**Деркач О.И.**

*Национальный техни-
ческий университет
«Харьковский поли-
технический инсти-
тут»*

Таран И.А.

*Государственное
высшее учебное заве-
дение «Национальный
горный университет»*

УДК 629.1.07

Бесступенчатая гидрообъемно- механическая трансмиссия для мотовоза МТ-1: технические тре- бования, расчеты и испытания

*У статті приведені матеріали щодо переваг ГОМТ в ча-
стині застосування у залізничних транспортних засобах
технологічного призначення.*

*The article presents information about advantages of HVMT
for rail-cars.*

Введение. В настоящее время внедрение и эксплуатация бесступенчатых гидрообъемно-механических трансмиссий (ГОМТ) в железнодорожных тяговых машинах для технологического обслуживания колеи, грузовых и пассажирских перевозок задача архи актуальная и неотложная. Стремительный бум внедрения ГОМТ сначала в области бронетанковой техники, затем в области тракторостроения обнажил сегодня проблему использования этих эргономичных и технически совершенных трансмиссий в области железнодорожного транспорта и в горном деле на шахтных дизельных локомотивах.

Широта эксплуатационных требований к тяговому железнодорожному транспорту выдвигает следующие рамочные технические требования:

работа в технологическом режиме, требующим полной загрузки двигателя по мощности, которая обеспечивает движение локомотива с составом в диапазоне скоростей от 0,2 до (10...20) км/ч, с обеспечением постоянного значения скорости в любой точке данного диапазона, в том числе и на уклонах; возможность реализации тягового усилия до 60...65 кН; возможность реализации тягового усилия до 60...65 кН; необходимость обеспечения высоких тяговых свойств при маневрировании с составом суммарной массой до 360...400 т на скоростях до 30...40 км/ч; высокая транспортная скорость до 100 км/ч; необходимость сохранения всех параметров трансмиссии для режима заднего хода; наличие постоянного привода на все оси колесных пар.

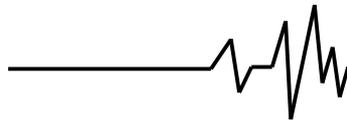
При этом важным направлением в развитии ГОМТ для данных машин является повы-

шение КПД трансмиссии на всех эксплуатационных режимах, что позволяет улучшить уровень топливной экономичности [1]. Такой опыт весьма ценен и для применения в других железнодорожных машинах, например в трансмиссиях маневровых тепловозов и шахтных дизелевозов.

Состояние вопроса. В железнодорожных машинах для технологического обслуживания колеи до сих пор находили применение в основном гидродинамические и ступенчатые механические трансмиссии или как их еще называют – гидромеханические трансмиссии. Но в виду роста требований к техническому уровню данных трансмиссий и к улучшению уровня топливной эффективности самих машин в настоящее время широко внедряются гидрообъемные трансмиссии с передачей мощности в прямом потоке. Такие трансмиссии обладают подкупающей простотой, но ограничены по КПД возможностями КПД объемных гидропередач, который является существенно переменным и не превосходит на сегодняшний день в ядре универсальных характеристик современных ГОП значений 0,83-0,86. Учитывая опыт развития трансмиссий в смежных машиностроительных отраслях, дальнейший путь эволюции трансмиссий должен лежать в области применения ГОМТ [2].

В данной статье предлагается для железнодорожных машин по технологическому обслуживанию колеи использовать ГОМТ с дифференциальным механизмом на выходе и возможностью синхронизированного переключения диапазонов во время движения.

Целью работы является обоснование целесообразности применения двухпоточной кинематической схемы бесступенчатой ГОМТ с



дифференциалом после ГОП и возможностью синхронизированного переключения диапазонов во время движения для ж/д транспорта на примере использования в трансмиссии изделия «Мотовоз технологический» МТ-1 украинского производства (рис. 1) массой до 40 т.



а)



б)

Рис. 1. Мотовоз технологический МТ-1. а) общий вид мотовоза; б) ГОМТ, установленная на мотовозе МТ-1.

Материалы исследования. Кинематическая схема трансмиссии для мотовоза была синтезирована в 2004 году и запатентована как полезная модель [3]. Сама схема представлена на рис. 2.

Трансмиссия включает в себя входной редуктор с приводом блока гидравлических управляемых насосов, реверсивного устройства, коробки передач с приводом гидромотора и раздаточную коробку с возможностью передачи крутящего момента на обе ведущие оси.

