость, рад/с	199

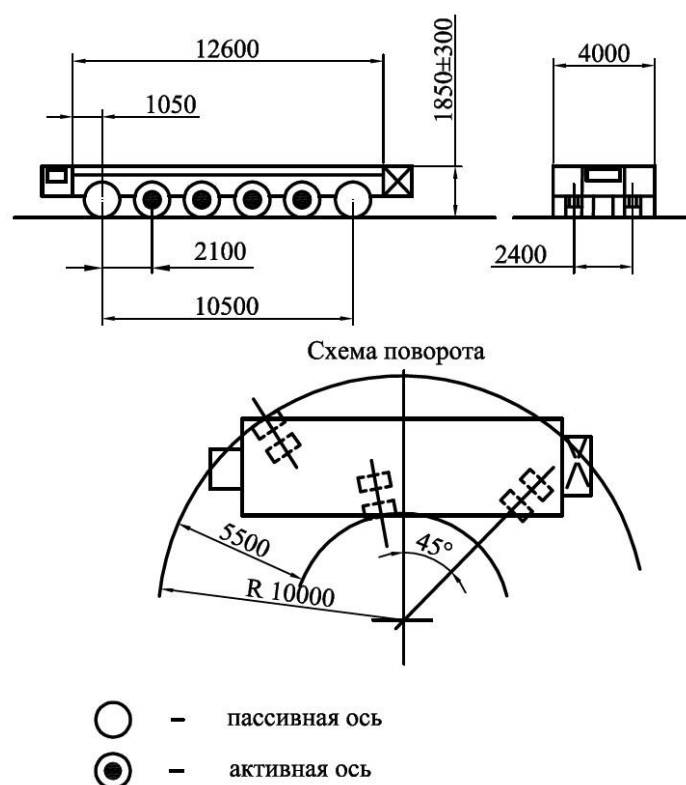


Рис. 1. Конструктивные схемы экспериментального самоходного модуля

ТРАНСМИССИЯ

Тип	ТЭП, постоянного тока
Количество ступеней	2
Соединение ТЭД с ТГ:	
1 ступень	параллельно-последовательное
2 ступень	параллельное
Переключение ступеней	автоматическое при скорости 0,58 м/с

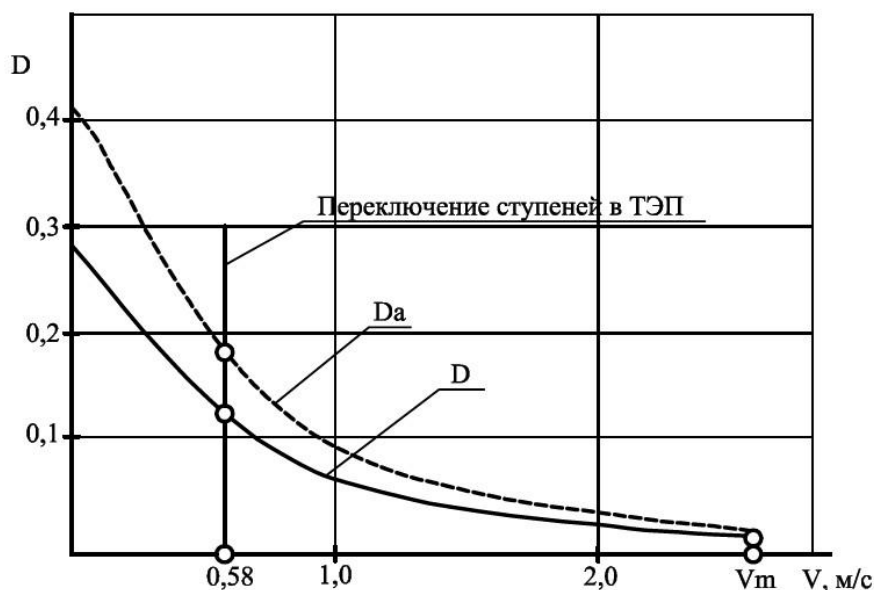


Рис. 2. Тяговые характеристики экспериментального модуля

ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

Номинальная мощность, кВт	25
Максимальная угловая скорость, рад/с	576
Передаточное число привода колес	80

Описание большегрузного транспортного средства и режимов его работы

Большегрузное транспортное средство представляет собой двухзвенный активный автопоезд, состоящий из седельного тягача, оборудованного гидромеханической трансмиссией, и четырехосного активного полуприцепа с управляемыми мотор-колесами, оборудованного электромеханической трансмиссией (ЭМТ).

В пассивном транспортном режиме автопоезда работает только гидромеханическая трансмиссия (ГМТ) тягача. В активном транспортном режиме для активизации работы автопоезда в сложных дорожных условиях работают совместно ГМТ тягача и ЭМТ полуприцепа в составе системы дополнительной энергетики и активизации (СДЭА). В

технологическом режиме подката автопоезда работает только ЭМТ полуприцепа при ручном управлении [3].

Вентильно-индукторный электропривод и целесообразность его использования в экспериментальной модели автопоезда

Вентильно-индукторный привод (ВИП) предназначен для замены существующего электропривода постоянного тока с целью повышения тягово-динамических и тормозных свойств транспортного средства, надежности и ресурса работы его агрегатов, снижения эксплуатационных расходов.

