

УДК 69.002.5 – 82

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ТРАНШЕЙНЫХ МАШИН

*А.Я. Котлобай, А.А. Котлобай, В.Ф. Тамело*

*Белорусский национальный технический университет*

*В статье изложены вопросы модернизации систем приводов рабочего оборудования траншейных машин, перевода систем приводов на современную элементную базу. Рассмотрены возможности перевода траншейных машин на шасси отечественного производства*

Анализ состояния парка траншейных машин Вооруженных Сил Беларуси и России показывает моральный и физический износ основных базовых шасси, систем приводов технологического оборудования. В целом траншейные машины соответствуют своему предназначению и применение их в современных условиях актуально и сегодня. Но вместе с тем, одной из основных проблем в вопросах эксплуатации этой техники является ее содержание, обслуживание и ремонт. Это обусловлено, в первую очередь, отсутствием запасных частей, и агрегатов.

Анализ парка военно-инженерной техники современных развитых стран (Великобритания, Германия, Италия, Франция) показывает однозначное стремление военных ведомств этих стран размещать военно-технические заказы на предприятиях национальных военно-промышленных комплексов. Даже при наличии единых стандартов военно-политических блоков страны стремятся производить максимальное число образцов техники и вооружения. Эти подходы позволяют организовать большое количество рабочих мест, повысить благосостояние собственного населения.

Модернизация траншейных машин может проводиться по ряду направлений на базе промышленных предприятий транспортного машиностроения, тракторостроения Республики Беларусь [1], [2]. Техническая модер-

низация инженерной техники, наряду с разработкой вооружения, является основой повышения боевой мощи частей и соединений родов войск. Как в Беларуси, так и в Российской Федерации ведутся исследования по модернизации существующих базовых машин инженерного вооружения и поиск современных отечественных шасси для землеройной техники.

На вооружении в частях инженерных войск используется траншейные машины ТМК-2 (рис. 1, рис. 2), БТМ-3 (рис. 3) [3]. По своим тактико-техническим характеристикам в рамках принятых военно-политических доктрин Республики

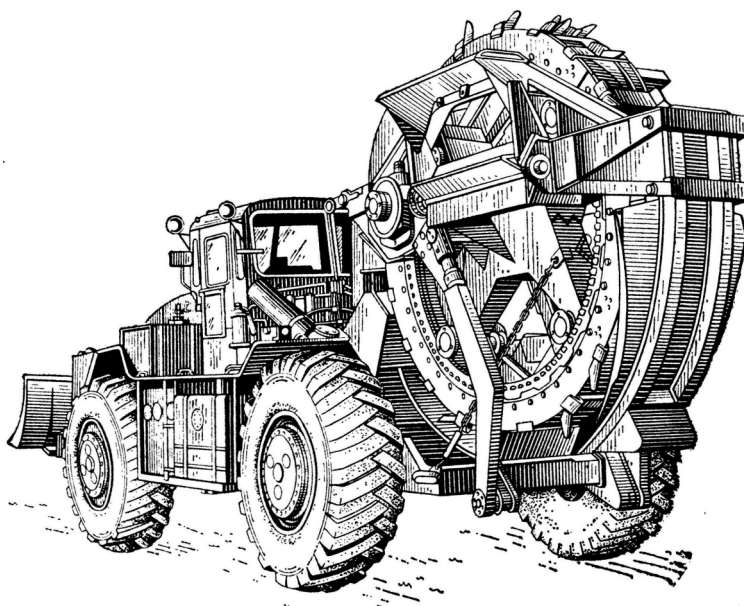


Рис. 1. Траншейная машина ТМК-2 (общий вид)

