

УДК 629.1.07

**В. Б. САМОРОДОВ**, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»;

**О. И. ДЕРКАЧ**, инж., НТУ «ХПИ»;

**С. А. ШУБА**, инж., НТУ «ХПИ»;

**И. В. ЯЛОВОЛ**, инж., НТУ «ХПИ»

## **ОРИГИНАЛЬНАЯ БЕССТУПЕНЧАТАЯ ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ ДЛЯ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ**

В статье приведенные материалы относительно преимуществ применения гидрообъемно-механических трансмиссий для гусеничных тракторов типа Т-150/Т-181. Обосновано целесообразность разработки бесступенчатой гидрообъемно-механической трансмиссии для гусеничного трактора с возможностью осуществления бесступенчатого поворота без разрыва потока мощности. Приведен анализ характеристик гидрообъемно-механической трансмиссии для гусеничного трактора.

**Ключевые слова:** трактор, трансмиссия, гидрообъемно-механическая трансмиссия.

**Постановка проблемы.** В мире получают все большее распространение бесступенчатые гидрообъемно-механические трансмиссии (ГОМТ) для самых различных транспортных средств. Так, в современных зарубежных колесных сельскохозяйственных тракторах применение ГОМТ стало необходимым стандартом в последние 10 лет.

Известно успешное применение ГОМТ и для гусеничных машин, правда только военного и/или двойного назначения. Для бульдозеров же, например типа ТС-10 (Украина), применяется бесступенчатая полнопоточная гидрообъемная трансмиссия (ГОТ). ГОТ придала данному классу техники уникальные свойства маневренности и управляемости, однако, в отличие от образцов с ГОМТ, КПД такой трансмиссии не может превысить значения 0,78, ограниченных собственным КПД гидрообъемных приводов (ГОП) в производстве с КПД механических редукторов. Пока не известны факты успешного применения ГОМТ для гусеничных универсальных и сельскохозяйственных тракторов.

**Анализ имеющихся решений.** Известна ГОМТ для железнодорожных машин МТ-1 [2] по технологическому обслуживанию колеи, которая классифицируется как ГОМТ с дифференциалом на выходе и имеет возможность синхронизированного переключения диапазонов во время движения (рис. 1). Конструктивно коробка передач этой ГОМТ имеет два параллельных вала: входной (или первичный) с набором фрикционных муфт для синхронного переключения рабочих диапазонов, а также выходной (или вторичный), замыкающийся на соответствующие звенья планетарных суммирующих рядов ГОМТ.

© В. Б. Самородов, О. И. Деркач, С. А. Шуба, И. В. Яловол, 2014

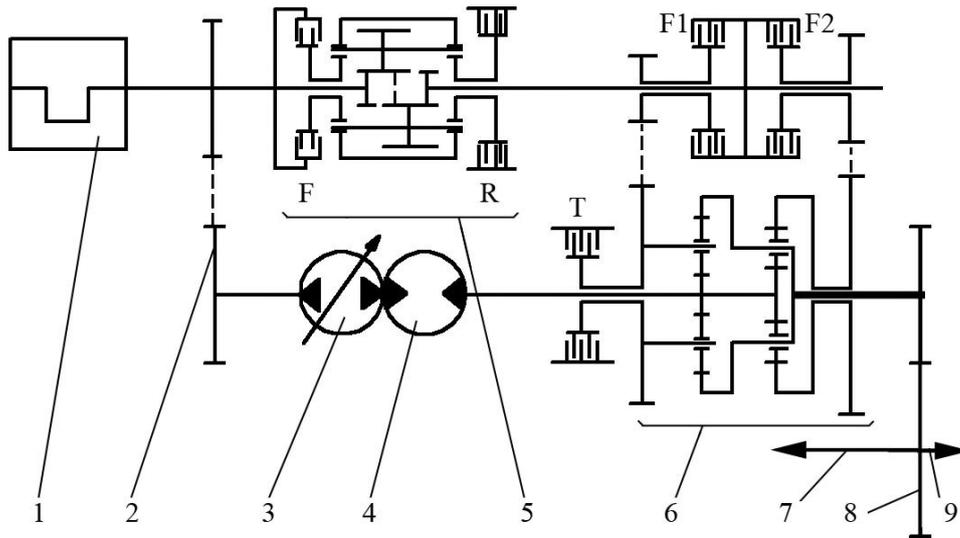


Рисунок 1 – Кинематическая схема трансмиссии мотовоза МТ-1:

