

УДК 69.002.5 – 82

## РАЗВИТИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКОЙ ВОЕННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ТЕХНИКИ

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

*Белорусский национальный технический университет*

*В статье изложены основные направления и возможности модернизации белорусско-российской инженерной техники. Показана перспективность перевода технологического оборудования машин инженерного вооружения на базовые шасси отечественного производства. Рассмотрены возможности модернизации систем приводов технологического оборудования, перевода систем приводов на современную элементную базу.*

Анализ состояния парка инженерных машин Вооруженных Сил Беларуси и России показывает моральный и физический износ основных базовых шасси, систем приводов технологического оборудования. На вооружении сегодня в частях и соединениях инженерных войск находятся следующие землеройная техника: траншейные машины, котлованные машины, универсальные землеройные машины, экскаваторы одноковшовые. В целом землеройная техника соответствует своему назначению и применение ее 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.

Характер современных боевых действий свидетельствуют о возрастающем значении подготовки позиций войск в кратчайшие сроки, повышении их надежности. Это будет обеспечиваться, в первую очередь, мобильностью и повышением

производительности инженерных машин, дальнейшей модернизацией рабочего оборудования и ходовой части.

Модернизация машин инженерного вооружения может проводиться по ряду направлений на базе промышленных предприятий транспортного машиностроения, тракторостроения Республики Беларусь. Техническая модернизация военной 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.

*Первое направление модернизации военно-инженерных 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, исходя из необходимости решения ряда современных задач. 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 требований 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 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 выполняется многоосным, а технологический – полуприцепным, либо прицепным. Энергетический модуль оснащается системой навески технологического оборудования (передней, задней, боковой и пр.), позволяющей использовать сменное рабочее оборудование для решения широкого круга инженерных задач.

*Второе направление* модернизации военно-инженерных машин предполагает переустановку технологического оборудования на серийно выпускаемые тягово-транспортные шасси. В рамках данного направления проводится коренная модернизация систем приводов рабочих органов. Предпочтение следует отдавать гидрообъемным передачам на основе современной элементной базы гидравлической аппаратуры. Использование стандартных гидравлических агрегатов систем

приводов вместо механических, выпускаемых малыми сериями, позволит снизить трудозатраты при модернизации машин, техническом обслуживании и ремонте. Системы гидравлических приводов рабочего оборудования могут развиваться в направлении формирования моноагрегатных насосных установок на базе использования многопоточных насосов, либо оснащения однопоточных насосов агрегатами деления потока рабочей жидкости.

Рабочие органы инженерных 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 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 структурных элементов 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 направления модернизации инженерной техники на примере полковой землеройной машины ПЗМ-2, инженерной машины разграждения ИМР-2, котлованных машин МДК-3, МДК-2М [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. Модернизация ПЗМ-2 в Вооруженных Силах России производится в направлении переустановки рабочего оборудования цепного экскаватора и бульдозера на колесную базу трактора К-702 (К-703) и на универсальную гусеничную базовую машину. В Республике Беларусь модернизация ПЗМ-2 может производиться в рамках второго направления, и предполагает создание новой траншейно-котлованной машины на базе доработанного по стандартам Вооруженных Сил Республики Беларусь базового шасси отечественного произ-

водства. В качестве базового шасси может быть применена модификация шасси универсального «Беларус Ш-406» производства Минского тракторного завода, а также модификация трактора МоАЗ-49011, производства Могилевского автомобильного завода.

На современном этапе при модернизации рабочего оборудования ПЗМ-2 важнейшим направлением является замена сложных и материалоемких механических систем приводов рабочего оборудования гидравлическими приводами. Рациональным является отказ от применения материалоемкой распределительной коробки и использование гидравлического привода цепного рабочего органа и метателя. Использование гидравлического привода цепного рабочего органа и метателя 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 траншейно-котлованной машины.

