

УДК 623.437.425

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ХОДОВОЙ ЧАСТИ
ТЯГАЧА ПОВЫШЕННОЙ
ПРОХОДИМОСТИ***Ширинян К. С., Сиротенко А.Н.*

Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация
shirinyan.karen@yandex.ru
andsirotenko@yandex.ru

Рассмотрена возможность модернизации системы гусеничной подвески на тягаче методом компаундирования гусеничных движителей. Произведена установка двух независимых модулей, каждый из которых имеет два гусеничных привода. Целью данной модернизации является увеличение коэффициента проходимости гусеничной машины. Преимуществом предложенной модернизации является уменьшение в 2 раза удельного давления на грунт, увеличение в 2 раза тягового усилия машины и уменьшение вероятности выхода из строя машины при поломке одного или двух гусеничных движителей. Вышеперечисленные преимущества, приобретаемые машиной при модернизации, решают проблему низкого коэффициента проходимости.

Ключевые слова: гусеничный движитель, тягач, проходимость, подвеска, гусеничный движитель.

Введение. Для транспортировки оборудования и персонала в условиях труднопроходимой местности активно используются различные тягачи для перевозки людей, грузов, буровых, геологоразведки, топлива (рис.1). В основу этих машин положена ходовая часть многоцелевого легкого тягача, разработанного в СССР еще в 1962 году для транспортировки людей и грузов в условиях тяжелого бездорожья (рис. 2). При всех своих положительных технических характеристиках на сегодняшний день машина устарела, а модернизационные мероприятия, производимые заводами (замена устаревшей силовой установки на более современные, увеличение внутреннего объема машины) не смогли значительно улучшить характеристики машины в части проходимости [1, 2].

UDC 623.437.425

**MODERNIZATION OF CROSS-COUNTRY
TRACTOR CHASSIS***Shirinyan K.S., Sirotenko A.N.*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation
shirinyan.karen@yandex.ru
andsirotenko@yandex.ru

The article considers the possibility of modernization of the track suspension system on the tractor by the method of tracked running gear compounding, i.e. duplication, installation of two independent modules with two track drives each, is considered. The purpose of this modernization is to increase the mobility rate of the tracked vehicle. The advantage of the proposed modernization is the reduced in 2 times specific pressure on the ground, increasing in 2 times traction force of the machine, reducing the probability of failure of the machine in case of failure of one or two tracked running gears. The above mentioned advantages, acquired by the machine during the modernization, solve the problem of low mobility.

Keywords: tracked running gear, tractor, cross-country, suspension, tracked running gear.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 1. Многоцелевые тягачи: а — установка разведочного бурения УРБ;
 б — снегоболотоход ГАЗ-71; в, г — снегоболотоходы ТГ-126;
 г — тягач гусеничный специальный ТГС; е — снегоболотоход КТМ

Целью данной работы является разработка предложений по увеличению коэффициента проходимости данной машины за счет компаундирования системы подвески гусеничных движителей.

Компоновка стандартного многоцелевого тягача

Машина имеет традиционную компоновку (рис. 2) и состоит из цельносварного корпуса 1, сваренного из листовой стали [1]. В носовой части машины находится трансмиссионное отделение 2 и место механика-водителя 3. В центральной части находится изолированное моторное отделение, где находится силовая установка 5. В кормовой части машины находятся оборудованные места для перевозки людей 6. При перевозке грузов кормовая часть освобождается и дополнительно на крыше машины устанавливается рамный багажник.

Привод тягача имеет компоновку с передним расположением приводных колёс 7, ленивцы 8 расположены в кормовой части машины. Гусеничная подвеска оснащена бесконечной стальной гусеницей 9 и шестью опорными катками 10 на каждом борту, имеющие упругую связь с машиной через балансир и торсионный вал.

