

УДК 681.5

## ***АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ***

### ***ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ МНОГООСНЫХ МАШИН***

***Еличев К.А.***

*к.т.н., доцент,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,*

*Пенза, Россия*

***Пинт Э.М.***

*к.т.н., профессор,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,*

*Пенза, Россия*

**Аннотация.** Поведен анализ устройства и действия трансмиссий, применяемых для многоосных машин различного назначения, рассмотрены их достоинства и недостатки. Разработана электрическая схема привода, дано подробное описание ее работы. На основании полученных результатов рассмотрена возможность автоматизации электромеханической трансмиссии многоосных транспортных средств. Включение в звено постоянного тока балластного сопротивления позволяет контролировать напряжение и в случае превышения допустимого значения происходит включения тормозных резисторов, на которых рассеивается энергии торможения. Применения балластного сопротивления не улучшает энергосбережение, но значительно улучшает динамические характеристики электропривода.

**Ключевые слова:** многоосные колесные машины, система управления сенсорами, тяговый электродвигатель, электромеханическая трансмиссия, электрическая трансмиссия.

**ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF AUTOMATION OF**

## ***ELECTROMECHANICAL TRANSMISSION OF MULTIPLE MACHINES***

***Elichev K.A.***

*candidate of technical sciences, associate professor,  
Penza State University of Architecture and Construction,  
Penza, Russia*

***Pint E.M.***

*candidate of technical sciences, professor,  
Penza State University of Architecture and Construction,  
Penza, Russia*

**Annotation.** The analysis of the device and the action of transmissions used for multi-axis machines of various purposes is analyzed, their advantages and disadvantages are considered. The electric circuit of the drive is developed, the detailed description of its work is given. Based on the results obtained, the possibility of automation of electromechanical transmission of multi-axle vehicles is considered. The inclusion of a ballast in the DC link allows monitoring of the voltage and, in case of exceeding the permissible value, braking resistors are switched on, in which the braking energy is dissipated. The use of ballast resistance does not improve energy saving, but significantly improves the dynamic characteristics of the electric drive.

**Key words:** multi-axle wheeled vehicles, sensor control system, traction motor, electromechanical transmission, electric transmission.

На пневмоколесных машинах применяются основные и вспомогательные трансмиссии. Первые обеспечивают полный диапазон регулирования скорости и тягового усилия в двигательном режиме, а вторые – частичный диапазон регулирования в короткие промежутки времени. В качестве основных применяются механические, гидромеханические, гидродинамические, гидрообъемные и электрические трансмиссии.

Основным недостатком механических трансмиссий является ступенчатое изменение скорости, осуществляемое для использования полной мощности

источника энергии при изменении тягового усилия, определяемого сопротивлением движению машины. Помимо этого, при переключениях передач тяговое усилие исчезает вследствие разрыва силового потока в трансмиссии.

Гидрообъемные и электрические трансмиссии свободны от недостатков механических и гидромеханических трансмиссий.

Принципиально возможны три разновидности электротрансмиссий: трансмиссии постоянного, переменного и переменного-постоянного тока.

Электропривод должен обеспечивать управление двумя тяговыми асинхронными двигателями (АД) с сохранением постоянства мощности [1]. Требуемая характеристика представлена графиком на рис.1.

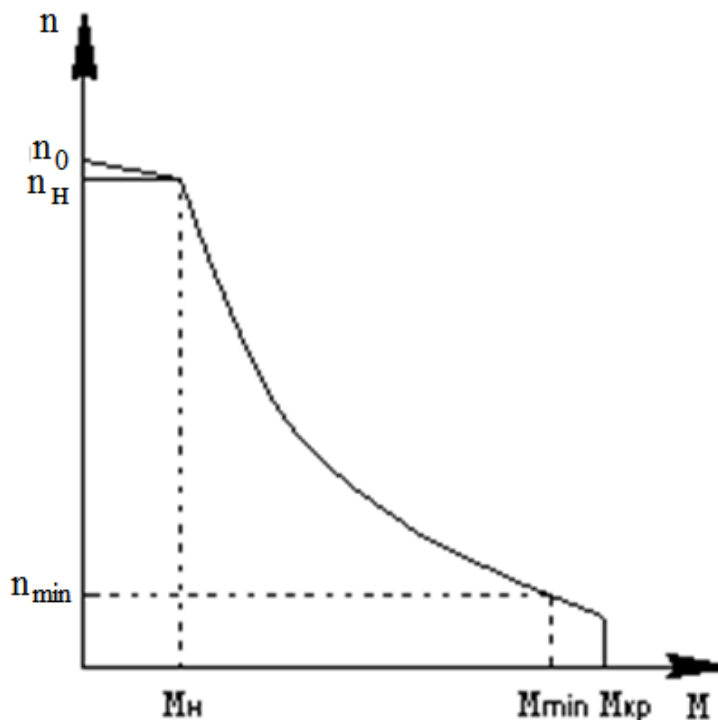


Рис.1– Характеристика электропривода.