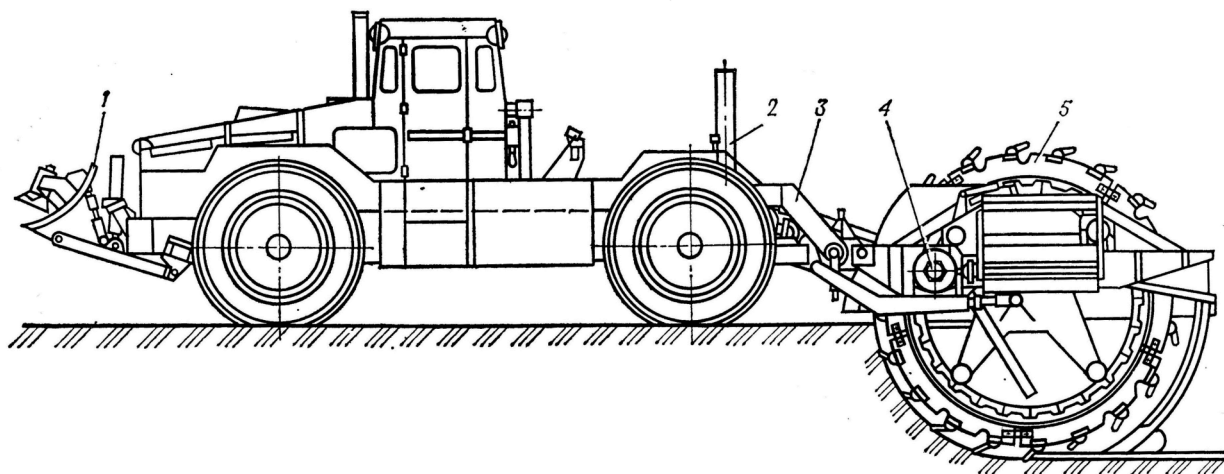


Рис. 2. Компонентная схема траншейной машины ТМК-2:

1 – бульдозерное оборудование; 2 – гидропривод; 3 – механизм подъема и опускания рабочего органа; 4 – трансмиссия рабочего органа; 5 – рабочий орган

Беларусь и существующих бюджетов страны эти машины соответствуют современному уровню решения боевых задач. Опыт эксплуатации показал, что поддержание работоспособного состояния техники является сложной инженерной задачей из-за отсутствия запасных частей и агрегатов, поскольку производство ТМК-2, БТМ-3 прекращено.

Военно-промышленный комплекс России проводит опытно-конструкторские работы по созданию современных образцов военно-инженерной техники для замещения устаревших. В этом направлении были реализованы проекты по замене траншейной машины ТМК-2 (1978 г.) на базе инженерного колесного тягача ИКТ траншейной машиной ТМК-3 (1993 г.) на шасси двухосного колесного трактора К-703МВ. Реализован проект по замене траншейной машины БТМ-3 (1963 г.) на базе АТ-Т на БТМ-4М (1997 г.) на специальном шасси 2С7М, реализованного на узлах танков Т-72, Т-80.

Финансовые ресурсы, обеспечивающие импорт военно-инженерной техники для механизации земляных работ в бюджет Республики Беларусь не закладываются.

Траншейная машина ТМК-2 предназначена для отрывки траншей и ходов сообщений при инженерном оборудовании позиций войск. Рабочий орган предназначен для разрушения, подъема и отвала грунта в бруствер по обе стороны траншеи.

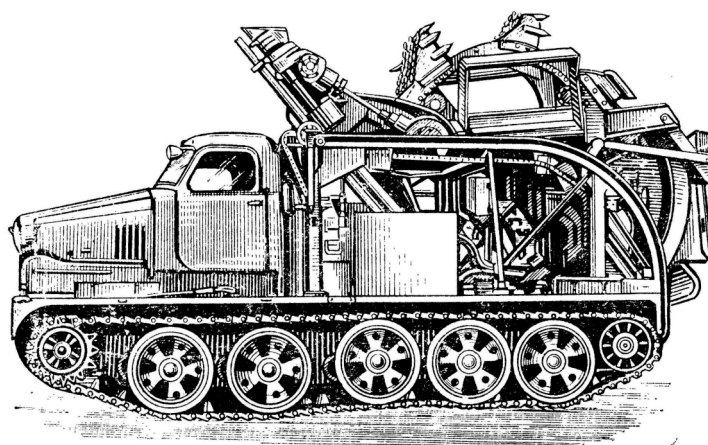


Рис. 3. Траншейная машина БТМ-3 (общий вид)

Рабочий орган роторный, бесшовный с режущими тьюбинговыми элементами. Бульдозерное оборудование предназначено для механизации следующих земляных работ: подготовка трассы для отрывки траншей, подготовка путей движения по трассе, отрывка котлована при самоокапывании. Траншейная машина БТМ-3 предназначена для рытья траншей и ходов сообщений в грунтах 1–4 категорий глубиной до 1,5 м прямоугольного и криволинейного очертания с отвалом грунта в бруствер по обе стороны траншеи.

Наиболее доступным вариантом обновления траншейных машин Республики Беларусь является модернизация, расширяющая использование гидравлических систем приводов рабочего оборудования на современной элементной базе.

При создании новых образцов траншейных машин на базе колесных шасси в качестве альтернативы инженерному колесному тягачу ИКТ может быть применена доработанная по стандартам Вооруженных Сил Республики Беларусь модификация трактора МоАЗ-49011 (рис. 4), производства Могилевского автомобильного завода. Трактор оснащен двигателем ЯМЗ-238Б, мощностью 220 кВт, его масса составляет 13500 кг.