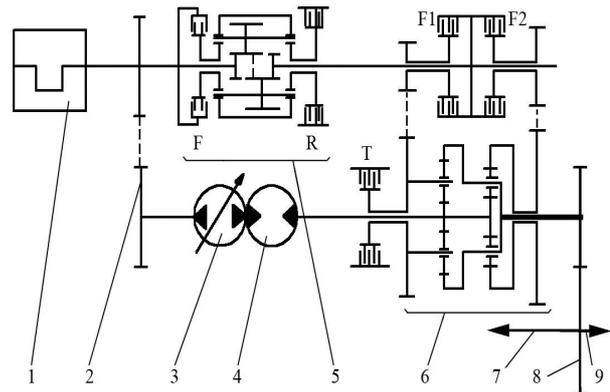
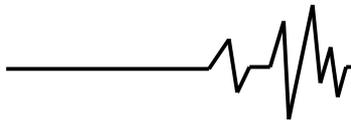
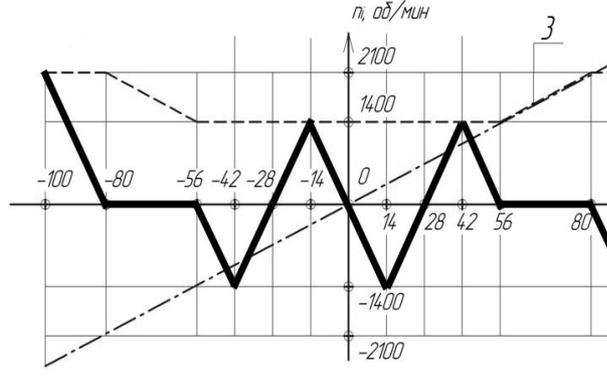


Рис. 2. Кинематическая схема трансмиссии мотовоза МТ-1
1-дизель; 2-входной редуктор;
3-блок управляемых гидронасосов;
4-гидромотор; 5-реверсивное устройство; 6-коробка передач; 7 и 9-приводы осей; 8-раздаточная коробка

Реверсивное устройство представляет собой симметричный дифференциал цилиндрического типа с фрикционными муфтами включения переднего (F) и заднего (R) хода. Коробка передач состоит из двух планетарных рядов с приводом от гидромотора к солнечным шестерням обоих рядов, двумя приводами механической ветви мощности и тремя фрикционными муфтами: (Т) включения первого диапазона; (F2) включения второго диапазона; (F1) включения третьего диапазона. Раздаточная коробка включает в себя простой зубчатый редуктор с прямой раздачей мощности с выходной шестерней на две ведущие оси с коническими приводными редукторами и колесными парами. Трансмиссия бесступенчатая с тремя диапазонами, включаемыми последовательно, с помощью фрикционных муфт коробки передач и реверсивного устройства с полной синхронизацией управляющих элементов. Первый диапазон – полнопоточный, в коробку передач входит мощность только от гидравлической ветви. Включается фрикционными муфтами Т и F2. Скорость движения мотовоза варьируется в пределах от 0 до 14 км/ч как передним, так и задним ходом. При этом обеспечивается выполнение всего перечня технологических операций. Второй и третий диапазоны – двухпоточные, мощность суммируется на планетарных рядах от гидравлической и механической ветвей. Второй диапазон включаются фрикционными муфтами F и F2 на переднем ходу, R и F2 – на заднем. Скорость движения мотовоза варьируется в пределах от 14 до 42 км/ч. Третий диапазон включаются фрикционными муфтами F и F1 на переднем ходу, R и F1 – на зад-



нем. Скорость движения мотовоза варьируется в пределах от 42 до 100 км/ч. ГОП трансмиссии включает в себя блок управляемых гидронасосов с суммарным значением объемной постоянной в 360 см³/об и неуправляемый гидромотор с объемной постоянной 355 см³/об производства фирмы Rexroth (Германия). Регуляторная характеристика трансмиссии представлена на рис. 3



1 - график изменения частоты вращения выходного вала КП;
2 - график изменения частоты вращения вала гидромотора;
3 - график изменения частоты вращения коленвала ДВС.

Рис. 3. Регуляторная характеристика трансмиссии мотовоза.

