

УДК 69.002.5-82

## ФОРМИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН\*

### FORMING THE DIRECTIONS OF EARTH-MOVING MACHINES MODERNIZATION

**А. Я. Котлобай,**

доцент кафедры БНТУ, канд. техн. наук, доцент

**А. А. Котлобай,**

ассистент кафедры БНТУ

**В. Ф. Тамело,**

доцент кафедры БНТУ, канд. воен. наук, доцент

В статье рассмотрены основные направления модернизации землеройных машин инженерного вооружения. Представлено описание модернизированных гидравлических систем приводов технологического оборудования путепрокладчика и траншейно-котлованной машины.

Basic directions of earth-moving machines modernization for combat engineering are considered in the article. The description of both track plotter and trench digging machine's modernized hydraulic systems for driving labor bodies are introduced.

На вооружении в частях и соединениях инженерных войск находится землеройная техника: путепрокладчики, траншейные машины, котлованные машины, универсальные землеройные машины, экскаваторы одноковшовые. Модернизация землеройных машин инженерного вооружения может проводиться по ряду направлений на базе промышленных предприятий транспортного машиностроения, тракторостроения Республики Беларусь.

*Первое направление* модернизации военно-инженерных землеройных машин предполагает создание гаммы принципиально новых машин инженерного вооружения на основе известных технологий боевого применения с использованием иных базовых шасси, изменения типоразмерного ряда параметров рабочего оборудования в соответствии с современными методами решения боевых задач. Комплект технологического оборудования может дополняться новыми

образцами и, исходя из необходимости решения ряда современных задач, выполняться съемным. Создается гамма новых машин, отличающихся массой, производительностью, стоимостью и иными характеристиками.

Для землеройных машин должны быть разработаны пневмоколесные тягово-транспортные шасси с использованием серийно выпускаемых узлов и агрегатов. При формировании облика тягово-транспортного шасси землеройной машины необходимо обеспечить высокие тягово-сцепные качества и транспортные скорости при относительно незначительных расходах топлива. Это достигается переводом технологического оборудования из рабочего положения, когда оно находится вне тягово-транспортного шасси, в транспортное, предполагающее размещение технологического оборудования непосредственно на тягово-транспортном шасси. Для реализации этих тре-

бований тягово-транспортное шасси должно располагать грузоподъемностью и габаритными возможностями по установке технологического оборудования в транспортном режиме, что может быть достигнуто увеличением числа ведущих осей с двух до трех, четырех. Многоосные тягово-транспортные шасси широко используются при создании гаммы машин лесного комплекса, выпускаемых Минским тракторным заводом (МТЗ).

Формирование современных землеройных машин может быть реализовано с использованием модульного принципа построения, получившего широкое использование при создании дорожно-строительной техники. Универсальный энергетический модуль, например одноосный, сочленяется шарнирно с технологическим модулем, оснащенным собственным шасси, имеющим оптимальную конструкцию для выполнения заданных инженерных задач. В зависимости от энергоемкости технологического процесса технологический модуль может оснащаться собственной энергетической установкой, либо ходовое и рабочее оборудование подключается к системе отбора мощности силовой установки энергетического модуля. Энергетический модуль также может быть многоосным, а технологический — полуприцепным либо прицепным. Энергетический модуль может оснащаться системой навески технологического оборудования (передней, задней, боковой и др.), позволяющей использовать сменное рабочее оборудование для решения широкого круга инженерных задач.

*Второе направление* модернизации военно-инженерных землеройных машин предполагает переустановку технологического оборудования на серийно выпускаемые тягово-транспортные шасси. В рамках данного направления проводится коренная модернизация систем отбора мощности двигателя базовой машины на привод рабочих органов. Предпочтение следует отдавать гидрообъемным передачам на основе современной элементной базы ведущих мировых товаропроизводителей гидравлической аппаратуры. Создание современной системы гидравлических приводов рабочего оборудования может развиваться в направлении формирования моноагрегатных насосных установок на базе использования многопоточных насосов, либо оснащения однопоточных насосов агрегатами деления потока рабочей жидкости.

Рабочие органы инженерных землеройных машин не требуют радикальной переработки, поскольку инженерные решения, заложенные в конструкции землеройных машин, актуальны и на современном этапе.

В рамках *третьего направления* модернизации военно-инженерных землеройных машин производится коренная модернизация существующих образцов техники, находящейся на вооружении. Это касается прежде всего инженерной техники, базирующейся на специальных гусеничных шасси. Ревизии и последующей модернизации могут подвергаться системы приводов технологического оборудования, трансмиссия машины и ее ходовая часть при сохранении основных структурных элементов землеройных машин. Кроме того, модернизация должна решить вопросы систем управления, навигации и т. д. на современном уровне. Направление предполагает перевод технологического оборудования и основных систем инженерной техники на современную элементную базу.