Указанные преимущества использования ВИП реализуются за счет:

- замены щеточно-коллекторных двигателей и генератора в ЭМТ постоянного тока на бесконтактные вентильно-индукторные двигатели и генератор (ВИГ) без обмоток на роторе;
- исключения машинного возбудителя из цепи возбуждения тягового генератора в ЭМТ за счет самовозбуждения ВИГ;
- исключения генератора ГДЛ-10Б и мотор-вентилятора системы охлаждения мотор-колес за счет самовентиляции ВИД;
- равномерного распределения токов между электродвигателями мотор-колес и максимального использования сцепных свойств автопоезда за счет индивидуальных преобразователей ВИД;
- применения служебного электрического торможения взамен механического в рабочем диапазоне скоростей автопоезда;
- более высоких и более стабильных значений КПД ВИД и ВИГ в рабочем диапазоне частот вращения [1].

В качестве исходных данных при дальнейших расчетах, анализах тяговых и тормозных характеристик будут приняты следующие параметры автопоезда, дизеля СДЭА, мотор-колес и дорожных условий, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Наименование	Единицы измерения	Значение
Полная масса автопоезда	т	120
Вертикальная нагрузка на мотор-колеса груженого полуприцепа	т	7–9
Свободная мощность на тягу дизеля СДЭА	л.с.	350
Мощность, отбираемая от ВИГ на обогрев кузова в холодное время года	кВт	30
КПД передачи от вала дизеля к валу ВИГ	о.е.	0,98
Радиус качения ведущего колеса груженого полуприцепа	м	0,8
Передаточное отношение редуктора мотор-колеса	о.е.	34,85
КПД редуктора мотор-колеса	о.е.	0,944
Количество мотор-колес полуприцепа	шт.	8
Коэффициент сцепления колес полуприцепа с дорогой при асфальтово-бетонном покрытии		0,6
Коэффициент сцепления колес полуприцепа с дорогой при грунтово-щебеночном покрытии		0,4
Коэффициент сопротивления качению колес по дороге с асфальтово-бетонным покрытием		0,020
Коэффициент сопротивления качению колес по дороге с грунтово-щебеночным покрытием		0,040
Максимальная рабочая скорость автопоезда	км/ч	40

Заключение

В данной статье приведены этапы и результаты разработки экспериментальной модели автопоезда с применением активизации колесного хода на базе электрической трансмиссии с вентильно-индукторными электрическими машинами. Приведено обоснование целесообразности применения принципа модульного исполнения экспериментальной модели. В статье также рассмотрены технические характеристики модуля и его конструктивная схема. Приведено обоснование выбора и включение в модель вентильно-индукторных электрических машин комбинированного силового и автономных приводов электромотор-колес. Результаты, изложенные в настоящей

статье, использованы при задании количественных характеристик режимов и параметров ВИП, а также будут положены в основу расчета электрических машин и преобразователей ВИП, выбора параметров аппаратуры управления ВИП.

Литература

1. Бычков М.Г. Основы теории, управление и проектирование вентильно-индукторного электропривода: дисс. д-ра техн. наук. М.: 1999. 354 с.
2. Техническое задание ТЗ.060-2/2009.
3. Васильев А.Л. Модульный принцип формирования техники. М.: Машиностроение, 1982.
4. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. Т. 2. М.: МЭИ, 2004. 532 с.
5. Пойнченко В.В. Современные грузовые автотранспортные средства: справочник. М.: Агентство «Доринфомсервис», 2004. 592 с.

References

1. Bychkov M.G. *Osnovy teorii, upravlenie i proektirovanie ventil'no-induktornogo jelektroprivoda* (Fundamentals of the theory, management and design of switched-reluctance drive), Doctor's thesis, Moscow, 1999, 354 p.
2. Tehnicheskoe zadanie TZ.060-2/2009.
3. Vasil'ev A.L. *Modul'nyj princip formirovanija tehniki* (Modular forming machinery), Moscow, Mashinostroenie, 1982.
4. Ivanov-Smolenskij A.V. *Jelektricheskie mashiny* (Electrical machines), t. 2. M.: MJeI, 2004, 532 p.
5. Pojnchenko V.V. *Sovremennye gruzovye avtotransportnye sredstva* (Modern freight vehicles), spravochnik, Moscow, Agenstvo «Dorinfomservis», 2004, 592 p.

A. Marinko

Experimental model train with enhance use of the wheel on the basis of electricity transmission with valve-inductor electric machines combined power and independent drive-wheel motor

Abstract. The choice of structure, structure and parameters of experimental model of the road train with application of activization of the wheel course locates in article, the constructive scheme of experimental model of the module on the basis of the semi-trailer is developed and its technical characteristics are estimated, features of the device of the heavy-load vehicle are defined and the modes of its work are set, results of an assessment of expediency of use of the valve-inductor electric drive are given in experimental model of the road train.

Key words: model, experiment, electric cars, VID, valve - inductor drive, truck, actuator, drive, motor-wheels, heavy-duty vehicles, BPS, modularity, module, an experimental model.