Инженерная машина разграждения ИМР-2 [1] предназначена для проделывания проходов, расчистке завалов и разрушений при инженерном обеспечении боевых действий войск. Основные конструктивно-технологические решения, заложенные в рабочем оборудовании ИМР-2, соответствуют современному уровню. Модернизация инженерной машины разграждения может проводиться в рамках третьего направления и предполагает перевод системы приводов технологического оборудования на современную элементную базу. Гидросистема инженерной машины разграждения обеспечивает управление: бульдозерным оборудованием; стреловым оборудованием; башней стрелового оборудования; захватом стрелы; колейно-минным тралом; выдачей скребка-рыхлителя механизма укладки. В гидросистеме инженерной машины разграждения ИМР-2 применяются шесть насосов, при этом три насоса обеспечивают работу бульдозерного оборудования и колейного минного трала, два насоса – стрелового оборудования, и один насос – оборудования манипулятора. Все группы рабочего оборудования работают раздельно. Привод насосов обеспечивает раздаточная коробка.

Одним из направлений модернизации является применение моноагрегатной насосной установки, состоящей из трех шестеренных насосов с приводом от одного вала. Насосный моноагрегат – группа 4+4+3 необходимой комплектации (150+100+50 см<sup>3</sup>) может быть произведен пред-

приятиями РБ. Авторами разработана гидросистема привода рабочих органов ИМР-2 на базе применения одного насоса переменной производительности. Может быть рекомендована насосная установка 22 (рис. 1) производства ОАО «Пневмостроймашина» РФ, состоящая из насоса 25 марки 313.3.160, номинальным объемом 160 см<sup>3</sup> и минимальным (0-40) см<sup>3</sup>. В блоке управления 24 насоса 25 заложена информация о режиме работы насоса при использовании всех рабочих органов, и при включении необходимой позиции каждого гидрораспределителя. Система управления насосом 25 обеспечивает его работу в оптимальном режиме.

Гидросистема инженерной машины разграждения обеспечивает управление:

- бульдозерным оборудованием: перевод отвала бульдозера в транспортное и полутранспортное положение гидроцилиндром 32, управляемым гидрораспределителем 31, и стопорение отвала бульдозера в транспортном положении гидроцилиндром 37, управляемым электромагнитным краном 36; позиционирование отвала бульдозера гидроцилиндрами 39, 40, управляемыми гидрораспределителем 38 и перевод отвала в плавающее положение гидрораспределителем 41; перекоп отвала бульдозера гидроцилиндрами 43, 44, управляемыми гидрораспределителем 42;

- стреловым оборудованием: позиционирование стрелы гидроцилиндром 16, управляемым гидрораспределителем 15 и перевод стрелы в плавающее положение гидрораспределителем 14, стопорение стрелы гидроцилиндром 7, управляемым электромагнитным краном 6; выдвижение, втягивание стрелы гидроцилиндром 13, управляемым гидрораспределителем 12; позиционирование стойки стрелы гидроцилиндром 28, управляемым гидрораспределителем 27;

- башней стрелового оборудования: поворот башни гидромотором 21, управляемым гидрораспределителем 19 и перевод башни в плавающее положение гидрораспределителем 20;

- захватом стрелы: позиционирование захвата стрелы гидроцилиндром 16, управляемым гидрораспределителем 15 и перевод захвата стрелы в плавающее положение гидрораспределителем 14; поворот захвата стрелы гидроцилиндрами 2, 3, управляемыми гидрораспределителем 1; раскрытие, закрытие захвата стрелы гидроцилиндром 5, управляемым гидрораспределителем 4;

- колейно-минным тралом: перевод колейно-минного трала из походного положения в предрабочее и обратно гидроцилиндрами 34, 35, управляемым гидрораспределителем 33;