При недостатке габаритных возможностей в районе заднего моста для установки рабочего оборудования траншейной машины может быть применена доработанная по стандартам Вооруженных Сил Республики Беларусь модификация шасси технологического оборудования с колесной формулой 6×6. Модификации шасси освоены в производстве образцов спецтехники Минского тракторного завода: машина лесная харвестер «Беларус» МЛХ-424, машина лесная харвестер «Беларус» МЛХ-434, машина лесная погрузочно-транспортная «Беларус» МЛПТ-364. Также шасси освоены в производстве ОАО «Амкодор»: «Амкодор 2551» харвестер; «Амкодор 2661», «Амкодор 2661.01» форвардер.

На современном этапе при модернизации систем приводов рабочего оборудования траншейных машин ТМК-2, БТМ-3 важнейшим направлением является замена сложных и материалоемких механических систем приводов роторного рабочего органа и метателя грунта гидравлическими приводами, реализованными на современной элементной базе. Это позволит уменьшить массу рабочего оборудования и снизить стоимость изготовления, повысит надежность рабочего оборудования, исключая поломки элементов привода при динамическом увеличении нагрузки, упростит техническое обслуживание и ремонт траншейных машин.

В рамках модернизации системы приводов рабочего оборудования траншейных машин ТМК-2, БТМ-3 [1] авторами разработаны принципиальные схемы гидропривода рабочего оборудования траншейных машин (рис. 5). Гидравлический привод рабочего оборудования траншейной машины ТМК-2 обеспечивает позиционирование отвала бульдозера, установленного в носовой части машины, позиционирование и привод роторного рабочего органа, расположенного в



Рис. 4. Трактор МоАЗ-49011 производства Могилевского автомобильного завода

кормовой части машины. Гидравлический привод рабочего оборудования траншейной машины БТМ-3 обеспечивает позиционирование и привод роторного рабочего органа, расположенного в кормовой части машины.

Предлагается гидравлический привод роторного рабочего органа траншейных машин ТМК-2 (рис. 5, а), БТМ-3 (рис. 5, б) оснастить насосной установкой 1 и гидромотором 12 привода роторного рабочего органа. Рекомендована к использованию насосная установка 1, состоящая из регулируемого насоса 2 серии 313.3.80, 313.3.107, предназначенного для работы в открытом контуре с баком 3 гидросистемы, и системы автоматического поддержания параметров работы насоса, включающей электронный блок управления 4, гидрораспределитель 5. Номинальный объем насоса – 80, 107 см<sup>3</sup>, минимальный 0 см<sup>3</sup>. Производитель ОАО «Пневмостроймашина» РФ [4]. В блоке управления 4 насоса 2 заложена информация о режиме работы насоса при использовании бульдозерного оборудования и роторного рабочего органа на всех грунтах, что обеспечивает оптимальный режим работы рабочего оборудования и двигателя машины. Насос обеспечивает работу при номинальной частоте вращения 1200–1500 мин<sup>-1</sup>. Масса насоса 38, 40 кг, потребляемая номинальная мощность при номинальной частоте вращения 1500, 1200 мин<sup>-1</sup> – 41,0 и 44,0 кВт. Для привода роторного рабочего органа может быть использован радиально-поршневой гидромотор 12, устанавливаемый на редуктор бортовой правый роторного рабочего органа, обеспечивающий деление потока мощности гидро-

