

Раздел 3. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 629.114.2—585.2

А.В.ЖУКОВ, д-р техн.наук,
А.Ф.ТИХОНОВ, канд.техн.наук,
Я.И.ОСТРИКОВ, инженер (БТИ)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ НА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЯХ

В настоящее время в лесной промышленности имеет место тенденция все большей концентрации лесозаготовительного и деревообрабатывающего производства в рамках крупных лесопромышленных объединений и комплексов, обуславливающая повышение роли автомобильного транспорта леса из-за все возрастающей отдаленности лесосырьевых баз. В связи с этим все большую актуальность приобретает исследование условий эксплуатации и надежности конструкции лесовозных автомобилей.

Лесовозные автомобили, относящиеся к группе полноприводных, характеризуются тем, что они эксплуатируются на дорогах всех типов, лесовозных ветках, усах и в условиях бездорожья. Сложность условий их эксплуатации характеризуется данными пробегов, принимаемыми для оценки надежности полноприводных автомобилей в различных дорожных условиях (табл. 1 [1]).

Приведенные данные указывают на необходимость усиления требований к конструктивным параметрам и технико-эксплуатационным показателям лесовозных автомобилей. Последние должны обладать хорошими тягово-динамическими качествами, высокой проходимостью по мягким грунтам и бездорожью, обеспечивая при этом высокие показатели производительности, топливной экономичности, удовлетворительные условия труда водителя, надежность и долговечность агрегатов и конструкции в целом.

Особые требования предъявляются к трансмиссии лесовозного автомобиля. В настоящее время для передачи мощности от двигателя к колесам наряду с широко распространенными в автомобилестроении механическими трансмиссиями все большее применение находят гидромеханические, реже из-за их громоздкости и сложности — электрические и другие типы трансмиссий. На

Таблица 1

Распределение пробега по типам дорог

Тип дорог	Пробег, %
Усовершенствованные с твердым покрытием	20
Булыжные, гравийные и щебеночные	30
Грунтовые удовлетворительного состояния	30
Разбитые грунтовые	10
Грунтовые в период распутицы	10

лесовозных автомобилях в СССР применяются только механические трансмиссии.

Накопленный опыт применения гидромеханических передач (ГМП) в трансмиссиях ряда различных отечественных и зарубежных транспортных средств и других машин позволяет отметить их положительные качества и недостатки. По заключению ряда исследователей [2] применение ГМП обуславливает ряд положительных качеств.

Улучшение тягово-динамических качеств транспортного средства происходит вследствие практической неразрывности потока мощности от двигателя к движителю, разрыв которого имеет место при механической коробке передач (МКП) в момент переключения. Скорость движения транспортного средства с ГМП при переключении передач практически не снижается, так как частота вращения вала двигателя меняется незначительно; при переключении же в МКП частота вращения вала двигателя снижается и после каждого переключения необходимо затрачивать энергию на разгон вращающихся частей двигателя. Хотя ГМП имеют более низкий КПД из-за отсутствия жесткой связи между деталями гидротрансформатора (ГТ), разгон транспортного средства с ней осуществляется более интенсивно.

Повышение проходимости по мягким грунтам и бездорожью благодаря наличию ГТ обеспечивается автоматическим изменением режима работы в зависимости от условий движения, т.е. достигается широкое изменение крутящего момента при движении на данной ступени, плавное трогание с места и равномерное движение транспортного средства. Это позволяет уменьшить число переключений передач в тяжелых дорожных условиях на 30–35 % и способствует исключению дополнительных возмущений, приводящих к возникновению крутильных колебаний в трансмиссии и колебаний угловой скорости ведущих колес.

При применении МКП возникающие в процессе трогания и переключения передач динамические нагрузки в трансмиссии вызывают колебания угловой скорости колес, что часто приводит к разрушению грунта в зоне контакта шины с дорогой, увеличению глубины колеи и даже буксованию.

Выполненные в НАМИ исследования [3] показали, что среднетехническая скорость автомобиля с ГМП при движении по песку и снегу выше на 10–26 %, причем это увеличение проявляется значительно на предельных режимах, когда автомобиль с МКП уже теряет проходимость, а автомобиль с ГМП еще уверенно движется со скоростью 5–10 км/ч. При движении в сложных дорожных условиях расход топлива у автомобиля с МКП несколько выше.

Увеличение производительности достигается реализацией более высокой средней мощности двигателя в процессе движения благодаря исключению ошибок в выборе необходимой передачи и за счет экономии времени на переключение передач, позволяющей получить более интенсивный разгон. Это способствует увеличению средней скорости движения, а следовательно, и производительности транспортного средства.