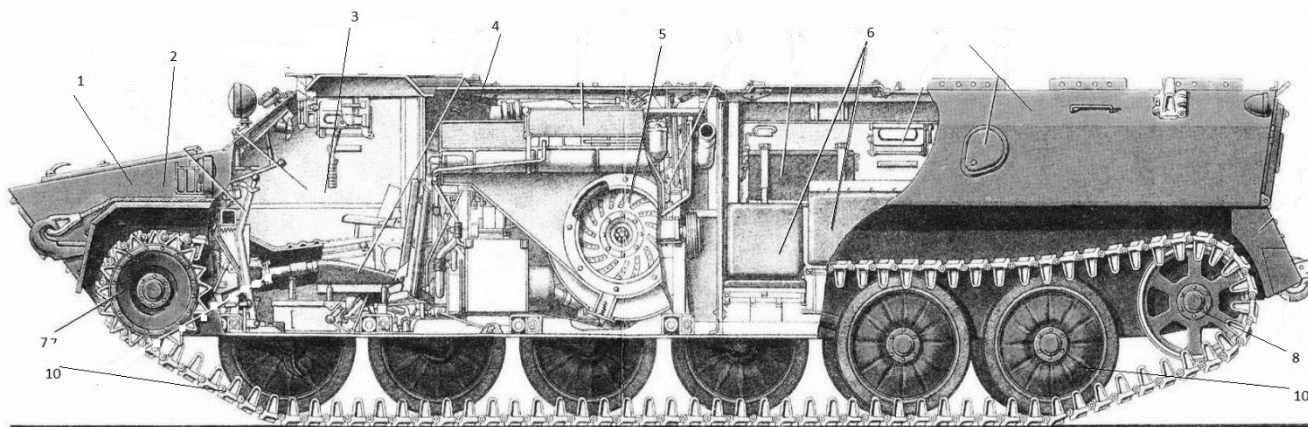


Рис. 2. Компоновка многоцелевого тягача

Модернизация ходовой части тягача

В гражданском секторе эти машины работают в нефтегазовой и строительной сфере, где необходимо транспортировать строительный материал, буровое и геологическое оборудование в удаленные, труднодоступные точки страны. В последнее время возрос интерес к Арктике и ее дальнейшему освоению, нагрузка на транспорт возрастет. В связи с этим актуально повышение коэффициента проходимости тягача без снижения его полезной нагрузки в условиях труднопроходимой, заснеженной и заболоченной местности. Одним из условий модернизации является незначительно увеличение массы машины.

Существуют различные способы повышения эффективности мобильной машины. Это оптимизация массово-геометрических и упруго-диссипативных характеристик [3–6], оптимизация параметров исполнительных органов [7]. В ряде случаев, причина потери проходимости — недостаточный клиренс, приводящий к контакту днища машины с грунтом. Кроме того, при осадке тягача в торфянисто-болотистой местности, набегающие массы грязи создают дополнительное сопротивление. Все это требует снижения полезной нагрузки машины. Одним из способов повышения проходимости является уменьшение удельного давления на грунт.

Данная задача решается методом компаундирования гусеничной подвески, т.е. дублируется гусеничный движитель. Общий вид модернизированной ходовой базы с четырьмя движителями представлен на рис. 3.