1-дизель; 2-входной редуктор; 3-блок управляемых гидронасосов; 4-гидромотор; 5-реверсивное устройство; 6-коробка передач с планетарными рядами и редукторами; 7 и 9-приводы осей; 8-раздаточная коробка



Рисунок 2 – Гусеничный трактор Т-150

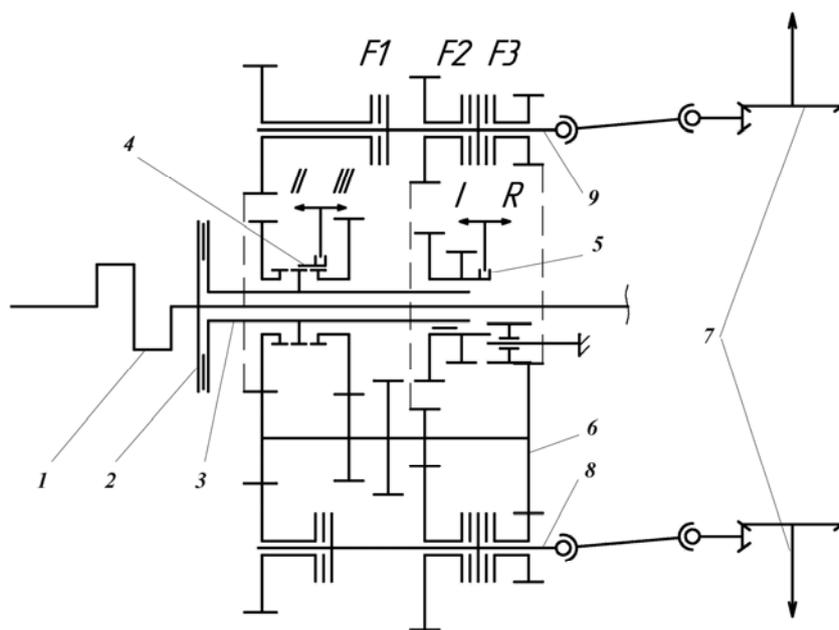


Рисунок 3 – Кинематическая схема трансмиссии гусеничных тракторов типа Т-150/Т-181:

1-дизель; 2-сцепление; 3-первичный вал; 4-муфта включения II и III рабочих диапазонов; 5-муфта включения I и заднего рабочих диапазонов; 6-промежуточный вал; 7-приводы бортовых передач; 8 и 9-вторичные валы левого и правого бортов соответственно; F1, F2, F3 – фрикционные муфты включения 1-й, 2-й и 3-й передачи

Классическая трансмиссия гусеничного трактора Т-150/Т-181 (рис. 2) включает в себя механическую коробку передач с одним первичным и двумя вторичными валами [3] (рис. 3). Причем каждый вторичный вал несет на себе набор фрикционных муфт для переключения передач в процессе движения трактора и приводит во вращение главную передачу соответствующего борта трактора. Поворот трактора осуществляется за счет включения на отстающем борту более пониженной передачи по сравнению с передачей забегающего борта или за счет отключения бортового фрикциона с последующим торможением отстающего борта.

**Постановка задачи.** Целью статьи является обоснование целесообразности разработки бесступенчатой ГОМТ для гусеничного трактора с возможностью осуществления бесступенчатого поворота без разрыва потока мощности.

Анализ характеристик ГОМТ проводился в программном обеспечении TRANS, разработанном на кафедре «Автомобиле- и тракторостроения» НТУ «ХПИ».

**Изложение основного материала.** Для трансмиссии гусеничного трактора типа Т-150/Т-181 массой до 8,5...9 т нужно учесть следующие требования к данному трактору:

1. Максимальная скорость движения до 18 км/ч (на резиновых гусеницах до 25 км/ч);
2. Возможность выполнения пахотно-пропашных работ на скоростях 6...12 км/ч с максимальной топливной эффективностью;
3. Реализация режима заднего хода до скоростей не менее 4...6 км/ч;
4. Возможность разворота на месте.

Для удовлетворения вышеперечисленных требований предлагается бесступенчатая ГОМТ (рис. 4), которая реализует три диапазона, включаемые последовательно, с помощью фрикционных муфт коробки с полной синхронизацией управляющих элементов.

