

Выбор оптимальной конструкции механической части электрической трансмиссии специального колесного шасси 8x8

к.ф.-м.н. доц. Кулаков Н.А., к.т.н. проф. Селифонов В.В., Черанёв С.В.
МГТУ «МАМИ»

8(495) 223-05-23, доб. 1254, cheranев@mami.ru

Ключевые слова: специальное колесное шасси, электротрансмиссия, индивидуальный привод колес, тягово-динамические характеристики.

При проектировании автомобилей с электрической трансмиссией одной из проблем является обеспечение требуемых тягово-скоростных качеств. Диапазон оборотов стандартных тяговых электродвигателей находящийся в пределах от 0 до 2500 об/мин еще более осложняет вопрос высокой скорости и приемлемой проходимости.

В данной работе описан один из вариантов решения задачи расширения рабочего диапазона силовой установки.

В качестве объекта проектирования был выбран автомобиль высокой проходимости с колесной формулой 8×8 (рисунок 1) на базе узлов и агрегатов шасси семейства «Вощина-1», серийное производство которых освоено на ООО «БАЗ», а также агрегатов и элементов конструкции ранее выпускавшихся шасси.

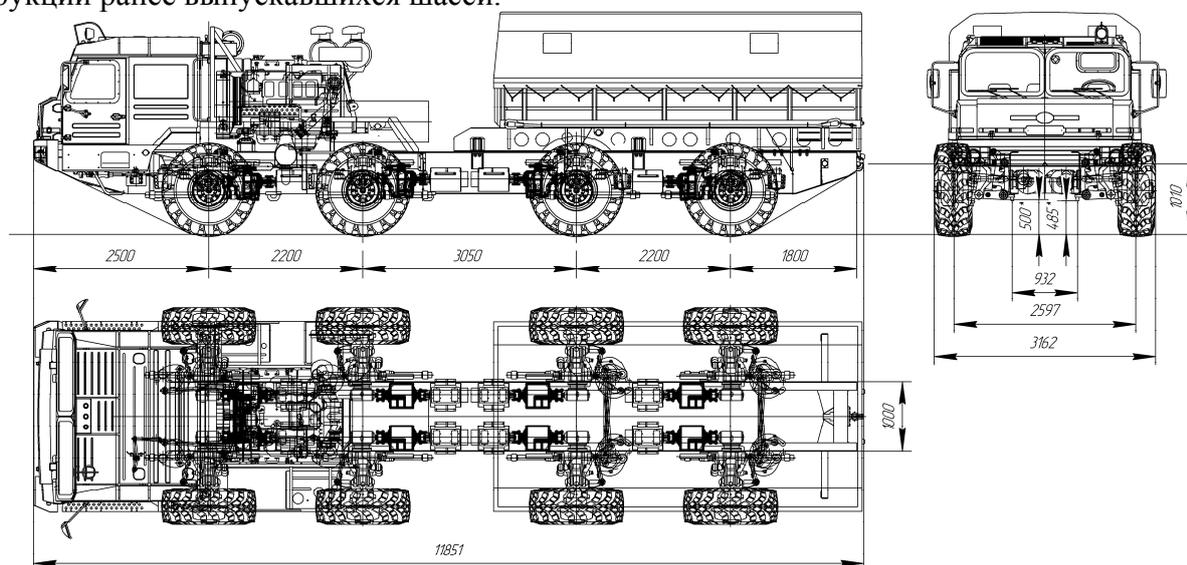


Рисунок 1 – Общий вид шасси

При создании автомобиля была полностью использована подвеска колес, колесные редукторы, колеса с шинами, элементы рамы. Габаритная ширина шасси была увеличена с 2750 мм до 3162 мм, что связано с необходимостью увеличения ширины рамы из-за размещения внутри нее асинхронных тяговых электродвигателей. Рулевой привод колес был доработан в связи с увеличением габаритной ширины шасси.

Использование в конструкции привода колес угловых редукторов (бортовых передач) от шасси Зил-135ЛМП с передаточным отношением 2,273 позволило уменьшить габаритную ширину шасси, по сравнению с вариантом поперечного расположения тяговых электродвигателей.