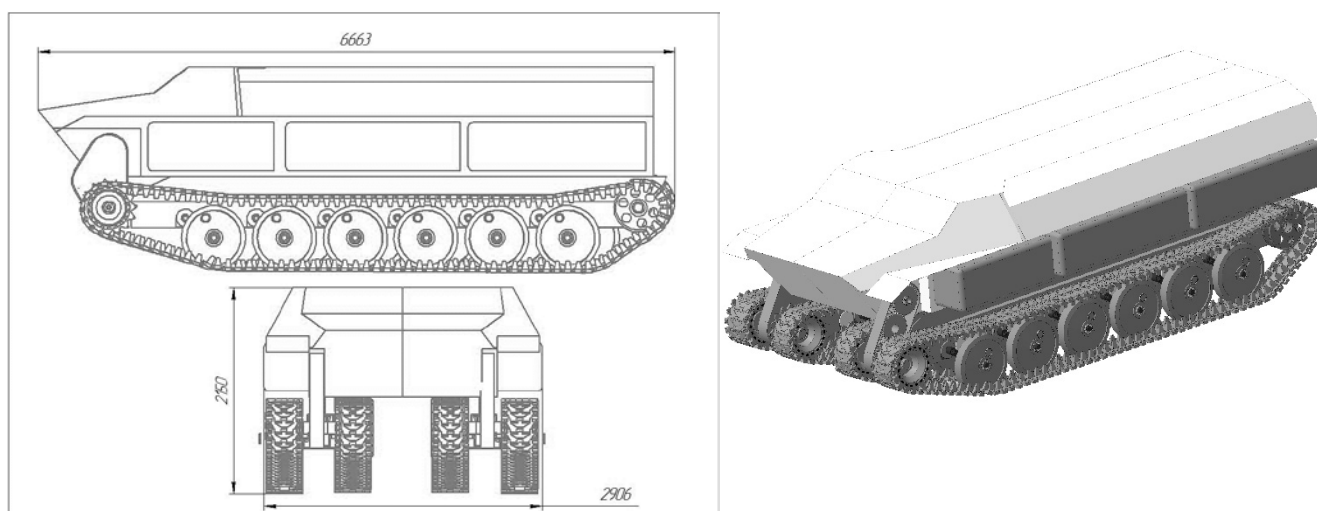


Рис. 3. Модернизированная машина

По сравнению с аналогом, вдвое увеличилось число гусеничных движителей, что позволяет вдвое снизить удельную нагрузку на грунт; увеличился клиренс, что снижает риск посадки машины «на днище».

Подвеска модернизированного тягача состоит из двух отдельных гусеничных модулей. Модуль состоит из несущей силовой балки 1 (рис. 4), крепящийся к днищу машины. На балку установлены 12 опорных катков 2, по шесть с каждой стороны, в сборе с балансирами, подшипниками и корпусом подшипников. Упругая связь каждого опорного катка с несущей балкой устанавливается с помощью регулируемого гидро-пневмоторсиона 3, подключаемого к общей гидравлической системе машины. В задней части модуля установлены два ленивца 4 для каждой гусеницы. В носовой части машины, слева и справа по борту, отдельно от гусеничного модуля, установлены на штатные места два специализированных планетарно-цилиндрических редуктора бортовой передачи 5. На выходном валу каждого редуктора расположены ведущие колеса 6, передающие крутящий момент на гусеницы. Специализированные бортовые редукторы активно применяются в мобильной технике [8]. Их применение обусловлено тем, что возрастает клиренс и увеличивается межосевое расстояние между штатным входным валом бортовой передачи и ведущим колесом от нового уровня высоты машины. Поэтому данную передачу пришлось спроектировать (рис. 4), используя CAD/CAE APM WinMachine и CAD Компас [9–12]. Катки, балансиры, ведущие колеса, ленивцы и гусеницы 7 унифицированы с аналогом. Ввиду ряда преимуществ гидравлического привода, по сравнению с механическим [13], рассматривался вопрос применения гидромеханического привода. Однако соотношение требуемых скоростей и крутящих на выходном валу такого привода обеспечить не удалось, поэтому остановились на бортовом механическом редукторе.