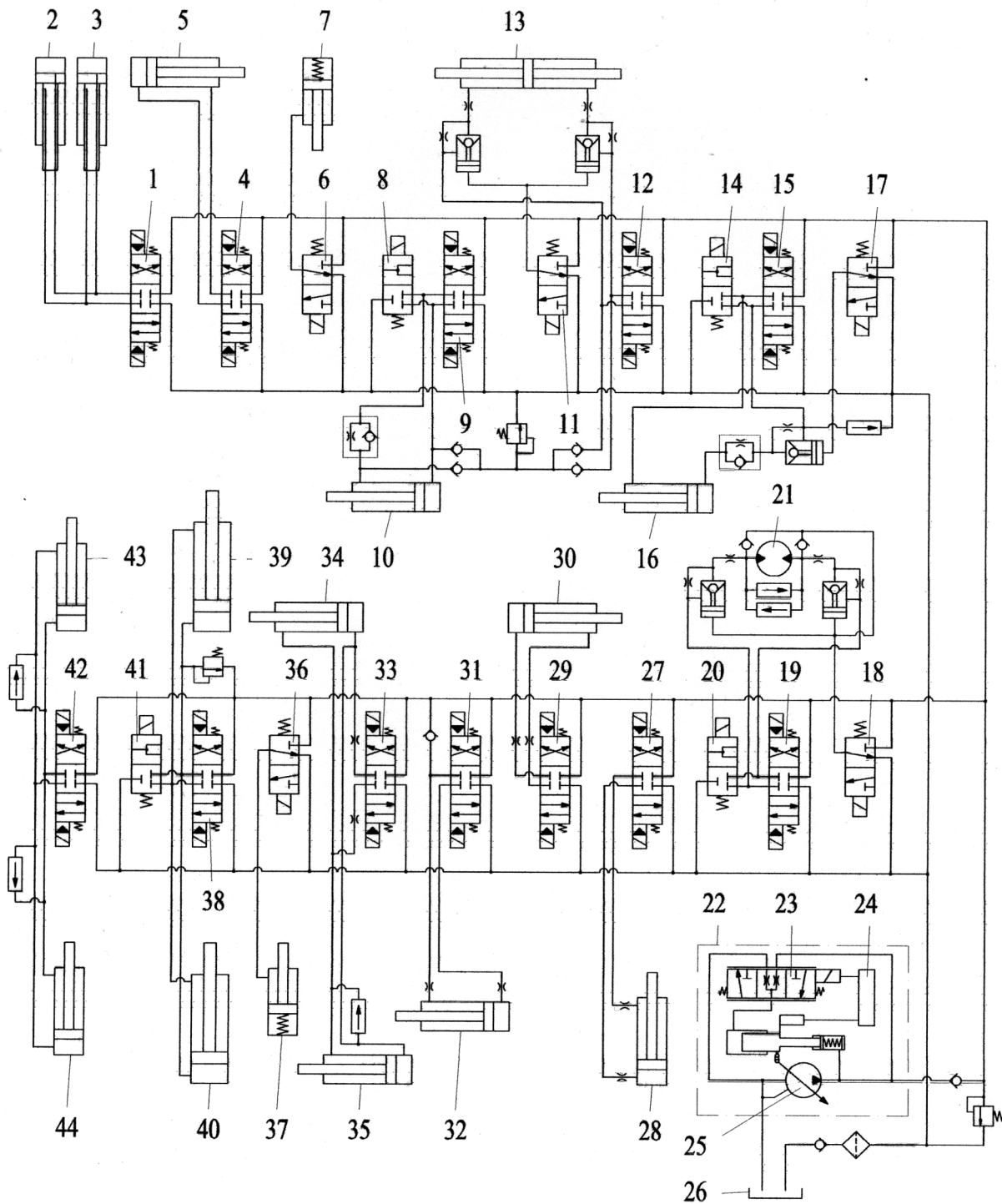


Рис. 1. Принципиальная схема гидропривода инженерной машины разграждения:  
 1, 4, 8, 9, 12, 14, 15, 19, 20, 23, 27, 29, 31, 33, 38, 41, 42 – гидрораспределитель; 2, 3, 5, 7, 10, 13, 16, 28, 30, 32,  
 34, 35, 39, 40, 43, 44 – гидроцилиндр; 6, 11, 17, 18, 36 – электромагнитный кран; 21 – гидромотор;  
 22 – насосная установка; 24 – блок управления; 25 – насос; 26 – бак

– выдача скребка-рыхлителя механизма укладки гидроцилиндром 30, управляемым гидрораспределителем 29.

Применение насоса переменной производительности в составе системы приводов технологического оборудования инженерной машины разграждения позволит изменять режим работы технологического оборудования при изменении внешних условий, обеспечивая максимальную производительность при выполнении основных технологических операций.