Благодаря наличию ГТ достигается увеличение срока службы двигателя и агрегатов трансмиссии. Отсутствие жесткой связи между ними обеспечивает снижение эксплуатационных нагрузок деталей двигателя и механической части трансмиссии, особенно сильно проявляющихся на неустановившихся режимах работы. Это преимущество особенно проявляется при эксплуатации авто-

мобилья в сложных дорожных условиях при больших сопротивлениях движению. Наличие гидротрансформатора в ГМП позволяет разгрузить колесные тормоза и увеличить долговечность тормозных накладок в несколько раз в зависимости от условий эксплуатации.

Гидротрансформатор за счет автоматичности рабочего процесса обеспечивает без дополнительных переключений правильное соответствие силы тяги на колесах движущегося автомобиля сопротивлению движения, что облегчает труд водителя, освобождая его от манипуляций педалью сцепления и рычагом переключения передач. При этом переключение передач можно автоматизировать. Вследствие снижения утомляемости водителя и облегчения его труда происходит повышение безопасности движения. Улучшается также комфортабельность автомобиля за счет плавного трогания с места и автоматического переключения передач, не зависящих от квалификации водителя. При использовании ГМП происходит уменьшение токсичности выхлопных газов, так как сокращается количество переключений, отсутствует режим принудительного холостого хода при переключении передач под нагрузкой, вследствие чего работа двигателя более стабильна.

Наряду с положительными качествами ГМП свойственны и некоторые недостатки.

Более низкий КПД, особенно при работе на режиме гидротрансформатора, увеличивает расход топлива. Однако, по данным ряда исследователей, увеличение расхода топлива в эксплуатационных условиях, несмотря на низкий КПД, не превышает 2–10 %, а в сложных дорожных условиях расход в большинстве случаев ниже, чем у автомобиля с МКП.

Следует отметить также, что ГМП несколько усложняет конструкцию автомобиля и повышает его стоимость (по зарубежным данным цена автомобиля возрастает на 5–12 %).

Однако эти недостатки в полной мере компенсируются преимуществами, имеющими место особенно при эксплуатации в сложных условиях.

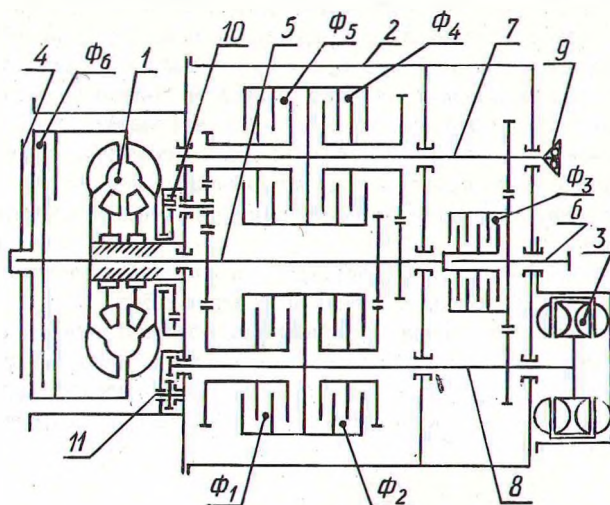
В настоящее время стали появляться изменения в традиционной схеме ГМП, позволяющие более полно совместить работу двигателя и гидротрансформатора, подобрать передаточные числа главной передачи, задать более рациональные режимы автоматического переключения передач и включения блокировки гидротрансформатора; механический редуктор выполняется по планетарной дифференциальной схеме. Эти изменения направлены в основном на повышение топливной экономичности, снижение массы ГМП и повышение надежности.

Таким образом, перечисленные выше преимущества и недостатки гидромеханических передач, выявленные при их применении на ряде других транспортных средств, а также требования к технико-эксплуатационным качествам лесовозного автопоезда с учетом условий его эксплуатации, позволяют положительно решать вопрос об оснащении лесовозного автомобиля ГМП. При этом необходимо также оценить ряд показателей технической характеристики ГМП отечественного и зарубежного производства для грузовых автомобилей, близких по типу к лесовозным МАЗ и КрАЗ.

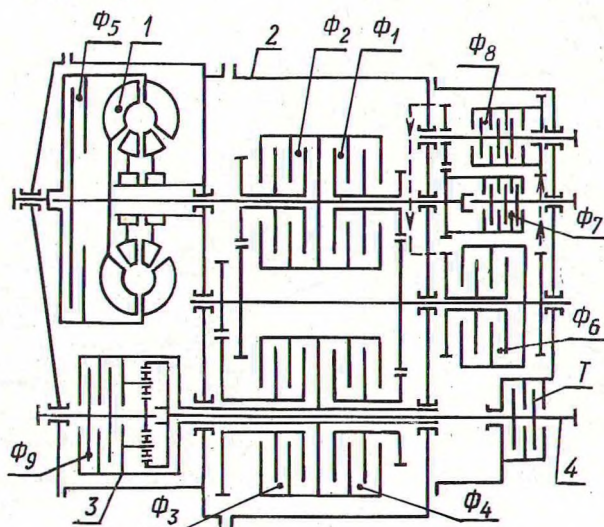
Проведенный анализ ГМП позволил сделать вывод, что автомобилям рассматриваемого типа наиболее соответствуют гидромеханические передачи, кинематические схемы которых представлены на рис. 1 и 2. Предусматриваемая

вальная схема механического редуктора ГМП существенно ближе к схеме стандартной механической коробки передач, что позволяет использовать имеющуюся отечественную практику массового производства таких передач.