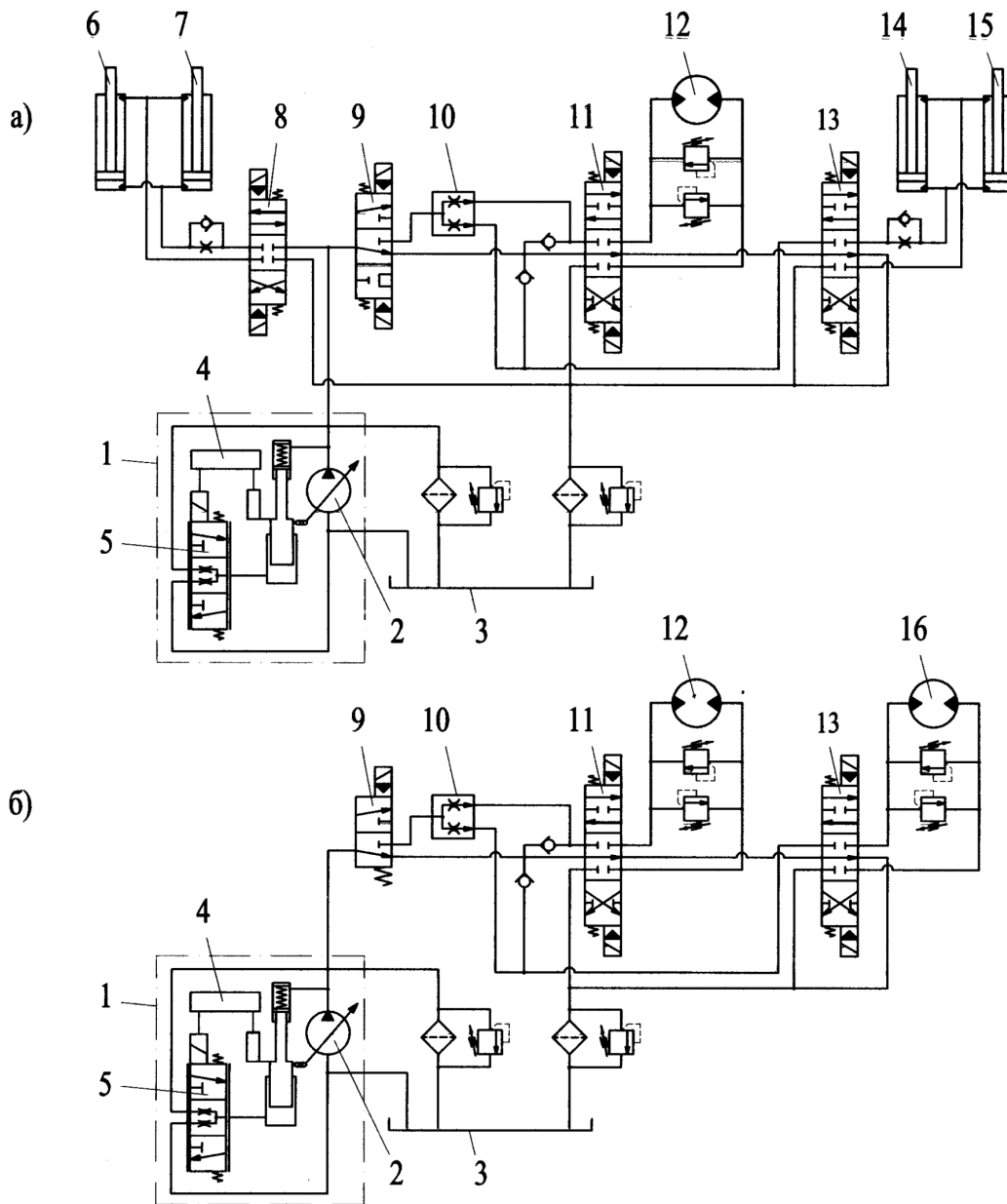


Рис. 5. Принципиальная схема модернизированного гидропривода рабочего оборудования траншейной машины:

а – ТКМ-2; б – БТМ-3; 1 – насосный агрегат; 2 – насос; 3 – бак; 4 – электронный блок управления; 5 – гидрораспределитель управления насоса; 6, 7, 14, 15 – гидроцилиндр; 8, 9, 11, 13 – гидрораспределитель; 10 – делитель потока; 12, 16 – гидромотор

мотора 12 на привод ротора и метателя грунта. Трансмиссия привода роторного рабочего органа обеспечивает вращение его в диапазоне частот 9,15–2,35 мин<sup>-1</sup> и метателя грунта – 280–379 мин<sup>-1</sup>. Исходя из кинематической схемы привода роторного рабочего органа, гидромотор 12 должен обеспечивать частоту вращения метателя грунта. При номинальной подаче рабочей жидкости насоса 2 в 114, 122 л/мин необходимый объем ги-

дромотора 12 составит (322–436), (301–407) см<sup>3</sup>. При этом, за основу следует брать нижние значения объемов. Определенным параметрам может удовлетворять радиально-поршневой гидромотор серии MR размерной группы 300, 350 массой 50, 77 кг. Использование насосов с подачей рабочей жидкости 122 л/мин потребует увеличение на машине емкости баков 3 для гидравлической жидкости до 250–300 л. Повышение мощности

гидравлического привода возможно увеличением объема насоса 2 при соответствующем увеличении объема гидромотора 12 и емкости бака 3 для гидравлической жидкости. Возможна установка систем охлаждения гидравлической жидкости, которая позволит уменьшить объем бака 3.