Была выбрана последовательная схема гибридной силовой установки. Вместе с индивидуальным приводом от электромотора на каждое колесо это позволяет объединить преимущества электротрансмиссии и гибридной силовой установки. В системе тягового электрооборудования были использованы эффективные средства управления тяговыми электродвигателями. В состав трансмиссии входят асинхронные электродвигатели; блок преобразования энергии и управления; блок силовой коммутации; пульт управления; блок управления

Раздел 1. Наземные транспортные средства, энергетические установки и двигатели.
режимами электромашин; распределительная панель; блок аккумуляторных батарей (рисунок 2).

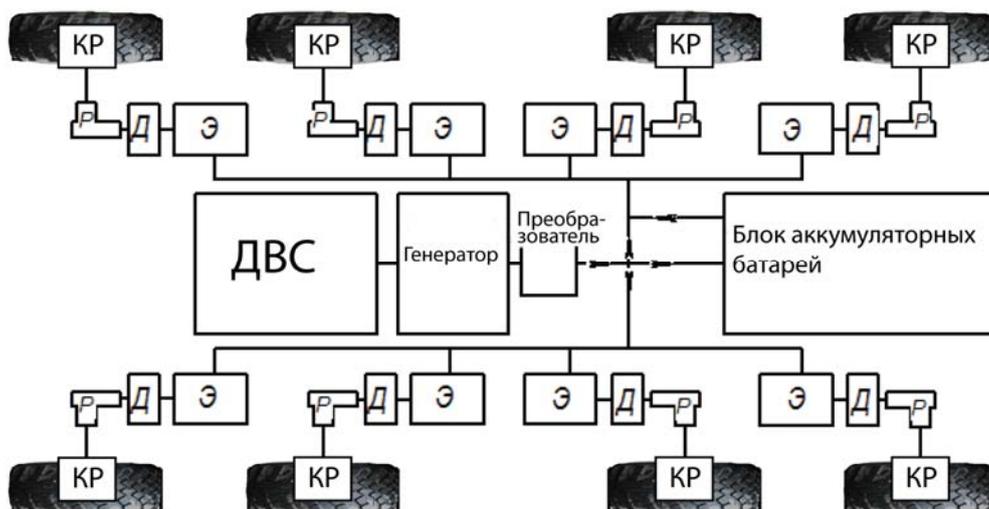


Рисунок 2 – Принципиальная схема шасси: Э – электродвигатель,

Д – демультипликатор, Р – угловой редуктор, КР – колесный редуктор

Угловой редуктор (рисунок 3) обеспечивает увеличение момента и его передачу под прямым углом от электродвигателей к колесам.