Гидромеханическая передача грузового автомобиля (рис. 1) состоит из четырехколесного комплексного гидротрансформатора 1 типа ЛГ-390 с алюминевыми литыми колесами, четырехступенчатого механического редуктора 2 и гидрозамедлителя 3. Передача крепится непосредственно к картеру ма-



Р и с 1. Схема гидромеханической передачи грузового автомобиля.



Р и с 2. Схема гидромеханической передачи полноприводного автомобиля.

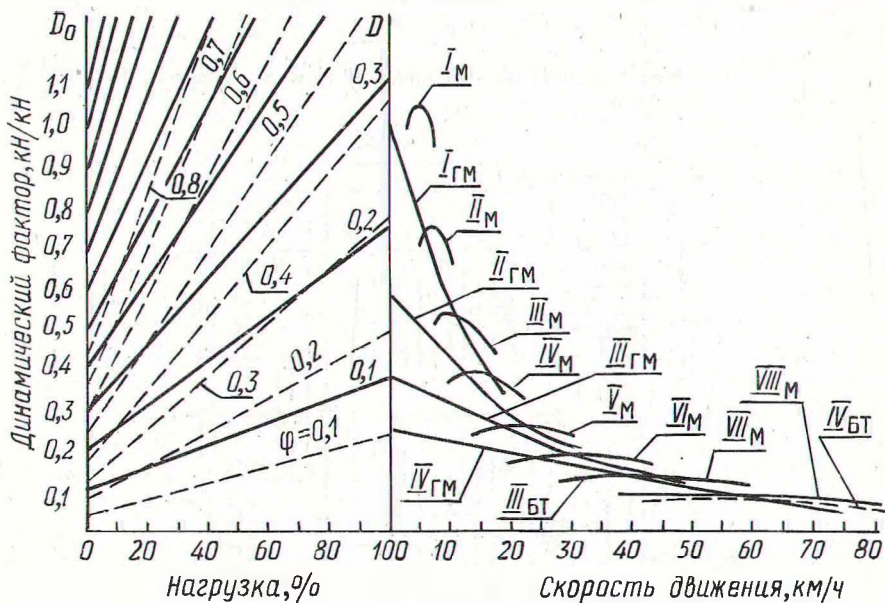
ховика двигателя. Насосное колесо гидротрансформатора соединяется с маховиком посредством муфты привода 4. Для повышения экономичности и максимальной скорости автомобиля предусматривается блокировка гидротрансформатора с помощью фрикциона Φ_6 .

Механический редуктор выполняется по схеме с неподвижными осями валов и имеет два промежуточных вала 7 и 8, на которых устанавливаются сдвоенные фрикционные муфты Φ_1, Φ_2, Φ_4 и Φ_5 . Турбинный 5 и выходной 6 валы — соосные. На выходном валу устанавливается фрикционная муфта Φ_3 . Особенностью схемы механического редуктора является наличие постоянной связи промежуточных валов 7 и 8 с выходным валом 6 через ряд шестерен, что облегчает привод вспомогательных агрегатов (малого масляного насоса 11, гидрозамедлителя 3 и центробежного регулятора 9 системы автоматического переключения передач). Привод большого масляного насоса 10 осуществляется от насосного колеса гидротрансформатора.

Включение передач механического редуктора осуществляется фрикционными $\Phi_1 - \Phi_5$ (табл. 2).

Общий силовой диапазон гидропередачи при $K_0 = 2,8$ равен 11,0; рабочий диапазон при $K_p = 1,825$ и кпд не менее 80 % равен 7,56.

Гидромеханическая передача полноприводного автомобиля (рис.2) [3] состоит из четырехколесного комплексного гидротрансформатора 1, блокируемого фрикционом Φ_5 , и четырехступенчатого механического редуктора 2. Для раздачи мощности на мосты автомобиля в блоке ГМП встроен межосевой



Р и с . 3. Динамический паспорт лесовозного автопоезда с различными типами трансмиссий: М — механической коробкой передач; ГМ — гидромеханической передачей; БТ — с заблокированным гидротрансформатором гидромеханической передачи.