Алгоритм управления трансмиссией и двигателем сформирован с учетом максимально возможного использования двигателя в зоне частот вращения коленвала, соответствующего наибольшему уровню топливной экономичности. Для двигателя «Дойц» мощностью 330 кВт, установленного на МТ-1, это 1200...1400 об/мин. По данным кинематическим зависимостям была составлена структурная схема. Она представлена на рис. 4.

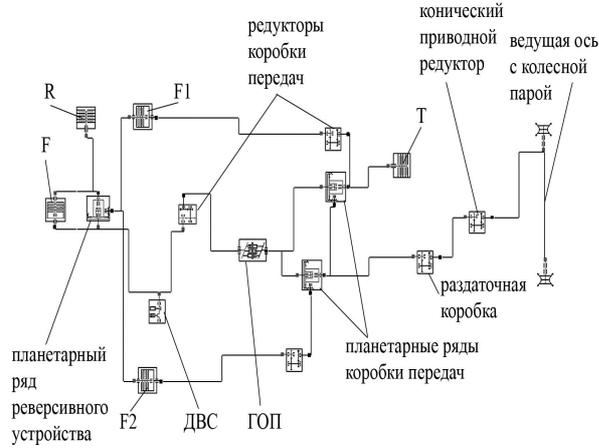


Рис. 4. Структурная схема трансмиссии мотовоза МТ-1.

Результаты анализа данной трансмиссии в программном продукте TRANS приведены на графиках в рис. 5, 6. По вертикали отложены значения искомых параметров (КПД, давление в ГОП, мощность дизеля, параметр регулирования ГОП). По горизонтали – значения линейной скорости мотовоза в м/с и км/ч.

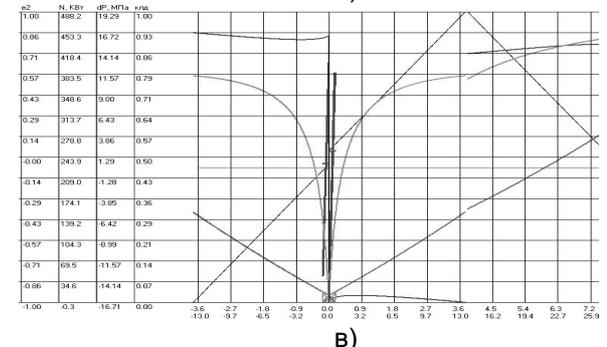
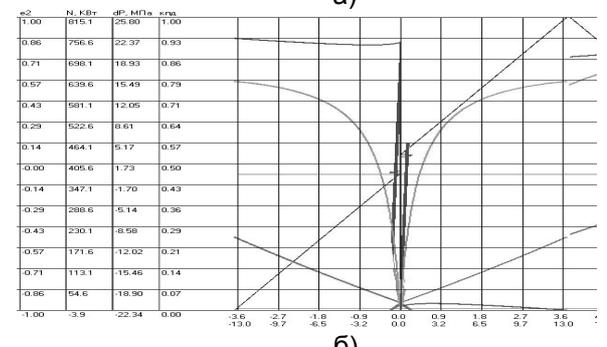
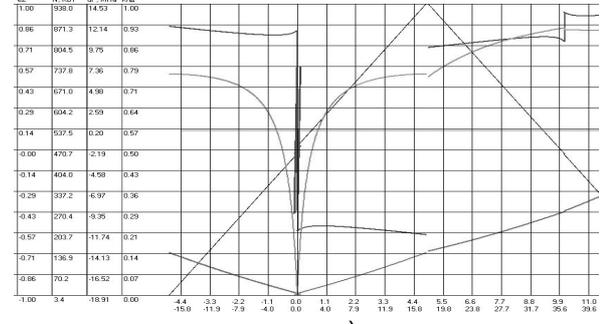


Рис. 5. Основные параметры трансмиссии мотовоза.