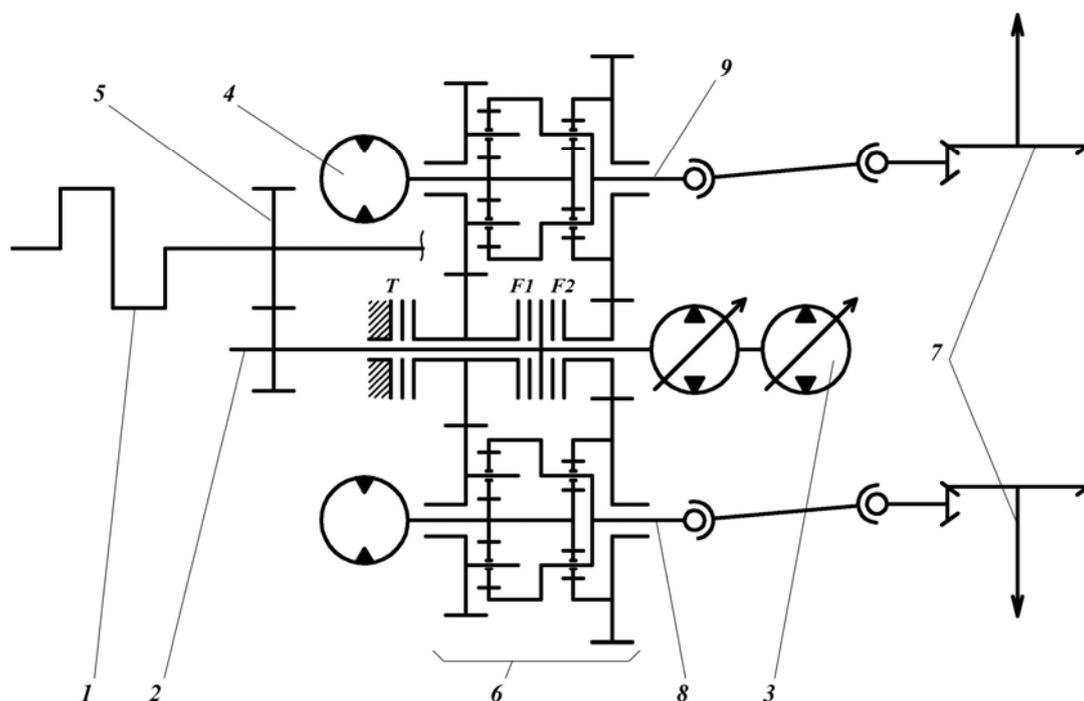


Рисунок 4 – Кинематическая схема ГОМТ для гусеничного трактора Т-150 на базе схемы трансмиссии мотовоза МТ-1:

1-дизель; 2-входной редуктор; 3- управляемый гидронасос; 4-гидромотор; 5-первичный вал; 6-коробка передач с планетарными рядами и редукторами; 7-приводы бортовых передач; 8 и 9-вторичные валы левого и правого бортов соответственно

Первый диапазон – полнопоточный, в коробку передач входит мощность только от гидравлической ветви. Включается фрикционной муфтой Т. Скорость движения трактора варьируется в пределах от 0 до 5 км/ч как передним, так и задним ходом.

Второй и третий диапазоны – двухпоточные, мощность суммируется на планетарных рядах вторичных валов от гидравлической и механической ветвей.

Второй диапазон включается фрикционной муфтой F2. Скорость движения трактора варьируется в пределах от 5 до 15 км/ч.

Третий диапазон включается фрикционной муфтой F1. Скорость движения трактора варьируется в пределах от 15 до 25 км/ч.

ГОП трансмиссии включает в себя пару управляемых гидронасосов со значением объемной постоянной 89 см<sup>3</sup>/об и пару гидромоторов с объемной

постоянной также  $89 \text{ см}^3/\text{об}$  украинского производства. Каждый насос обслуживает соответствующий гидромотор определенного борта.

Для обеспечения поворота трактора с ГОМТ предусматривается дифференциальное управление гидронасосами по бортам, т.е. на забегающем борту путем регулировки параметра  $e$  происходит увеличение линейной скорости, а на отстающем – соответственно уменьшение. Таким образом, при повороте соответствующие значения параметров  $e$  на регуляторных характеристиках ГОМТ разных бортов будут различными, а средняя теоретическая скорость линейного движения трактора останется неизменной. Для осуществления поворота трактора в зонах регуляторных характеристик близких к точкам переключения рабочих диапазонов предусмотрен запас по параметру  $e$  от  $\pm 0,8$  до  $\pm 1$ , т.е. синхронное переключение с диапазона на диапазон осуществляется при значениях параметров  $e = \pm 0,8$ . При остановленном тракторе дифференциальный принцип поворота обеспечивает возможность разворота на месте.

Предполагается, что данный трактор будет оснащен штатным дизелем, например ЯМЗ-236 мощностью 130 кВт.