Порядок включения передач и значений передаточных чисел ГМП

Передача	Включенный фрикцион	Передаточное число
I	Φ_1	2,664
II	Φ_2	1,574
III	Φ_3	1,000
IV	Φ_4	0,654
Задний ход (ЗХ)	Φ_5	-2,101

блокируемый фрикционом Φ_9 дифференциал 3. На валу 4 привода задних мостов установлен дисковый стояночный тормоз Т. Для включения синхронного привода активного прицепа (на двух передачах) имеется фрикционно-кулачковая муфта Φ_8 , для привода лебедки — муфта Φ_7 . Приведем порядок включения передач:

Передача	Включенный фрикцион
I	Φ_1, Φ_3
II	Φ_2, Φ_3
III	Φ_1, Φ_4
IV	Φ_2, Φ_4
I; ЗХ	Φ_6, Φ_3
II; ЗХ	Φ_6, Φ_4

Для сравнительного анализа тягово-динамических качеств лесовозного автопоезда с различными типами трансмиссий был построен расчетным путем его динамический паспорт (рис. 3). Последний включает динамическую характеристику, номограмму нагрузок и график контроля буксования. При расчете были приняты следующие основные параметры автопоезда: полная масса — 34 т; снаряженная масса автомобиля — 9,05 т; максимальная мощность дизельного двигателя — 194 кВт при 35 с^{-1} ; колесная формула — 4 x 2.

При расчете динамического фактора лесовозного автопоезда по известной методике [4] для условий установившегося движения были приняты: в первом случае — передаточные числа четырехступенчатой двухдиапазонной механической коробки передач (МКП); во втором — передаточные числа гидромеханической передачи (ГМП) типа ГМ4-80 с гидротрансформатором ЛГ-390 и четырехступенчатым механическим редуктором (табл. 2); в третьем — передаточные числа третьей и четвертой передач механического редуктора при заблокированном гидротрансформаторе этой же ГМП.

Анализируя динамические характеристики лесовозного автопоезда с различными типами трансмиссий, можно сделать следующие выводы:

— ГМП при скоростях движения свыше 10 км/ч и максимальном крутящем моменте двигателя позволяет реализовать более высокую мощность;

— повышается проходимость автопоезда с ГМП в диапазоне изменения скоростей до 5 км/ч, когда автопоезд с МКП теряет способность двигаться;

— при скоростях движения до 50 км/ч ГМП обеспечивает экономию времени за счет сокращения количества переключений (7 переключений в МКП и 3 переключения в ГМП) и уменьшения продолжительности одного переключения при автоматическом режиме;

— блокировка гидротрансформатора (ГТ) на высших передачах улучшает динамичность по сравнению с автопоездом с незаблокированным ГТ, при этом также увеличивается скорость движения по сравнению с автопоездом с МКП;

— для улучшения динамичности данного лесовозного автопоезда с ГМП необходимо некоторое увеличение активного диаметра гидротрансформатора.

Таким образом, исходя из условий эксплуатации лесовозного автопоезда, требований к его технико-эксплуатационным качествам, преимуществ и недостатков ГМП технико-экономическая целесообразность ее применения на лесовозных тягачах типа МАЗ и КраЗ несомненна. Кинематическая схема ГМП должна включать комплексный блокируемый гидротрансформатор с максимальным коэффициентом трансформации крутящего момента $K_0 = 3,2$, максимальным крутящим моментом на входе до 1200 Н·м при номинальной мощности двигателя до 250 кВт и активным диаметром до 440 мм; механический редуктор на 4–6 ступеней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Платонов В.Ф. Полноприводные автомобили. — М.: Машиностроение, 1981. — 279 с.
2. Баранов В.В., Гирущий О.И. Трехступенчатая гидромеханическая передача автобуса. — М.: Транспорт, 1980. — 152 с.
3. Гирущий О.И., Фоломин А.А., Мазалов Н.Д. Сравнительные испытания полноприводного автомобиля с гидромеханической и механической передачами. — Автомобильная промышленность, 1975, № 8, с. 26–29.
4. Бортницкий П.И., Задорожный В.И. Тягово-скоростные качества автомобилей: Справочник. — Киев: Вища школа, 1978. — 176 с.

УДК 634.03.77

П.Ф.РУДНИЦКИЙ, С.П.МОХОВ (БТИ)

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ КОЛЕСНОГО ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА ПРИ ВТОРИЧНОМ ПОДРЕССОРИВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

На трелевочных работах в различных странах мира в настоящее время все более широкое применение находят колесные трелевочные тракторы, которые по своим тягово-эксплуатационным качествам превосходят гусеничные. Реализация таких эксплуатационных качеств, как скорость движения, маневренность, управляемость позволяет получить более высокую производительность на трелевочных работах, сократить расходы на строительство усов и верхних складов за счет увеличения расстояния трелевки.

Кроме того, колесные тракторы благодаря эластичности и низкому давлению в шинах меньше разрушают покров почвы и повреждают подрост.