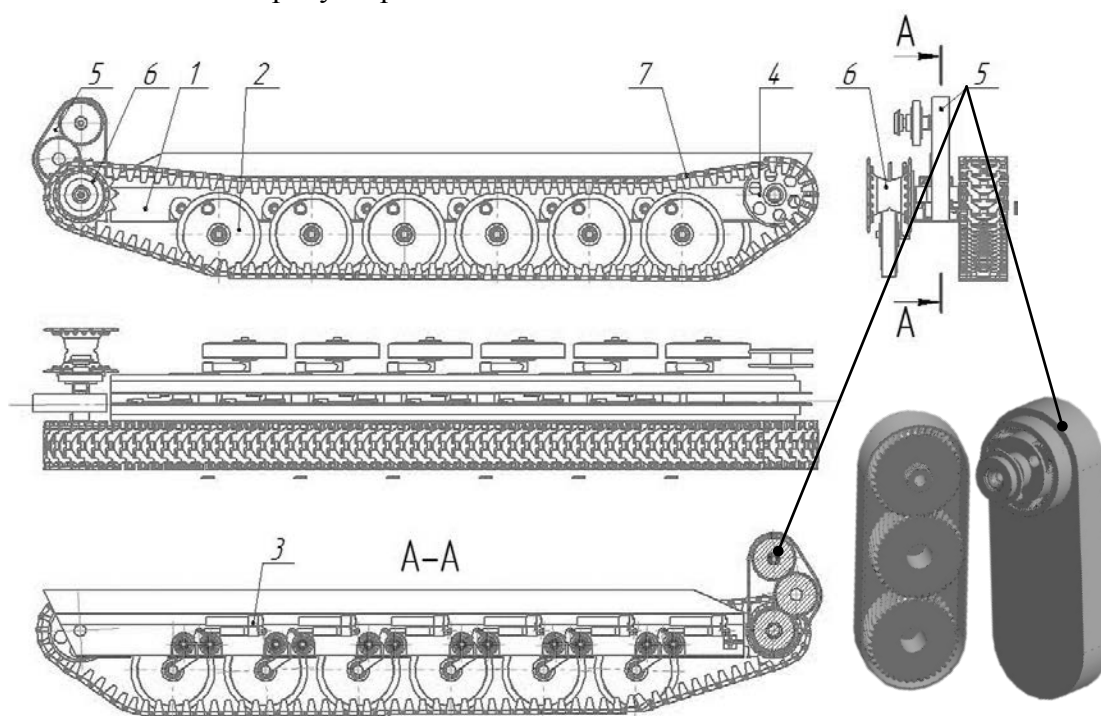


Рис. 4. Гусеничный модуль тягача, общие виды модуля и бортового редуктора

Исходя из изменившегося расстояния между ведущим колесом и входным валом бортового редуктора — 672 мм, было решено не изменять параметры стоящего на аналоге бортового планетарного редуктора и добавить к нему цилиндрическую косозубую передачу передаточным числом, равным 1. Это сохраняет скоростные характеристики машины, незначительно снижая

крутящий момент на ведущих колесах гусеничного модуля. Для уменьшения диаметральных габаритов зубчатые колеса специализированного бортового редуктора соединяются друг с другом промежуточным «паразитным колесом». Межосевое расстояние одной ветки редуктора принималось 336 мм. Проектирование передачи бортового редуктора велось исходя из следующих данных: межосевое расстояние — 336 мм; крутящий момент — 12 890 Нм. Твердость зубьев колеса принималась равной 17HRC. Расчет, как вручную, так и с помощью САПР [8, 11, 12], показал, что крупномодульное зубчатое колесо, модулем 8 мм, будет иметь запас по изгибающим напряжениям в 3,5 раза. При этом, делительные диаметры колес редуктора составляют 336,48 мм, при угле наклона зуба 18° и ширине 135 мм, что позволяет компактно расположить бортовой редуктор между корпусом и гусеничным модулем.

Заключение. Проведенная модернизация ходовой части тягача позволит:

- увеличить тяговую способность машины по сравнению с аналогом;
- уменьшить удельное давление машины на грунт за счет снижения общей площади контакта гусениц на поверхность в 1,5 раза и более;
- подвеска машины, вместо классического упругого торсиона на аналоге, имеет малогабаритный регулируемый пневмо–гидроторсион, благодаря которому клиренс машины можно регулировать с 50 мм до 470 мм. Это дает возможность тягачу преодолеть при максимальной высоте клиренса вертикальное препятствие высотой 1100 мм, против 600 мм у тягача аналога;
- благодаря возможности изменения клиренса, повышается проходимость машины в болото-торфяной местности и снижается вероятность посадки машины «на днище»;
- для экономии топлива в ненагруженном состоянии и для развития максимальной крейсерской скорости, подвеска способна втягивать внутреннюю пару гусениц и, благодаря встроенной подвижной муфте в бортовых редукторах приводов, отключать передачу крутящего момента на ведущие колеса внутренних гусениц (внешние ведущие колеса не имеют отключающих муфт);
- при разрушении одной гусеницы со стороны любого гусеничного, машина не теряет ход;
- при модернизации подвески машины появилось свободное пространство над внешними гусеницами, которое можно использовать для перевозки крупногабаритных труб, установки дополнительных топливных баков, установки вспомогательного оборудования.