На вооружении в частях инженерных войск используется котлованные машины МДК-3, МДК-2М [1], предназначенные для отрывки котлованов под фортификационные сооружения и укрытия для военной техники при инженерном оборудовании позиций войск. По своим тактико-техническим характеристикам МДК-2М устарела, а МДК-3 соответствует современному уровню решения боевых задач.

Бульдозерное оборудование предназначено для послойной разработки и перемещения грунта при планировке дна котлована, подготовке площадки перед началом рытья котлована. Рабочий орган предназначен для разработки грунта в процессе отрывки котлована и транспортирования его в отвал. Он установлен в кормовой части машины и крепится к ней шарнирно с возможностью перемещения в вертикальной плоскости. При существенном удалении на машине механизмов отбора мощности двигателя на привод рабочего органа и самого рабочего органа от двигателя рациональным является использование гидравлического объемного привода рабочего органа. Применение гидравлического привода рабочих органов МДК-3 позволяет отказаться от двух карданных валов, коробки скоростей. Аналогично применение гидравлического привода рабочих органов МДК-2М позволяет отказаться от промежуточного вала, двух карданных валов, поворотного редуктора и предохранительной муфты. Гидравлический мотор привода фрезы и метателя устанавливается на редуктор рабочего органа.

В рамках модернизации гидросистем котлованных машин МДК-3, МДК-2М для привода фрезы и метателя может быть предложена насосная установка 1 (рис. 2), состоящая из регулируемого насоса 2 с наклонным блоком цилиндров серии 313 (313.3.160), предназначенного для работы в открытом контуре и системы автоматического поддержания параметров работы насоса. Для позиционирования бульдозерного оборудования и рабочего органа котлованной машины может

быть применен один аксиально-поршневой насос 3 постоянной производительности серии 310 (310.3.56). Редуктор включения и привода насосов должен быть переработан для установки двух названных насосов. Производитель насосов ОАО «Пневмостроймашина» РФ.

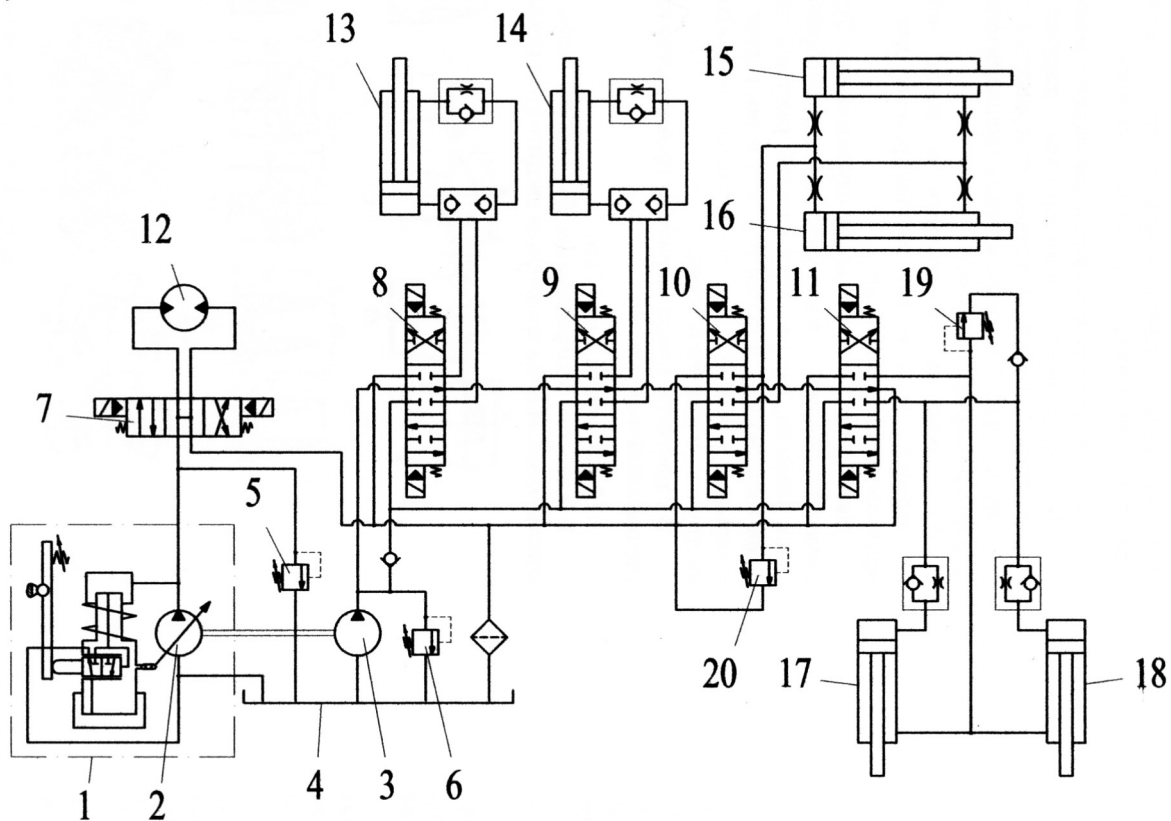
Позиционирование отвала бульдозера осуществляется гидроцилиндрами 13, 14, управляемыми гидрораспределителями 8, 9. В котлованной машине МДК-3 (рис. 2, а) рабочие полости гидроцилиндров 13, 14 заперты гидрозамками. Управление гидроцилиндрами 13, 14 отдельным гидрораспределителем 8, 9 позволяет устанавливать отвал, изменяя положение одного гидроцилиндра при запортом втором.