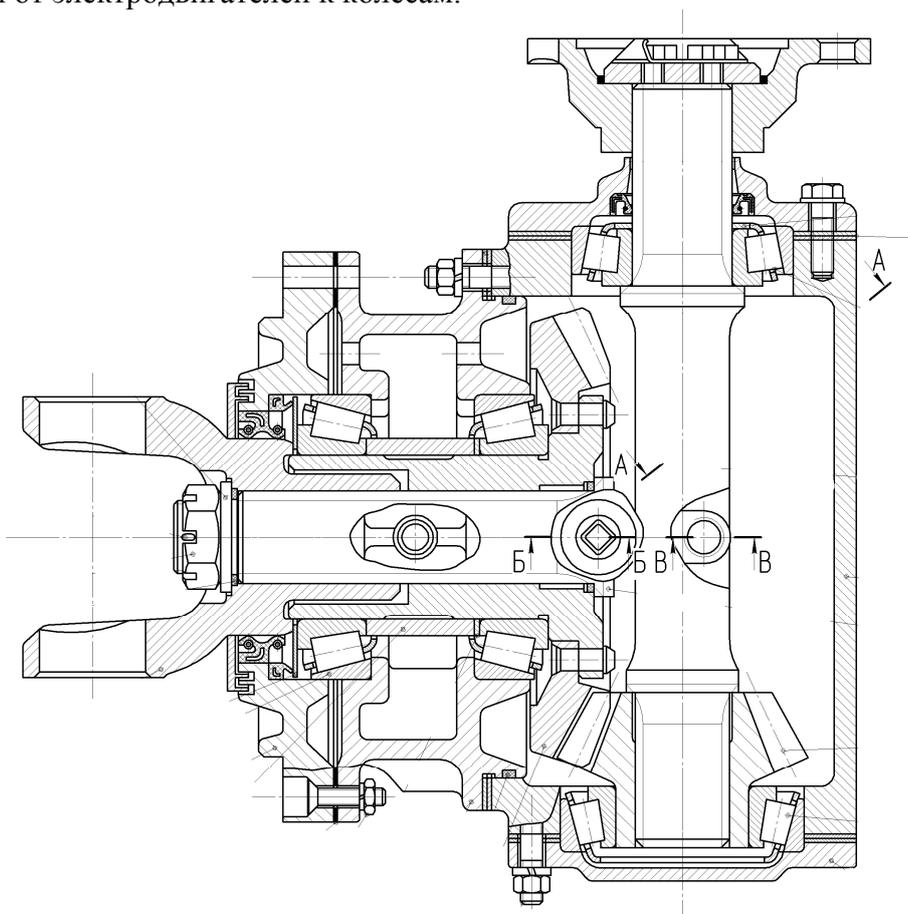


Рисунок 3 – Угловой редуктор

Согласно выбранной стратегии использования максимально возможного числа серийно выпускающихся узлов было решено применить угловой редуктор производства АМО ЗИЛ для шасси ЗИЛ-135. На автомобиле 8 угловых редукторов – по одному на каждое колесо. Угловые редукторы на задней оси снабжены дополнительно механизмом стояночного тормоза.

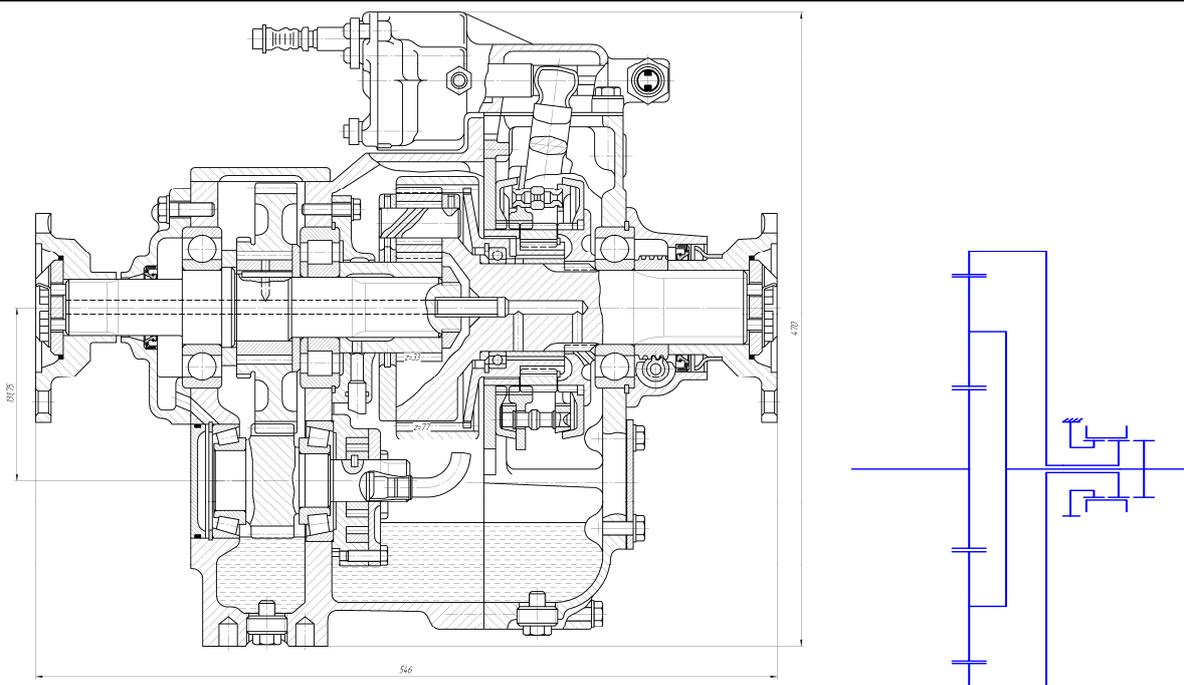


Рисунок 4 – Демультитрипликатор и его кинематическая схема

Ключевым элементом, который позволяет значительно повысить тягово-скоростные качества автомобиля, является дополнительный двухступенчатый редуктор, названный демультитрипликатором (рисунок 4). Прямая передача ($i_d = 1$) обеспечивает движение с высокими скоростями по твердым покрытиям, пониженная ступень ($i_d = 3,33$) позволяет преодолевать труднопроходимые участки с высоким сопротивлением движению. Данный демультитрипликатор является частью модульной девяти ступенчатой коробки передач автомобиля ЗиЛ-4331 (рисунок 5), выпускаемой Смоленским автоагрегатным заводом.