Библиографический список

1. Хмельнова, Л. М. Легкий многоцелевой гусеничный транспортер-тягач: Техническое описание и инструкция по эксплуатации / Л. М. Хмельнова, А. Н. Медникова, В. В. Квытковская. — Москва : Воениздат, 1975. — 244 с.
2. Забавников, Н. А. Основы теории транспортных гусеничных машин / Н. А. Забавников. — Москва : Машиностроение, 1975 — 448 с.
3. Грошев, Л. М. Влияние вариации массово-геометрических и упруго-диссипативных характеристик мобильного агрегата на его динамическую нагруженность / Л. М. Грошев, С. А. Партко // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: сб. статей 10-й междунар. науч.-практ. конф. в рамках 20-й Междунар. агропром. выставки «Интерагромаш-2017». — Ростов-на-Дону, 2017. — С. 39–41.
4. Грошев, Л. М. Исследование рационального спектрального состава колебаний ходовой системы зерноуборочного комбайна / Л. М. Грошев, С. А. Партко // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: сб. статей 9-й междунар. науч.-практ. конф. в рамках 19-й Междунар. агропром. выставки «Интерагромаш-2016». — Ростов-на-Дону, 2016. — С. 53–55.

5. Андросов, А. А. Исследования отказов и надёжности мобильных машин / А. А. Андросов [и др.] // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2010. — Т. 10, №1(44). — С. 102–105.
6. Грошев, Л. М. Применение методов математического моделирования при исследовании динамики корпусов мобильных сельскохозяйственных машин / Л. М. Грошев, С. А. Партко, А. Н. Сиротенко // Научное обозрение. — 2016. — № 23. — С. 92–95.
7. Грошев, Л. М. Влияние продольно-угловых колебаний молотилки зерноуборочного комбайна на плавность хода жатки / Л. М. Грошев, С. А. Партко, А. Н. Сиротенко // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2017. — Т. 17, № 2 (89). — С. 131–136.
8. Грошев, Л. М. Повышение работоспособности бортового редуктора комбайна серии «ДОН» / Л. М. Грошев, С. А. Партко, А. Г. Дьяченко // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: сб. статей 7-й междунар. науч.-практ. конф. в рамках 17-й междунар. агропром. выставки «Интерагромаш-2014». — Ростов-на-Дону, 2014. — С. 89–90.
9. Партко, С. А. Особенности расчета червячной передачи в CAD/CAE АРМ Winmachine и «Компас» / С. А. Партко / Инновационные технологии науке и образовании. ИТНО-2015: сб. науч. тр. науч. метод. конф., посвящ. 85-летию ДГТУ/ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии. — Ростов-на-Дону; Зерноград, 2015. — С.132–137.
10. Дьяченко, А. Г. Особенности проектирования конической передачи в CAD/CAE АРМ WinMachine и «КОМПАС» / А. Г. Дьяченко, И. Р. Антибас // Инновационные технологии науке и образовании. ИТНО-2015: сб. науч. тр. науч. метод. конф., посвящ. 85-летию ДГТУ/ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии. — Ростов-на-Дону; Зерноград, 2015. — С.15–19.
11. Сиротенко, А. Н. Особенности расчета валов цилиндрического редуктора в CAD/CAE АРМ Winmachine / А. Н. Сиротенко/ Инновационные технологии науке и образовании. ИТНО-2015: сб. науч. тр. науч. метод. конф., посвящ. 85-летию ДГТУ/ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии. — Ростов-на-Дону; Зерноград, 2015. — С. 20–24.
12. Партко, С. А. Проектирование планетарных передач в отечественных CAD/CAE АРМ WinMachine и КОМПАС-3D / С. А. Партко / Инновационные технологии науке и образовании. ИТНО-2017: материалы V Междунар. науч. практ. конф.; — Ростов-на-Дону: ДГТУ-Принт, 2017 — С. 552–556.
13. Грошев, Л. М. Сравнение параметров разгона мобильной машины с механическим и гидромеханическим приводом / Л. М. Грошев [и др.] // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: материалы 6-й Междунар. науч.-практ. Конф., в рамках 16-й Междунар. агропром. выставки «Интерагромаш-2013». — Ростов-на-Дону, 2013. — С. 74–76.