Для обеспечения такой характеристики проектируемый привод должен состоять из генератора, вращаемого двигателем внутреннего сгорания, выпрямителя и двух преобразователей частоты, по одному на каждый тяговый двигатель.

Чтобы обеспечить требуемые характеристики постоянства мощности предлагается применить обратные связи по скорости и току тяговых двигателей.

Электрическая схема привода представлена на рис.2 Основным элементом схемы является контроллер, который управляет тяговыми электродвигателями, сохраняя постоянство мощности, а также защищает систему от перенапряжений и токов, превышающих номинальные значения [2,3]. Чтобы это осуществить в схеме предусмотрены термодатчики, которые устанавливаются на каждом инверторе и на каждом тяговом двигателе. Если контроллер получает сигнал о превышении допустимой температуры он подает команду на включение дополнительной вентиляции. Если нагрев продолжается контроллер автоматически выключает систему привода и включает механический тормоз.

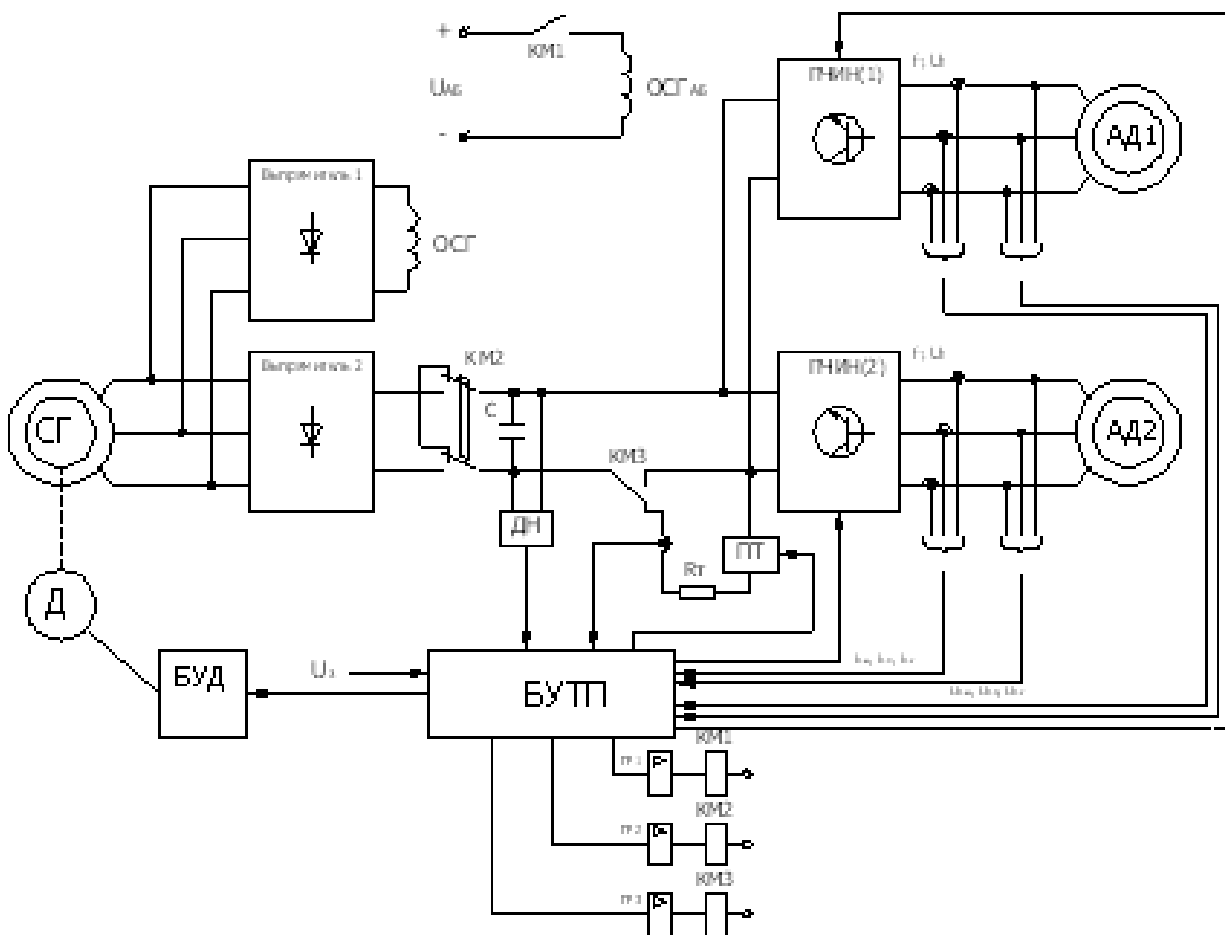


Рис.2 – Электрическая схема привода шасси

После запуска водителем шасси контроллер дает команду блоку управления дизельным двигателем (БУД) на его включение и подключает цепь возбуждения обмотки генератора (ОСГ) с помощью контактора KM1 к аккумуляторной