Перевод рабочего органа котлованной машины из транспортного положения в рабочее обеспечивается гидроцилиндрами 15, 16, управляемыми гидрораспределителем 10. В котлованной машине МДК-3 (рис. 2, а) заглубление рабочего органа обеспечивается гидроцилиндрами 17, 18, управляемыми гидрораспределителем 11. В котлованной машине МДК-2М (рис. 2, б) заглубление рабочего органа гидроцилиндрами 15, 16, управляемыми гидрораспределителем 10.

Для отрывки котлована при второй позиции гидрораспределителя 7 напорная магистраль насоса 2 связана со сливом в бак 4. Давление в напорной магистрали насоса 2 равно давлению в сливной магистрали и насос автоматически переводится в режим холостого хода, уменьшая угол наклона блока цилиндров. При переводе гидрораспределителя 7 в первую позицию (на чертеже левую) гидромотор 12 подключается к напорной магистрали насоса 2, вращая фрезу, и метатель. Давление в напорной магистрали увеличивается, и насос 2 переводится в заданный рабочий режим, обеспечивая необходимые параметры работы оборудования. При встрече рабочего органа с препятствием клапан 5 снижает динамическую нагрузку насоса 2. Реверсирование фрезы обеспечивается переводом гидрораспределителя 7 в третью позицию.

Таким образом, 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.

а)



б)