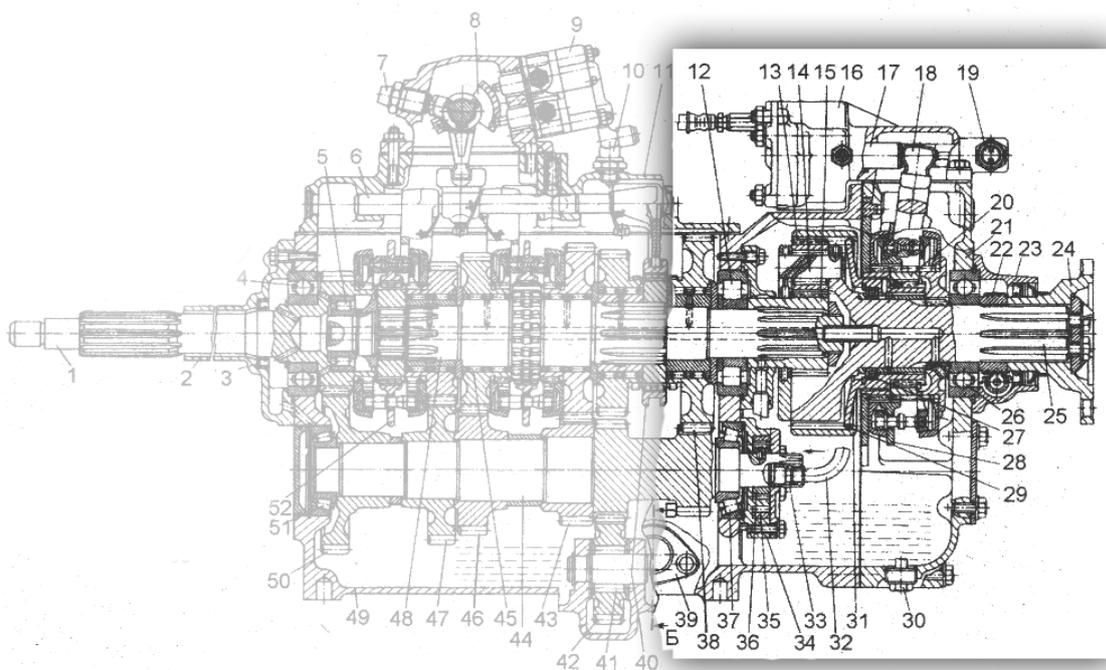


Рисунок 5 – Девяти ступенчатая коробка передач Смоленского автоагрегатного завода с демультитрипликатором: 16 – привод переключения демультитрипликатора, 25 – выходной вал демультитрипликатора, 33 – привод масляного насоса

Основным фактором, затрудняющим использование полностью стандартного узла демультипликатора, является система смазки его деталей. В блоке с коробкой передач обеспечение смазки деталей демультипликатора осуществляется шестеренным насосом. Насос имеет привод от промежуточного вала коробки передач. Было принято решение использовать пару шестерен коробки передач, наиболее приближенную к корпусу демультипликатора. Стандартные валы коробки передач были доработаны, а именно уменьшена их длина, обработаны новые места под подшипники. Несмотря на то, что оставленная пара шестерен коробки передач не соответствует величине передаваемого момента, ее использование признано целесообразным по выбранной концепции максимального использования готовых узлов и деталей. Привод переключения демультипликатора осуществляется пневматическим цилиндром.

