

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНОГО ПРИВОДА В ТАБЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ ТРАНСПОРТНЫХ ВОЙСК**

*Т. С. КОРОЛЁНОК, М. Т. КОРОЛЁНОК*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

При организации работ по строительству или восстановлению искусственных сооружений применяется большое количество различных образцов техники, оснащенной двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

Самым эффективным на сегодня и ближайшую перспективу решением по экономии топлива и снижению уровня выброса вредных веществ является применение на технике комбинированной энергетической системы – гибридного привода (ГП). Под гибридной силовой установкой (ГСУ) принято понимать наличие на транспортном средстве двух источников энергии – двигателя внутреннего сгорания и накопителя энергии. Общей мировой тенденцией в развитии гибридного привода является массовое внедрение техники с комбинированной энергетической установкой на основе ДВС, с перспективой перехода на новые виды первичных источников энергии (газотурбинных установок, топливных элементов и др.), которые обеспечивают большую экономичность, экологическую чистоту, применение альтернативных видов топлива.

Анализ истории развития техники показывает, что первая ГСУ была предложена Фердинандом Порше еще в 1898 г. На протяжении последних ста лет образцы техники с ГП производились и использовались с переменным успехом. В настоящее время наблюдается непрерывно возрастающий интерес к ГСУ. Наиболее интенсивно идет развитие электрических ГСУ. Наиболее экономически и технически целесообразными являются дизель-электрические энергоустановки.

Большое количество компаний в Европе, Азии и Америке проводят исследования и ведут разработки и подготовку производства электрических машин, силовой и управляющей электроники, испытательных стендов для прямо-сдаточных и квалификационных испытаний как составных частей, так и всего комплекта электрической трансмиссии для различных транспортных средств: большегрузных самосвалов, многосцепных автопоездов, многоосных колесных тягачей сельскохозяйственных и промышленных колесных и гусеничных тракторов. К этому перечню добавилось еще одно направление – гибридный электропривод.

*Применение ГСУ позволяет:* снизить в 10 раз уровни выбросов вредных веществ (СО, СО<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC и др.); обеспечить экономию топлива от 25 до 50 %; обеспечить запуск ДВС, генерацию и рекуперацию электроэнергии с

накоплением и последующим использованием ее; использовать ДВС меньшей мощности (до 30 % снижение мощности по сравнению с традиционной схемой) при сохранении момента на колесах или ведущих звездочках; организовать работу ДВС в оптимальном по топливной эффективности и выбросам режиме; осуществить автономный ход на электротяге, используя только энергию накопителя; повысить комфортность для оператора (снизить шум, вибрацию, улучшить управляемость и т. д.); повысить надежность и ресурс механической системы торможения в целом.

В ходе создания современных комплектов тягового электрооборудования для транспорта с комбинированными энергоустановкам, разработчиками используется несколько типовых подходов. Соответственно, системы тягового привода для гибридных транспортных средств по своей конструкции делят на последовательные, параллельные, последовательно-параллельные (комбинированные).

**Последовательная** кинематическая схема (рисунок 1) ДВС работает только на генератор, при этом выбирается режим минимального расхода топлива. Энергия, вырабатываемая генератором, подается либо на тяговый электродвигатель, либо в накопитель энергии и на тяговый электродвигатель, либо только в накопитель энергии. Тяговый электродвигатель обеспечивает весь необходимый силовой и скоростной диапазоны транспортного средства и при его замедлении работает в режиме генератора, обеспечивая рекуперацию энергии торможения. Достоинствами последовательной схемы являются: возможность работы ДВС в постоянном режиме минимального расхода топлива, простота управления силовой установкой, отсутствие специальных узлов трансмиссии. К недостаткам следует отнести слишком малый КПД системы превращения энергии от двигателя внутреннего сгорания до приводных колес.