Рассмотрим основные алгоритмы модернизации землеройной техники на примере полковой землеройной машины ПЗМ-2 и путепокладчика БАТ-2 [1].

Полковая землеройная машина ПЗМ-2 предназначена для отрывки котлованов и траншей при оборудовании позиций войск и пунктов управления. По своим тактико-техническим характеристикам ПЗМ-2 соответствует современному уровню решения боевых задач. Технологическое оборудование полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к машине. Опыт эксплуатации данной машины показал низкую надежность двигателя СМД-62, что вынудило производителей заменить силовую установку тягача. Современные модели, выпускаемые ЗАО «ТРАКТОРМАШ» (г. Харьков), — трактор ОрТЗ-150Г-Я-01 с навесным бульдозерным оборудованием — оснащены двигателем ЯМЗ-236Д-3/Д, базовая платформа которого хорошо зарекомендовала себя при эксплуатации. Поддержание работоспособного состояния ПЗМ-2 является сложной инженерной задачей из-за отсутствия запасных частей, производство которых прекращено.

Модернизация ПЗМ-2 может производиться в рамках второго направления и предполагает создание новой траншейно-котлованной машины на базе доработанного по стандартам

Технические характеристики базовых шасси землеройных машин

Техническая характеристика	Марка машины				
	Беларус Ш-406	МоАЗ-49011	МоАЗ-40484-025	МоАЗ-40489	МоАЗ-40486
Масса эксплуатационная, кг	6300	13 500	27 500	30 400	36 700
Максимальная скорость, км/ч	50	35	46		
Двигатель	Д-245.2-200	ЯМЗ-238Б			Cummins M11C350
Мощность двигателя, кВт	90	220			261
Номинальное тяговое усилие, кН	20	50	180	200	240
Трансмиссия	механическая (14/4)	гидромеханическая (6/1)			
Подвеска: – переднего моста	поддресоренная	жесткая	жесткая		
– заднего моста	жесткая	жесткая	пневмогидравлическая		
Шины, дюйм	16,5/70-18	28,1R26	26,5×25		

Вооруженных Сил Республики Беларусь базового шасси отечественного производства. В качестве базового шасси может быть применена модификация шасси универсального «Беларус Ш-406» (см. таблицу) производства МТЗ. Кроме того, может быть использована модификация трактора МоАЗ-49011 производства Могилевского автомобильного завода. Трактор создан по конструктивной схеме, аналогичной колесному тягачу Т-155. Гидромеханическая трансмиссия обеспечивает выбор рационального режима работы с землеройным оборудованием. Модернизация ПЗМ-2 на основе использования базовых шасси отечественного производства обеспечит повышение ремонтпригодности и эффективности боевого применения.

На современном этапе при модернизации рабочего оборудования ПЗМ-2 важнейшим направлением является замена сложных и материалоемких механических систем приводов рабочего оборудования гидравлическими объемными приводами на современной элементной базе гидравлических агрегатов. Рациональным является отказ от применения сложной и материалоемкой распределительной коробки и использование гидравлического объемного привода цепного рабочего органа и метателя на базе стандартных гидравлических агрегатов. Расширение применения стандартных гидравлических агрегатов в приводе рабочего оборудования снизит стоимость изготовления машины.

Использование гидравлического объемного привода цепного рабочего органа и метателя повысит надежность рабочего оборудования, исключая поломки элементов привода при динамическом увеличении нагрузки. Таким образом, модернизация систем приводов рабочего оборудования позволит уменьшить массу рабочего оборудования и снизить стоимость изготовления, упростит техническое обслуживание и ремонт траншейно-котлованной машины.

Гидросистема траншейно-котлованной машины (рис. 1) оснащена насосом 1 с баком 2.

Она обеспечивает: позиционирование отвала бульдозера гидроцилиндрами 3, 6, управляемыми гидрораспределителем 7; работу гидромотора 5 привода лебедки при открытом вентиле 4 и поднятом отвале бульдозера; установку рабочего оборудования (цепного рабочего органа и метателя) в транспортное положение с фиксацией вентилем 11 и рабочее положение гидроцилиндрами 10, 12, управляемыми гидрораспределителем 9; при отрывке траншей подъем — опускание цепного рабочего органа гидроцилиндрами 16, 18, управляемыми гидрораспределителем 17; при отрывке котлованов качание цепного рабочего органа гидроцилиндрами 13, 15, управляемыми гидрораспределителем 14.

