

УДК 69.002.5-82

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ПРИВОДОВ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ВОЕННО-ИНЖЕНЕРНОЙ ТЕХНИКИ

**А. Я. Котлобай,**

доцент кафедры БНТУ, канд. техн. наук, доцент

**А. А. Котлобай,**

старший преподаватель кафедры БНТУ

**Ю. Ш. Юнусов,**

начальник кафедры БНТУ, полковник

**В. Ф. Тамело,**

доцент кафедры БНТУ, канд. воен. наук, доцент

Дата поступления в редакцию — 15.12.2014 г.

В статье изложены основные возможности модернизации систем приводов рабочего оборудования военно-инженерной техники, применения гидравлического привода рабочих органов, перевода систем приводов рабочего оборудования на современную элементную базу.

In the article given the basic possibilities of military engineering machines' labor bodies drive systems modernization is stated, in particular the application of hydraulic labor bodies drive systems and their adaptation to modern elemental base.

Военно-инженерная техника, стоящая на вооружении в частях инженерных войск соответствует своему предназначению и применение ее в современных условиях актуально. Поддержание работоспособного состояния высокопроизводительного инженерного оборудования, выпускаемого ранее предприятиями различных регионов СССР малыми сериями, систем отбора мощности двигателя машины на привод рабочих органов, является сложной инженерной задачей из-за отсутствия запасных частей, производство которых прекращено. Как правило, ресурс базовых гусеничных шасси военно-инженерной техники не выработан, основные узлы, и агрегаты их производятся предприятиями Российской Федерации и доступны для поддержания работоспособного состояния. Рабочие органы военно-инженерной техники не требуют радикальной переработки, поскольку инженерные решения, заложенные в

конструкции машин, актуальны и на современном этапе.

Одним из направлений поддержания боеспособности военно-инженерной техники является модернизация систем приводов рабочего оборудования, включающая замену ряда механических систем приводов рабочих органов гидравлическими объемными приводами, реализованными на современной элементной базе гидравлической аппаратуры, преимущественно производства предприятий Республики Беларусь и Российской Федерации. 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.

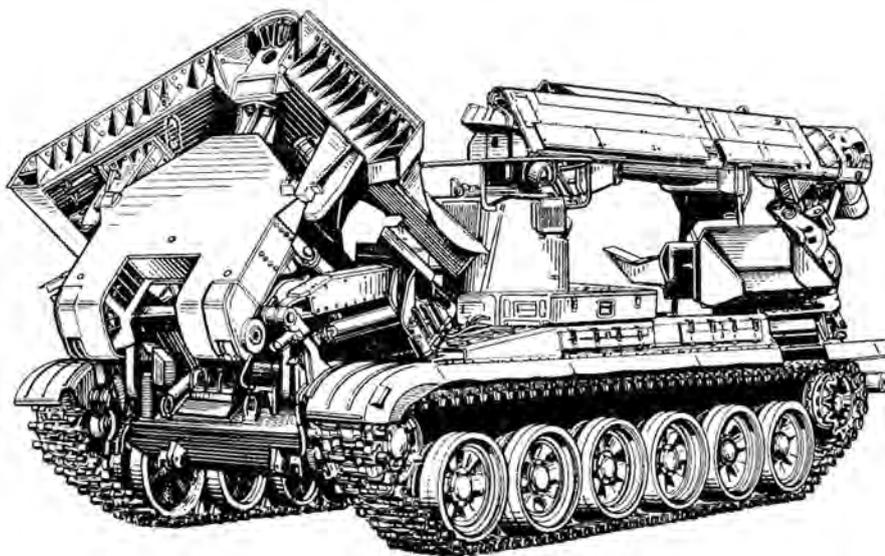


Рис. 1. Инженерная машина разграждения ИМР-2М (вид спереди)

Направления модернизации должны формироваться по каждой инженерной машине исходя из ее конструктивной схемы. Рассмотрим формирование направлений модернизации приводов рабочих органов на примере инженерной машины разграждения ИМР-2М и котлованных машин МДК-3 и МДК-2М.

Инженерная машина разграждения ИМР-2М (см. рис. 1) [1] предназначена для выполнения работ, обеспечивающих продвижение войск через зоны разрушений при инженерном обеспечении боевых действий войск. Машина ИМР-2М состоит из гусеничного шасси и рабочего оборудования, которое приводится в действие гидроприводом, пневмо- и электрооборудованием.