батарею шасси. Генератор начинает вырабатывать напряжение, которое через выпрямитель 1 поступает на основную обмотку возбуждения ОСГ. В это же время через выпрямитель подается напряжение на конденсатор С и инверторы напряжения. При достижении номинального значения напряжения (сигнал поступает от датчика напряжения постоянного тока (ДН)) контроллер отключает вспомогательную обмотку возбуждения и генератор переходит в режим самовозбуждения и подает номинальное напряжение на вход выпрямителей. После этих операций шасси готово к началу движения. Для обеспечения требуемого момента на колесах начинается управление преобразователями частоты двух АД. В схеме предусмотрена возможность торможения транспортного средства путем снижения энергии движения в тормозных резисторах. При нажатии на педаль тормоза инверторы сразу же инвертируют двигательный момент и передают энергию торможения в канал связи постоянного тока, где она рассеивается тормозным прерывателем (ПТ). Сила тока в системе уравнивается напряжением вентилятора для охлаждения тормозных резисторов контролируется в заданном диапазоне. Если этого не происходит, то в системе фиксируется неисправность и включается система защиты. В том случае, если индикатор показывает неисправность, водитель должен немедленно осуществить торможение, так как время, отводимое на эту операцию, ограничено.

В связи с тем, что энергия торможения не может быть возвращена в источник, выпрямитель 2 отключается от преобразователя частоты КМ2 и контроллер переключает контактор КМ3. Таким образом привод переходит в режим снижения энергии торможения на тормозных резисторах[4]. Величина напряжения контролируется в каналах постоянного тока и при превышении заданной величины выключается тормозной прерыватель.

Общеизвестно, что при промышленной частоте 50 Гц скорость вращения ротора асинхронного двигателя с одной парой полюсов составляет 3000 об/мин. Для обеспечения более высоких скоростей электроприводов часто применяют преобразователи частоты, способные работать с частотами до 400 Гц.

При выборе преобразователя необходимо разработать требования к его функциональным возможностям. Одним из важных факторов выбора преобразователя является режим работы электропривода. С точки зрения электротехники все электродвигатели как электромеханические преобразователи могут работать в четырех режимах работы: двигательный, генераторный, режим торможения, режим торможения противовключением.

Режим работы АД определяется значениями и направлениями скоростей вращения ротора и поля статора. В двигательном режиме поле статора и ротор вращаются в одну сторону. В генераторном режиме скорость ротора превышает скорость поля. В режиме динамического торможения поле не вращается при вращающемся роторе. В режиме же торможения противовключением поле и ротор вращаются навстречу друг другу. Преобразователи частоты могут обеспечить лишь первый и последний режимы работы двигателя. Но торможение противовключением применяется только на низких скоростях вращения при малых запасах энергии в рабочем органе. Поэтому, если не создавать дополнительных мер, то двигатель может перегреться и выйти из строя. В этом случае в преобразователях частоты применяется торможение выбегом, то есть для остановки двигатель отключается от сети и тормозится под действием сил трения в рабочем органе. Для создания неподвижного электромагнитного поля в этом режиме обмотки подключаются к источнику постоянного тока. Этот режим называют режимом торможения постоянным током. В этом режиме на двигателе рассеивается только механическая энергия рабочего органа и время торможения будет значительно ниже. Включение в звено постоянного тока балластного сопротивления позволяет контролировать напряжение и в случае превышения допустимого значения происходит включения тормозных резисторов, на которых рассеивается энергии торможения. Применения балластного сопротивления не улучшает энергосбережение[4], но значительно улучшает динамические характеристики электропривода. Если двигатель работает в режиме частых пусков, остановок, реверсов использование балластного сопротивления необходимо.

### **Библиографический список:**

1. Кулаков Н.А., Селифонов В.В., Черанёв С.В. Выбор оптимальной конструкции механической части электрической трансмиссии специального колесного шасси 8x8 // Известия МГТУ «МАМИ». – 2010. – № 1. – С. 78-82.
2. Кулаков Н.А. Разработка и исследование математической модели полноприводного четырехосного автомобиля с электротрансмиссией/ Кулаков Н.А., Лепешкин А.В., Черанев С.В. // М., МАМИ. Научный рецензируемый журнал Известия МГТУ «МАМИ», № 2 (12), 2011. С. 95-105.
3. Кычкин А.В. Интеллектуальная информационно-диагностическая система для исследований кровеносных сосудов/ Кычкин А.В. // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2013. – № 3. – С. 114-123.
4. Лепешкин А.В. Критерии оценки энергоэффективности многоприводных колесных машин/ Лепешкин А.В. // «Автомобильная промышленность» – М., 2010, № 10, с. 19-23.