В рамках модернизации системы приводов рабочего оборудования траншейно-котлованной машины [2] гидросистема дополнительно оснащается насосной установкой 26

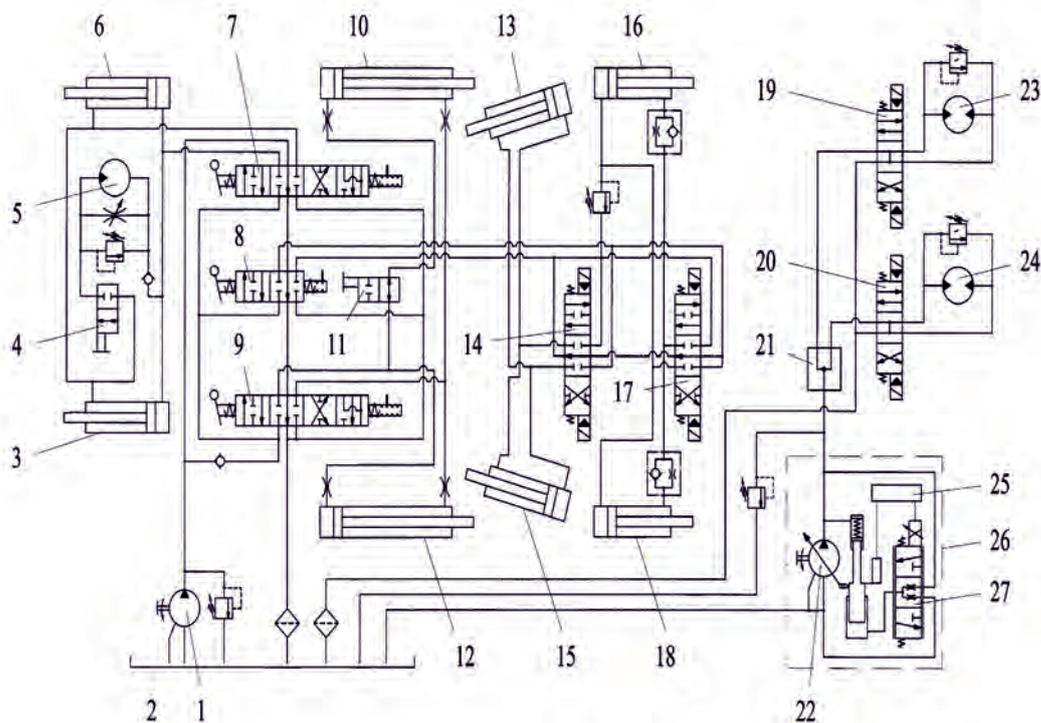


Рис. 1. Принципиальная схема гидропривода траншейно-котлованной машины: 1, 22 — насос; 26 — насосная установка; 2 — бак; 3, 6, 10, 12, 13, 15, 16, 18 — гидроцилиндр; 4, 11 — вентиль; 5, 23, 24 — гидромотор; 7, 8, 9, 14, 17, 19, 20, 27 — гидрораспределитель; 21 — делитель потока; 25 — блок управления

и гидромоторами 23, 24 привода цепного рабочего органа и метателя (см. рис. 1). Дополнительная насосная установка приводится от ВОМ базового шасси. Может быть рекомендована к использованию насосная установка 26, состоящая из насоса 22 марки 313.3.107 с регулятором с пропорциональным электрогидравлическим управлением, и системы управления, включающей электронный блок управления 25, гидрораспределитель 27 с пропорциональным электромагнитом, ступенчатый поршень изменения положения блока цилиндров насоса 22, датчик обратной связи положения ступенчатого поршня. Номинальный объем насоса — 107 см<sup>3</sup>, минимальный 0–40 см<sup>3</sup>. Производитель ОАО «Пневмостроймашина» (РФ). Гидромоторы 23, 24 управляются трехпозиционными гидрораспределителями 19, 20. При необходимости изменения режима работы рабочего оборудования траншейно-котлованной машины оператор может увеличить производительность насоса 22 посредством алгоритмов, заложенных в электронный блок управления 25 при выполнении любой операции, не изменяя ре-

жима работы двигателя. Независимую работу гидромоторов 23, 24, находящихся под различной нагрузкой, обеспечивает делитель потока 21. При разработке основных направлений модернизации систем приводов рабочего оборудования военно-инженерных землеройных машин авторы предложили принцип объемного деления потоков рабочей жидкости, состоящий в дискретной подаче фиксированных объемов рабочей жидкости последовательно по напорным магистралям потребителей, а также основные технические решения дискретных гидрораспределителей роторного типа [3, 4].