Гусеничное шасси предназначено для монтажа на нем рабочего оборудования. Рабочее оборудование (рис. 2) включает универсальный бульдозер 1, телескопическую стрелу 3 с манипулятором 5, ножевой колеяный минный трал 2, скребок рыхлителя 4, механизм отбора мощности и редуктор привода насосов гидропривода 6, электроустановка и коммуникационные устройства рабочего оборудования.

Насосная установка предназначена для питания гидросистемы рабочей жидкостью и включает в себя шесть насосов НШ-46У или НШ-50А-2, установленных на картере редуктора привода насосов. Одним из направлений модернизации системы приводов рабочих органов ИМР-2М является применение моноагрегатной насосной

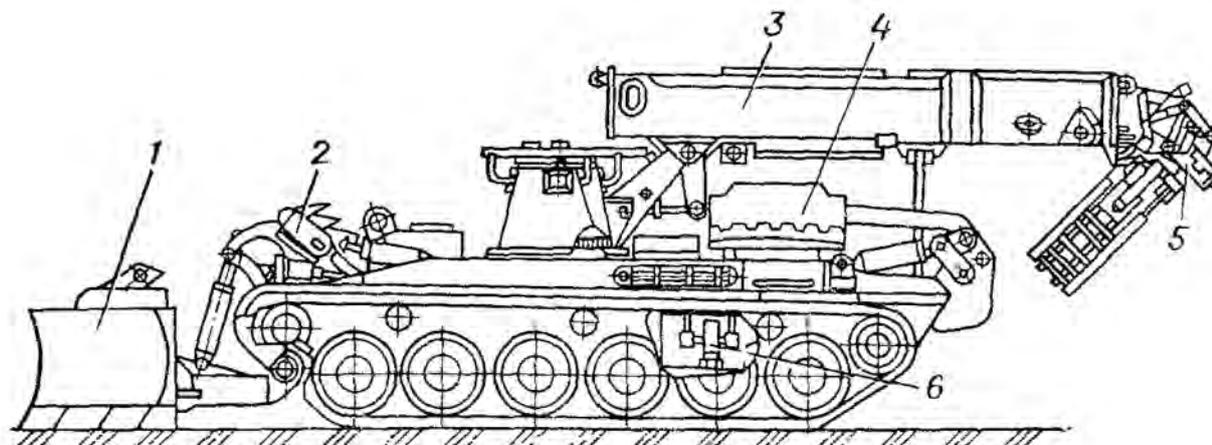


Рис. 2. Рабочее оборудование машины ИМР-2М: 1 — бульдозер универсальный; 2 — ножевой колеяный минный трал; 3 — полноповоротная телескопическая стрела; 4 — скребок рыхлителя; 5 — манипулятор; 6 — редуктор насосов гидропривода