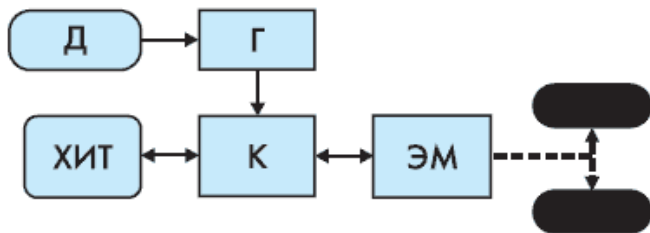


Рисунок 1 – Последовательный гибридный привод

**Параллельная** схема (рисунок 2) обеспечивает передачу энергии на колеса как от источника механической энергии (ДВС), так и – параллельно – от электродвигателя. При этом, накопитель энергии работает так же, как в последовательной схеме. Электродвигатель компенсирует неравномерности работы ДВС и недостатки момента, обеспечивая плавность хода и экономию топлива за счет энергии накопителя, полученную при рекуперативном

торможении. Параллельная схема, очевидно, применима только к двигателям с вращающимся валом (ДВС) и не подходит для альтернативных источников энергии. Преимуществом параллельной схемы является более высокий КПД передачи энергии от первичного двигателя к ведущим колесам, в сравнении с последовательной схемой, и возможность применения одной электромашины вместо двух. Недостаток – обязательное усложнение трансмиссии для обеспечения отбора (подвода) мощности электрической машины, отход первичного двигателя от режима минимального расхода топлива при регулировании скорости движения транспортной машины и определенное усложнение системы управления трансмиссией.

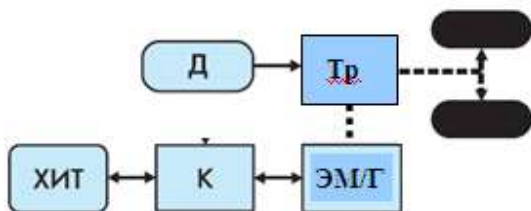


Рисунок 2 – Параллельный гибридный привод

Последовательно-параллельная схема (рисунок 3) сочетает в себе преимущества последовательной и параллельной схем за счет специального устройства согласования работы ДВС и электродвигателя (например, несимметричный планетарный дифференциал). Такая схема обеспечивает высокую экономичность работы, максимальную гибкость в режимах работы системы тягового привода, но является довольно сложной в разработке и реализации, требует создания сложных и дорогих механических элементов.

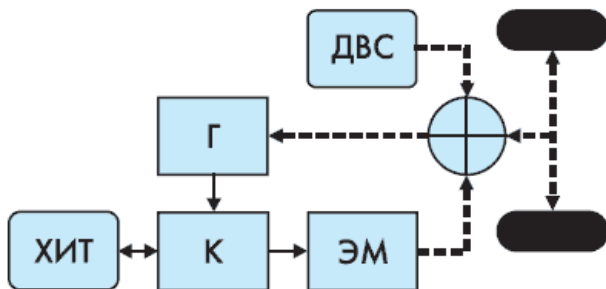


Рисунок 3 – Комбинированный гибридный привод

Уже в настоящее время разработаны и существуют серийные образцы транспортных средств с ГСУ, построенными по каждой из рассмотренных схем. Имеются легковые и грузовые автомобили, автобусы, тракторы и специальная техника на их базе.

Трудности, сдерживающие процесс развития ГСУ и ГП, вызваны следующими причинами:

- отсутствие комплектующих с необходимыми характеристиками;
- имеющиеся образцы электромоторов, накопителей энергии и элементов систем управления не удовлетворяют по критерию «цена – качество».

Приоритетное направление внедрения новых образцов техники на вооружение войск – спроектировать, испытывать и запустить в серийное производство комплект гибридного электропривода для строительного-дорожного машин и другой специальной техники. Российский концерн «РУСЭЛПРОМ» несколько лет занимается решением задач в области создания комплектов тягового электрооборудования электрических трансмиссий. Одним из успешных проектов является разработка комплекта оборудования для энергонасыщенных сельскохозяйственных пропашных тракторов и гусеничных машин (рисунок 4).

**БЕЛАРУС 3022ДВ**



Рисунок 4 – Трактор БЕЛАРУС 3022ДВ

Тяговое электрооборудование, установленное на тракторе, включает: асинхронный мотор – генератор; тяговый асинхронный двигатель центрального привода с силовым преобразователем; блок питания и коммутации; преобразователь постоянного напряжения в постоянное (DC/DC) для собственных нужд и питания насосов системы охлаждения; контроллер верхнего уровня с органами управления и отображения информации в кабине водителя для управления потоками мощности и тягой.

#### **Список литературы**

1 **Скворцов, В. А.** Тенденции в развитии транспортных средств с использованием электропривода / В. А. Скворцов, А. А. Берестов // Силовая электроника. – 2004. – № 1. С. 85–87.