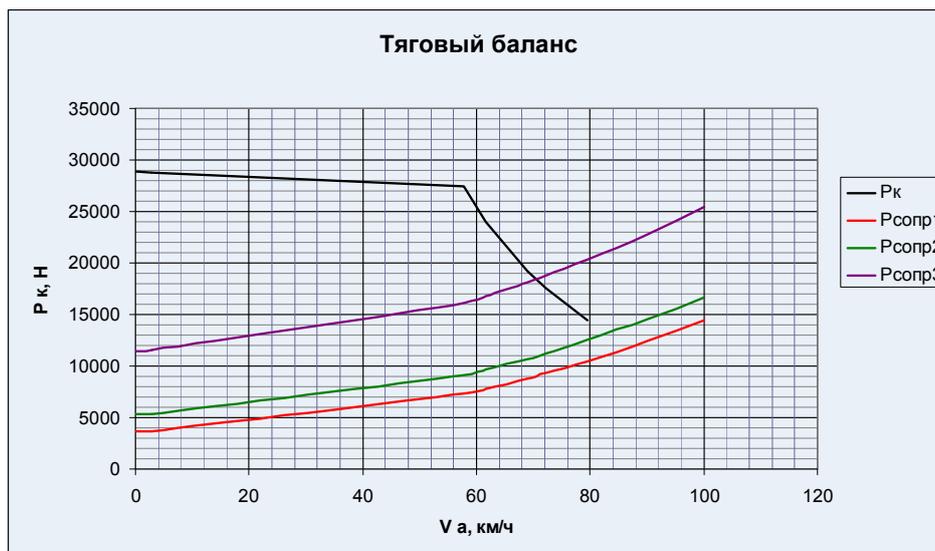


Рисунок 6 – Сила тяги P_k на колесах при $i_d = 1$:

$P_{сопр1}$ – сила сопротивления движению по дороге с асфальтобетонным покрытием,
 $P_{сопр2}$ – сила сопротивления движению по дороге с покрытием из булыжника,
 $P_{сопр3}$ – сила сопротивления движению по дороге с покрытием из рыхлого грунта

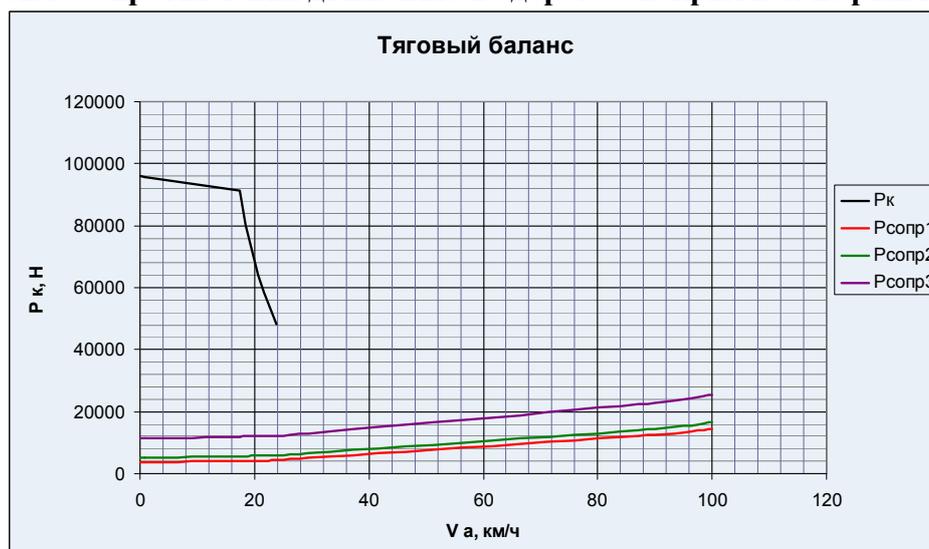


Рисунок 7 – Сила тяги P_k на колесах при $i_d = 3,33$,

$P_{сопр1}$ — сила сопротивления движению по дороге с асфальтобетонным покрытием,
 $P_{сопр2}$ — сила сопротивления движению по дороге с покрытием из булыжника,
 $P_{сопр3}$ — сила сопротивления движению по дороге с покрытием из рыхлого грунта

Раздел 1. Наземные транспортные средства, энергетические установки и двигатели.

В тяговом расчете (рисунки 6 и 7) использовались следующие исходные данные:

Вес автомобиля, G_a	230000	Н
Передаточное число углового редуктора, i_p	2,273	
Передаточное число демультипликатора, i_d	3,33	
Передаточное число колесного редуктора, $i_{кр}$	3,357	
КПД	0,94	

В результате тягово-динамического расчета были получены следующие результаты:

- максимальная скорость – 79,5 км/ч (асфальт),
71,0 км/ч (рыхлый грунт);
- время разгона до 60 км/ч – 18 с (асфальт),
28 с (рыхлый грунт);
- максимальный угол преодолеваемого подъема – 23°46'.

Заключение

Применение электротрансмиссии расширяет возможности существующих специальных транспортных средств: снижается масса, уменьшаются механические потери, увеличивается диапазон регулирования трансмиссии. Вместе с тем часто становится целесообразным комбинировать электрические и механические компоненты, в частности, применение ступенчатых редукторов для расширения рабочего диапазона электромоторов. Выбранная в работе схема использования механических узлов в электротрансмиссии обеспечивает автомобилю высокие динамические характеристики и имеет хорошие перспективы для дальнейшей работы.