Результаты анализа данной трансмиссии в программном продукте TRANS приведены на рис. 5-7.

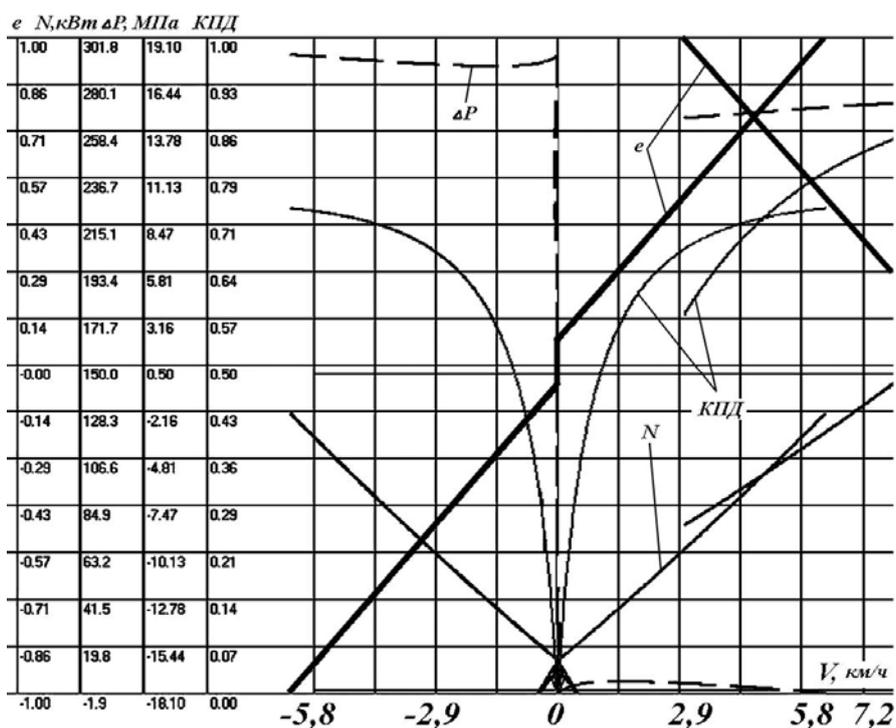


Рисунок 5 – Параметры трансмиссии при движении с тяговым усилием 50 кН

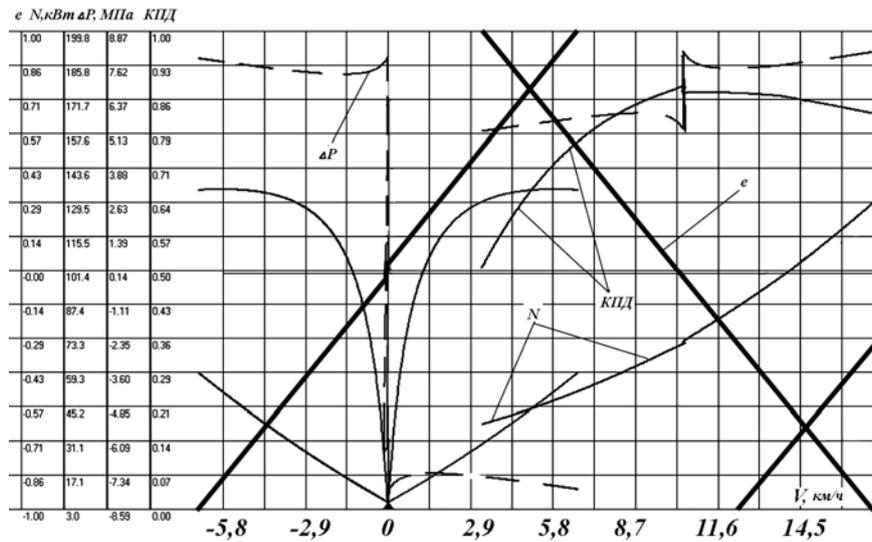


Рисунок 6 – Параметры трансмиссии при движении с тяговым усилием 20 кН

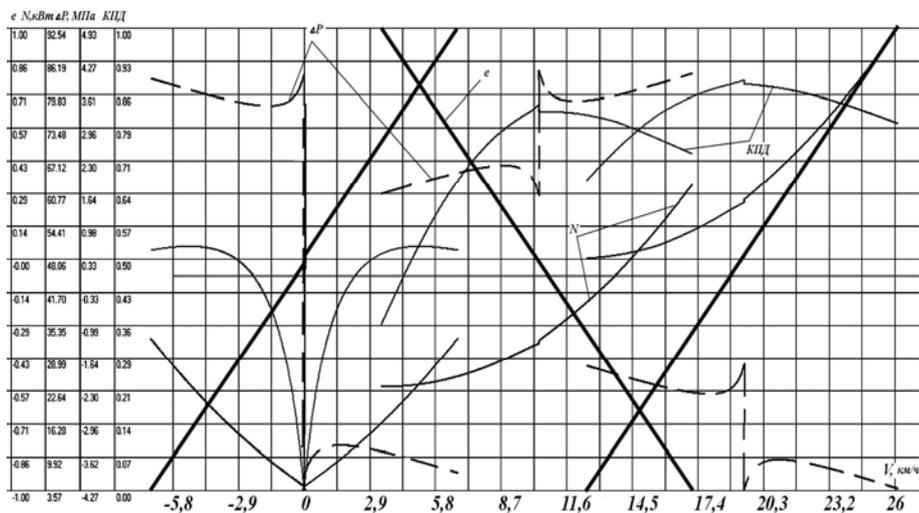


Рисунок 7 – Параметры трансмиссии при движении трактора в транспортном режиме при условии использования резиновых гусениц

В результате проведения анализа получены следующие результаты:

- при максимальном тяговом усилии в 50 кН трактор может эксплуатироваться на скоростях до 7 км/ч;
- при реализации тягового усилия в 20 кН трактор может разогнаться до 17,5 км/ч;
- в транспортном режиме трактор может достигать скорости 26 км/ч при минимальной нагрузке;
- среднеинтегральный КПД трансмиссии в эксплуатационной области от 7 до 17,5 км/ч находится в пределах 0,81...0,83;
- максимальный КПД достигает значения 0,88 (для сравнения максимальный КПД трансмиссии трактора Фендт производства Германии не превышает значения 0,8...0,81);
- давление в силовой магистрали ГОП не превышает 20 Мпа при прямолинейном движении.

**Выводы.** Таким образом, использование ГОМТ для гусеничных тракторов типа Т-150/Т-181 полностью оправдано и отвечает всем современным требованиям для машин данного класса. Причем ГОПы используются не только в прямолинейном движении, но и в повороте.

Следствием более высокого значения КПД является повышение уровня топливной эффективности машин с такой ГОМТ.

Обеспечение возможности разворота на месте значительно повышает уровень маневренности гусеничного трактора.

Для трактора с обычными гусеницами с открытым шарниром максимальная скорость ограничена значением 16...17 км/ч, что соответствует второму диапазону ГОМТ, следовательно, в этом случае схему ГОМТ можно упростить в части упразднения фрикциона 3-го диапазона, ограничившись в эксплуатации только двумя рабочими диапазонами.