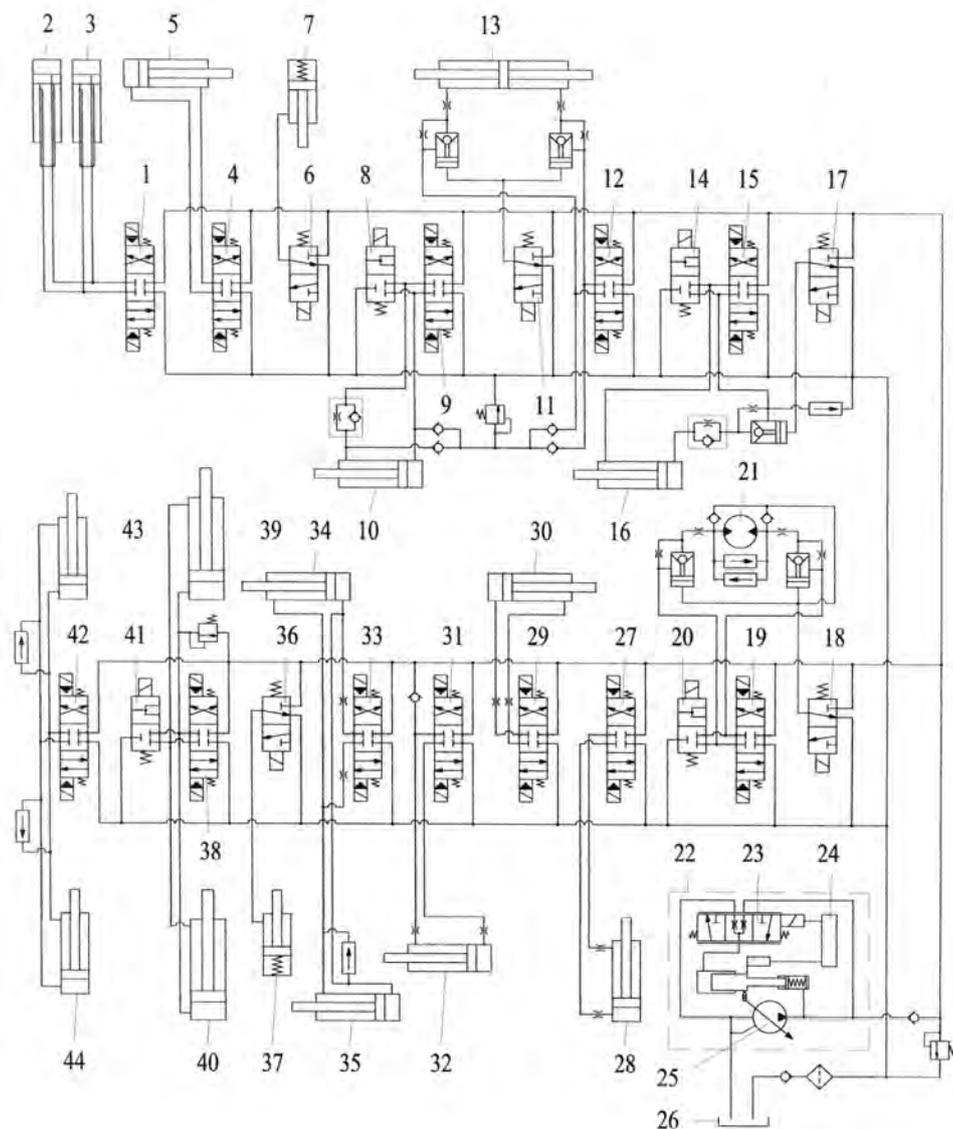


Рис. 3. Принципиальная схема гидропривода инженерной машины разграждения: 1, 4, 8, 9, 12, 14, 15, 19, 20, 23, 27, 29, 31, 33, 38, 41, 42 — гидрораспределитель; 2, 3, 5, 7, 10, 13, 16, 28, 30, 32, 34, 35, 39, 40, 43, 44 — гидроцилиндр; 6, 11, 17, 18, 36 — электромагнитный кран; 21 — гидромотор; 22 — насосная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

установки, состоящей из трех шестеренных насосов с приводом от одного вала: моноагрегат — группа 4+4+3 необходимой комплектации объемом (150 + 100 + 50 см<sup>3</sup>). Секция насоса объемом 150 см<sup>3</sup> обеспечивает работу приводов бульдозерного оборудования и колеечно минного трапа, механизма укладки и поворота башни; секция насоса объемом 100 см<sup>3</sup> — стрелового оборудования с приводов подъема и выдвигания стрелы и привода подъема захвата; секция насоса объемом 50 см<sup>3</sup> — оборудования манипулятора с приводом клещей захвата и поворота захвата. Насосный агрегат может быть произведен предприятиями

РБ. Такой подход позволит отказаться от применения материалоемкого редуктора привода насосов при полном сохранении функциональности системы приводов рабочего оборудования.

Более глубокой модернизацией системы приводов рабочих органов ИМП-2М является применение насосной установки на базе одного насоса переменной производительности. Использование одного насоса упростит привод рабочих органов ИМП-2М и позволит поддерживать оптимальный режим работы при изменении условий нагружения рабочих органов. Авторами рекомендована насосная установка 22 (см. рис. 3) [2] производ-

ства 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 гидро-

распределителем 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

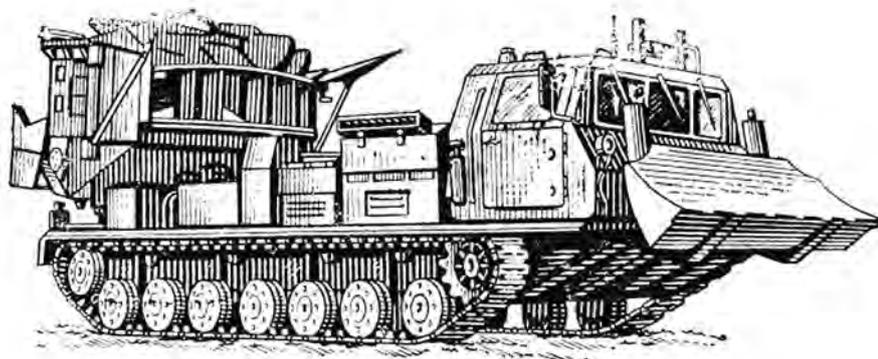


Рис. 4. Котлованная машина МДК-3 (общий вид)