Путепрокладчик БАТ-2 предназначен для перемещения грунта при устройстве проходов через овраги, рвы, траншеи; устройстве спусков к переправам, расчистке маршрутов колонного пути; отрывке котлованов при самоокапывании; устройстве проходов на местности, в завалах в лесу и населенных пунктах; для укладки блоков дорожно-мостовых конструкций. По своим тактико-техническим характеристикам БАТ-2 соответствует современному уровню решения боевых задач.

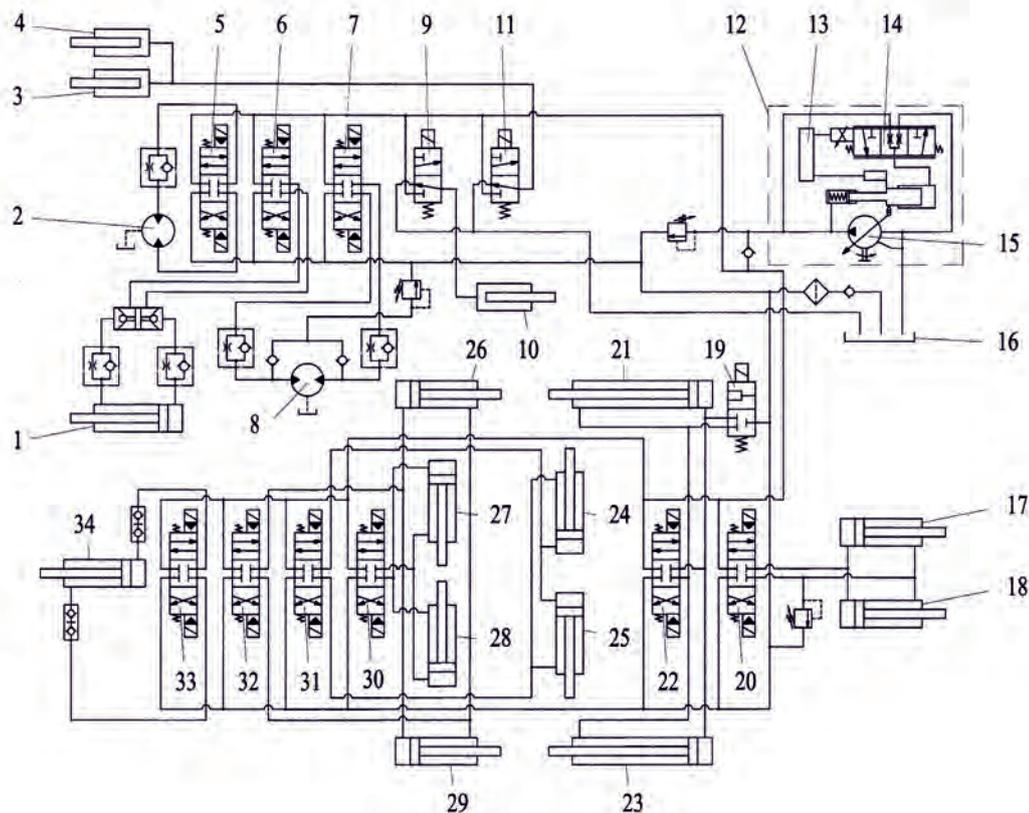


Рис. 2. Принципиальная схема гидропривода путеукладчика: 1, 3, 4, 10, 17, 18, 21, 23–29, 34 — гидроцилиндр; 2, 8 — гидромотор; 5–7, 14, 19, 20, 22, 30–33 — гидрораспределитель; 9, 11 — электромагнитный кран; 12 — насосная установка; 13 — блок управления; 15 — насос; 16 — бак

Модернизация БАТ-2 может производиться в рамках второго направления и предполагает создание нового путеукладчика на базе доработанного по стандартам Вооруженных Сил Республики Беларусь базового шасси отечественного производства. В качестве альтернативы гусеничной базе БАТ-2 можно предложить колесную базу, в производстве которой предприятия Беларуси накопили огромный опыт. Могилевский автомобильный завод разработал гамму колесных тягачей, агрегируемых с землеройным оборудованием (см. таблицу). Эти машины с шарнирно-сочлененной рамой оснащены гидромеханической трансмиссией и двумя ведущими мостами, обладают отличной проходимостью и высокими тяговыми показателями. Пневмогидравлическая подвеска заднего моста позволяет развивать транспортную скорость до 45–50 км/ч. Вместе с тем создание нового путеукладчика на колесной базе потребует значительных инвестиций, что при существующем парке инженерной техники не актуально.