Поворот данного трактора является предметом дополнительного исследования. Особенный интерес вызывает изучение процесса поворота в точках синхронизированного переключения диапазонов и достижения максимальных скоростей переднего и заднего хода.

Для использования в гусеничных машинах специального назначения подобной трансмиссии необходимо обеспечить расширение силового диапазона ГОМТ для сохранения тяговых параметров при возможности достижения максимальных скоростей до 60 км/ч и более, что возможно, например, за счет увеличения количества рабочих диапазонов с 3-х до 4...5.

**Список литературы:** 1. УДК629.1.07. 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. Протокол ЕТК№205 от 05.09.2008. С. 126-130. 2. 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.* 3. *В.А. Бугара и др.* Справочник по тракторам Т-150 и Т-150К, Харьков, «Прапор», 1975.

*Надійшла до редколегії 05.03.2014*

УДК 629.1.07

**Оригинальная бесступенчатая гидрообъемно-механическая трансмиссия для гусеничных тракторов / В. Б. Самородов, О. И. Деркач, С. А. Шуба, И. В. Яловол // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – № 8 (1051). – С. 26-32. – Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2078-6840.**

У статті приведені матеріали щодо переваг застосовування ГОМТ для гусеничних тракторів типу Т-150/Т-181.

**Ключові слова:** трактор, трансмісія, гідрооб'ємно-механічна трансмісія.

**Original without steps hydrostatic-mechanical transmission for track tractor / V. B. Samorodov, O. I. Derkach, S. O. Shuba, I. V. Yalovol // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 8 (1051). – P. 26-32. – Bibliogr.: 3. – ISSN 2078-6840.**

The article presents information about using of HVMT to T-150/T-181 type tractor.

**Keywords:** tractor, transmission, hydrostatic-mechanical transmission.