- а) параметры трансмиссии при движении с составом 350 т на ровном участке пути и частоте вращения коленвала ДВС соответствующим 1800 об/мин;
- б) параметры трансмиссии при движении с составом массой 130 т на участке пути с уклоном 18 промилле и частоте вращения коленвала ДВС соответствующим 1400 об/мин;
- в) параметры трансмиссии при движении с составом массой 130 т на участке пути с уклоном 12 промилле и частоте вращения коленвала ДВС соответствующим 1400 об/мин;

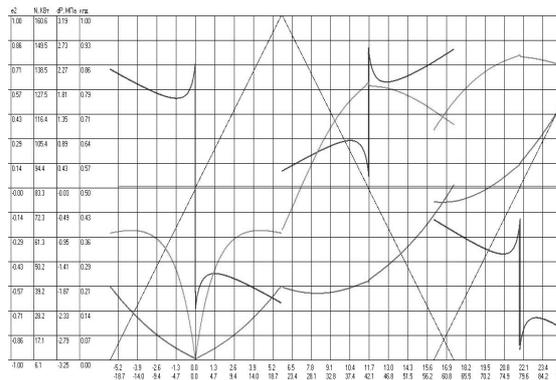
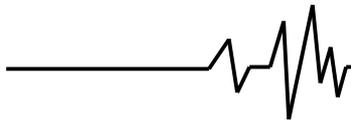


Рис. 6. Основные параметры трансмиссии мотовоза при движении незагруженного мотовоза при частоте вращения коленвала ДВС соответствующим 2100 об/мин

В результате проведенного анализа получены следующие результаты в сравнении с результатами испытаний [4]:

- при движении с составом 350 т на ровном участке пути и частоте вращения коленвала ДВС соответствующим 1800 об/мин МТ-1 может разогнаться до 38 км/ч (30 км/ч на испытаниях);
- при движении с составом массой 130 т на участке пути с уклоном 18 промилле и частоте вращения коленвала ДВС соответствующим 1400 об/мин МТ-1 может разогнаться до 20 км/ч (20 км/ч на испытаниях);
- при движении с составом массой 130 т на участке пути с уклоном 12 промилле и частоте вращения коленвала ДВС соответствующим 1400 об/мин МТ-1 может разогнаться до 28 км/ч (30 км/ч на испытаниях);
- незагруженный мотовоз может достигать скорости 100 км/ч на ровном участке пути, при этом он обладает достаточным запасом мощности по двигателю для принятия дополнительной полезной нагрузки;
- среднеинтегральный КПД трансмиссии находится в пределах 0,80...0,86, что соответствует верхнему пределу данного значения для ГОМТ и значительно выше в сравнении с полнопоточными гидрообъемными трансмиссиями,
- максимальное значение КПД которых не превышает значение 0,8;

- максимальный КПД достигает значения 0,92.
- При этом были использованы следующие исходные расчетные данные:
- значение динамического фактора при движении на ровном участке пути соответствует 0,005...0,007;
 - уклон полотна в 18 промилле соответствует угловому значению $1^{\circ}9'$, при этом значение динамического фактора составляет 0,023;
 - уклон полотна в 12 промилле соответствует угловому значению $41'$, при этом значение динамического фактора составляет 0,017.

Выводы. Таким образом, использование ГОМТ в мотовозе МТ-1 вполне оправдано. При этом следствием более высокого значения КПД является повышение уровня топливной эффективности машин с ГОМТ.

При испытаниях опытного образца мотовоза с ГОМТ расчетные значения по тяге и скорости были полностью подтверждены.

На сегодняшний день мотовоз МТ-1 успешно эксплуатируется на карпатском участке Львовской железной дороги уже в течение пяти лет.

Литература:

1. Гидротрансмиссионный блок для железнодорожного транспорта. Деркач О.И., Бутылин А.А., Корецкий Н.А., Лизунов К.М., Кошман В.А., Сысоев А.В. Харьков. Механика и машиностроение. 2008. №1. С. 126-130.
2. О.М. Бабаев, Л.Н. Игнатов, Е.С. Кисточкин и др. Объемные гидромеханические передачи. Расчет и конструирование. – Л. Машиностроение, 1987. – 256 с.
3. Патент на полезную модель №39396. Гидрообъемная трансмиссия транспортного средства. Деркач О.И., Кошман В.А., Зубцов Е.Н., Корецкий Н.А., Лизунов К.М., Бутылин А.А., Шигин Я.В.
4. Островерхов М.П. и др. Звіт про випробування мотовоза технологічного МТ-1.
5. Самородов В.Б., Рогов А.В. Объектно-ориентированный подход к моделированию трансмиссий в области транспортного машиностроения // Вестник ХГПУ, серия НРСТ. – Харьков. – 1999. – Вып.66. – С.48-53.