Модернизация БАТ-2 может производиться в рамках третьего направления и предполагает перевод системы приводов технологического оборудования на современную элементную базу. В гидросистеме путеукладчика БАТ-2 [1] применяются две пары насосов: 210.25 и 210.16 общим рабочим объемом 82 см<sup>3</sup> и комплект гидроаппаратуры, обеспечивающий работу насосной установки в режиме холостого хода и необходимую подачу в рабочем режиме. В рамках модернизации гидросистемы предлагается замена существующего насосного агрегата, состоящего из раздаточной коробки и четырех насосов одним насосом переменной производительности. Модернизация системы приводов рабочего оборудования позволит упростить систему приводов и систему управления, исключив раздаточную коробку привода четырех насосов и ряд электромагнитных кранов, используемых для ступенчатого регулирования подачи насосного агрегата. Модернизация обеспечивает уменьшение массы рабочего оборудования и снижение

стоимости изготовления. Упрощается техническое обслуживание и ремонт путепрокладчика.

Кроме того, может быть рекомендована аналогичная насосная установка 12 (см. рис. 2) производства ОАО «Пневмостроймашина» (РФ), состоящая из насоса 15 марки 313.3.80 либо 313.3.107, номинальным объемом 80 либо 107 см<sup>3</sup> и минимальным (0–40) см<sup>3</sup>.

Гидросистема путепрокладчика обеспечивает: поворот отвала бульдозера в рабочее (транспортное) положение гидроцилиндрами 26, 29, управляемыми гидрораспределителем 32; позиционирование отвала бульдозера гидроцилиндрами 21, 23, управляемыми гидрораспределителем 22 и перевод отвала в плавающее положение гидрораспределителем 19; позиционирование лыжи бульдозера гидроцилиндром 34, управляемым гидрораспределителем 33; фиксация (расфиксация) механизма перевода крыльев отвала в бульдозерное, грейдерное положение гидроцилиндрами 24, 25, управляемыми гидрораспределителем 31; перекоп отвала бульдозера гидроцилиндрами 27, 28, управляемыми гидрораспределителем 30; позиционирование рыхлителя гидроцилиндрами 17, 18, управляемыми гидрораспределителем 20; подъем (опускание) стрелы крана гидроцилиндром 1, управляемым гидрораспределителем 6; поворот крана гидромотором 8, управляемым гидрораспределителем 7, при одновременном растормаживании механизма поворота крана гидроцилиндром 10, управляемым электромагнитным краном 9; привод грузовой лебедки крана гидромотором 2, управляемым гидрораспределителем 5, при одновременном растормаживании механизма привода грузовой лебедки гидроцилиндрами 4, 3, управляемыми электромагнитным краном 11.

Применение насоса переменной производительности в составе системы приводов технологического оборудования путепрокладчика позволит изменять режим работы технологического оборудования при изменении внешних условий, обеспечивая максимальную произво-

дительность при выполнении основных технологических операций.

#### Выводы:

– модернизация землеройных машин инженерного вооружения на основе использования базовых шасси отечественного производства обеспечивает повышение ремонтпригодности и эффективности боевого применения;

– модернизация систем приводов рабочего оборудования землеройных машин инженерного вооружения позволит уменьшить массу рабочего оборудования и снизить стоимость изготовления, упростит техническое обслуживание и ремонт землеройных машин инженерного вооружения.

#### Литература:

1. 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 [и др.]; под ред. А. В. Ольшанского. — М.: Военное издательство, 1986. — 422 с.
2. Гидравлическая система рабочего оборудования землеройной машины: пат. 5586 Респ. Беларусь, МПК (2006) F 16H 61/40, F 15B 11/00 / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, Н. Г. Шмуляев, Ю. В. Костко, С. В. Кондратьев, В. Ф. Тамело; заявитель — Белорусский национальный технический университет. — № u20090218; заявл. 2009.03.18; опубл. 2009.10.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2009. — № 5.
3. Коробкин, В. А. Агрегаты дискретного действия гидроприводов строительных и дорожных машин / В. А. Коробкин, А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай // Строительные и дорожные машины. — 2010. — № 5. — С. 43–46.
4. Коробкин, В. А. О перспективных направлениях создания гидравлических агрегатов приводов строительных и дорожных машин / В. А. Коробкин, А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, В. Ф. Тамело // Наука и техника. — 2012. — № 6. — С. 71–76.