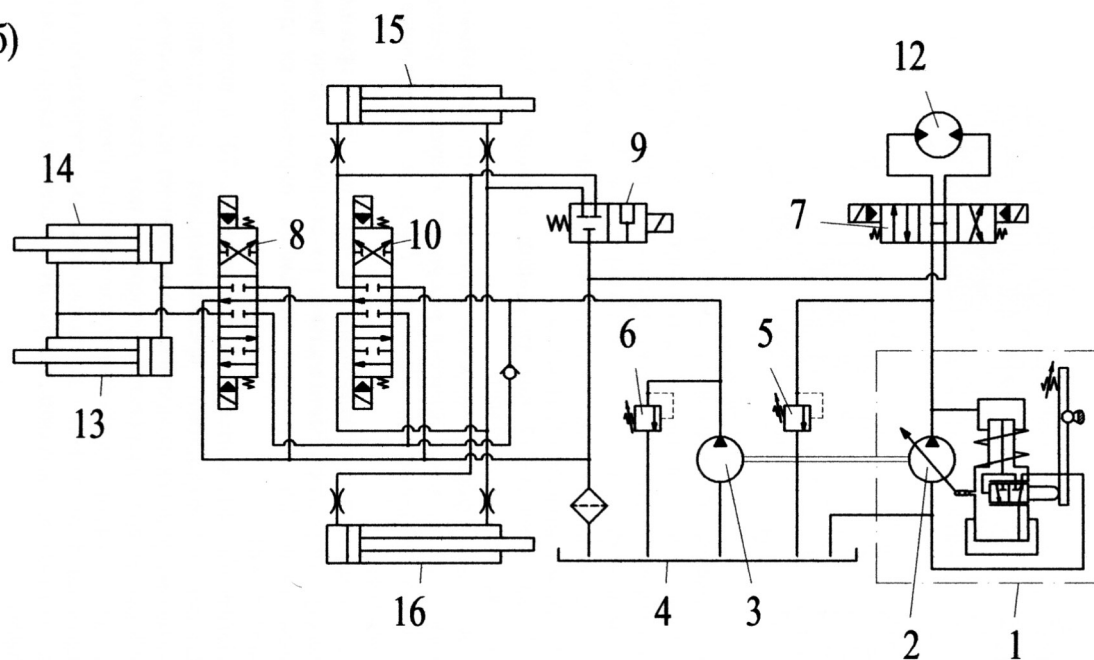


Рис. 2. Принципиальная схема модернизированного гидропривода рабочего оборудования котлованной машины:

а – МДК-3; б – МДК-2М:

1 – насосный агрегат; 2, 3 – насос; 4 – бак; 5, 6, 19, 20 – клапан; 7, 8, 9, 10, 11 – гидрораспределитель; 12 – гидромотор; 13, 14, 15, 16, 17, 18 – гидроцилиндр

*Список использованных источников*

1. 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 [и др.]; под ред. А.В. Ольшанского. – М.: Военное издательство, 1986 – 422 с.
2. Гидравлическая система рабочего оборудования землеройной машины: пат. 9926 Респ. Беларусь, МПК F 16H 61/40 (2010.01) / А.Я. Котлобай, А.А. Котлобай, В.Ф. Тамело и др.; заявитель Минский гос. высший авиационный колледж. – № u 20130638; заявл. 2013.07.31; опубл. 2014.02.28 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 1.
3. Гидравлическая система рабочего оборудования землеройной машины: пат. 9664 Респ. Беларусь, МПК F 16H 61/44 (2006.01) / А.Я. Котлобай, А.А. Котлобай, В.Ф. Тамело, С.В. Григоренко; заявитель Белорусский национальный технический университет. – № u 20130401; заявл. 2013.05.08; опубл. 2013.10.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 5.
4. 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.
5. 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.
6. Гидравлическая система рабочего оборудования путеукладчика: пат. 9925 Респ. Беларусь, МПК F 16H 61/40 (2010.01) / А.Я. Котлобай, А.А. Котлобай, В.Ф. Тамело и др.; заявитель Минский государственный высший авиационный колледж. – № u 20130637; заявл. 2013.07.31; опубл. 2014.02.28 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 1.
7. Гидравлическая система рабочего оборудования путеукладчика: пат. 9327 Респ. Беларусь, МПК F 16H 61/40 (2010.01) / А.Я. Котлобай, А.А. Котлобай, В.Ф. Тамело и др.; заявитель Белорусский национальный технический университет. – № u 20121183; заявл. 2012.12.28; опубл. 2013.06.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 3.

УДК 69.002.5 – 82

## НАПРАВЛЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ ПРИВодОВ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ТЕХНИКИ

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

*Белорусский национальный технический университет*

*В статье изложены вопросы модернизации систем приводов рабочего оборудования инженерной техники, перевода систем приводов на современную элементную базу. Рассмотрены возможности модернизации систем приводов рабочего оборудования путеукладчиков, котлованных машин*

На вооружении в частях и соединениях инженерных войск Республики Беларусь находятся путеукладчики, котлованные машины. В целом инженерная техника соответствует своему предназначению и применение ее в современных условиях актуально. Основной проблемой эксплуатации инженерной техники является ее обслу-

живание и ремонт, что обусловлено отсутствием запасных частей и агрегатов рабочего оборудования. Это объясняется тем, что основные разработки и производство путеукладчиков и котлованных машин выполнялись специализированными предприятиями Украины. Машины выпускались относительно небольшими сериями и не исполь-