Позиционирование и управление режимом работы роторного рабочего органа траншейной машины ТМК-2 осуществляется гидроцилиндрами 14, 15, гидромотором 12 и трехпозиционными гидрораспределителями 13, 11 (рис. 5, а). Позиционирование отвала бульдозера осуществляется гидроцилиндрами 6, 7 трехпозиционным гидрораспределителем 8.

Траншейная машина ТМК-2 не работает одновременно с бульдозерным оборудованием и роторным рабочим органом, поскольку инженерный колесный тягач ИКТ не обеспечит необходимого тягового усилия, а оператор – оптимального режима управления обоими видами оборудования. Изменение режима работы ТМК-2 обеспечивает трехпозиционный гидрораспределитель 9. При позиционировании отвала бульдозера гидрораспределитель 9 переводится в третью позицию (на рис. 5, а нижнюю), насос 2 подает рабочую жидкость в рабочие полости гидроцилиндров 6, 7.

При работе роторного рабочего органа отвал бульдозера поднимается в верхнее положение посредством гидрораспределителя 8. При одновременной работе гидромотора 12 и гидроцилиндров 14, 15 привода и позиционирования роторного рабочего органа гидрораспределитель 9 переводится в первую позицию (рис. 5, а верхнюю) и рабочая жидкость насоса 2 подается в рабочие полости гидромотора 12 и гидроцилиндров 14, 15 через делитель потока 10. Делитель потока 10 обеспечивает независимую работу контуров гидромотора 12 и гидроцилиндров 14, 15. При работе гидромотора 12 привода роторного рабочего органа при неизменном его положении, либо позиционировании остановленного роторного рабочего органа гидрораспределитель 9 переводится во вторую позицию, и насос 2 работает с одним

из этих контуров.

Механизм подъема и опускания роторного рабочего органа траншейной машины БТМ-3 предназначен для перевода рабочего органа из транспортного положения в рабочее и обратно, а также для регулирования глубины траншеи. Для привода лебедки подъема и опускания роторного рабочего органа может быть применен радиально-поршневой гидромотор 16 (рис. 5, б) серии MR размерной группы 160, 190 массой 46 кг.

При одновременной работе гидромоторов 12, 16 привода и позиционирования роторного рабочего органа гидрораспределитель 9 переводится в первую позицию (на рис. 5, б верхнюю) и рабочая жидкость насоса 2 подается в рабочие полости гидромоторов 12, 16 через делитель потока 10. Делитель потока 10 обеспечивает независимую работу контуров гидромоторов 12, 16. При работе гидромотора 12 привода роторного рабочего органа при неизменном его положении, либо позиционировании остановленного роторного рабочего органа гидромотором 16 привода лебедки, гидрораспределитель 9 переводится во вторую позицию, и насос 2 работает с одним из этих контуров.

При встрече роторного рабочего органа с препятствием при работе его, либо позиционировании, клапаны, установленные в напорных магистралях гидромоторов 12, 16 снижают динамическую нагрузку роторного рабочего органа и насоса 2. Реверсирование роторного рабочего органа, необходимое при встрече с препятствием, обеспечивается гидрораспределителем 11.

Все перечисленные алгоритмы работы гидропривода рабочего оборудования траншейных машин ТМК-2, БТМ-3 заложены в блоке управления 4 насоса 2.

Создание новой траншейной машины на базе шасси производства Республики Беларусь и модернизация системы приводов рабочего оборудования ТМК-2, БТМ-3 позволит обеспечить надежную эксплуатацию машины в частях инженерных войск.

#### **Список использованных источников**

1. Котлобай, А.Я. Формирование направлений модернизации землеройных машин / А.Я. Котлобай, А.А. Котлобай, В.Ф. Тамело // Наука и техника. 2013. № 5. – С. 54–59.
2. Котлобай, А.Я. Анализ направлений и возможностей модернизации инженерной техники Вооруженных Сил / А.Я. Котлобай, А.А. Котлобай, В.Ю. Шляхтун, В.Ф. Тамело // Наука и военная безопасность. – 2014. – № 1. – С. 27–30.
3. Ольшанский, А.В. Машины инженерного вооружения. Часть I. Общая характеристика. Машины для преодоления разрушений и механизации земляных работ: учебник для курсантов военных училищ инженерных войск / А.В. Ольшанский, Н.Ф. Федотов, Н.Г. Бородин, В.П. Трянин, А.И. Гельфарб, В.А. Ржевский, П.А. Потапов, А.Н. Караваенко; Под ред. А.В. Ольшанского. – М.: Военное издательство, 1986 – 422 с.
4. Каталог гидравлики. ОАО «Пневмостроймашина». Издание №2. – Екатеринбург, 2005. – 134 с.