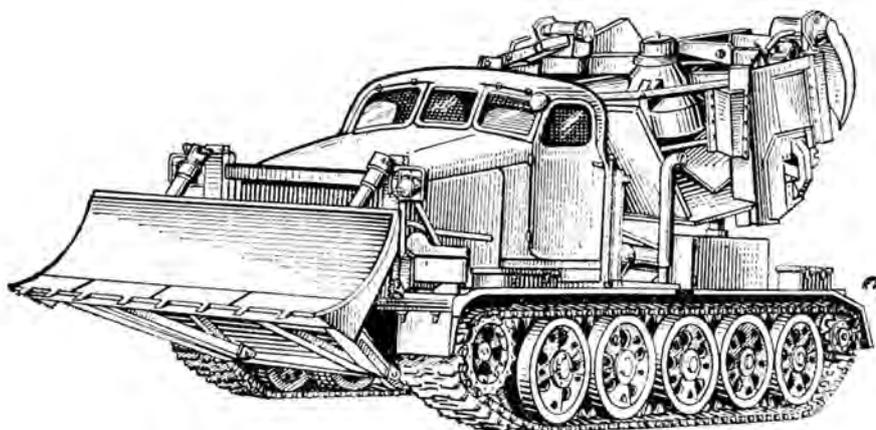


Рис. 5. Котлованная машина МДК-2М (общий вид)

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 рабочее и обратно гидроцилиндрами 34, 35, управляемым гидрораспределителем 33;

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

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

На вооружении в частях инженерных войск используются котлованные машины МДК-3 (см. рис. 4), МДК-2М (см. рис. 5) [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.

Котлованная машина МДК-3 (рис. 6) состоит из гусеничного транспортера и рабочего оборудования, которое включает оборудование для отрывки котлованов, бульдозерное оборудование, рыхлительное оборудование и гидропривод (система управления рабочим оборудованием).

Котлованная машина МДК-2М состоит из базовой машины и рабочего оборудования. В состав рабочего оборудования входят: рабочий орган, трансмиссия рабочего органа, бульдозерное оборудование и гидропривод (система управления рабочим оборудованием). Основные инженерные решения рабочего оборудования бульдозера, рыхлителя и фрезы с метателем традиционные, применяемые в настоящее время.

Бульдозерное оборудование предназначено для послойной разработки и перемещения грунта при планировке дна котлована, подготовке площадки перед началом рытья котлована. Кроме того, с помощью бульдозерного оборудования можно производить засыпку котлованов, траншей, рыхление мерзлого грунта. 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. Анализ си-

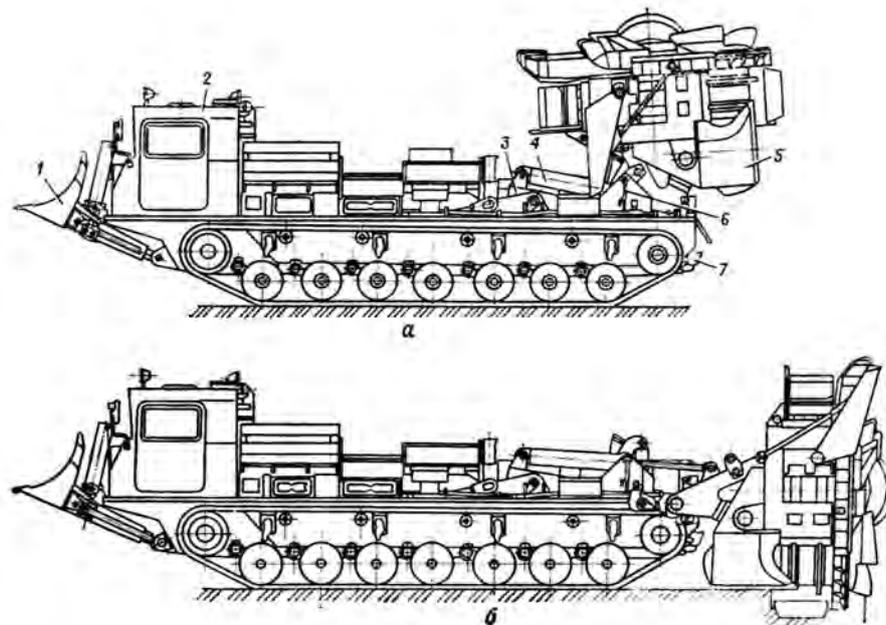


Рис. 6. Котлованная машина МДК-3 (компоновочная схема): а — транспортное положение; б — рабочее положение; 1 — бульдозерное оборудование; 2 — базовая машина; 3 — рама; 4 — гидроцилиндр поворота; 5 — рабочий орган; 6 — фиксатор рабочего органа; 7 — рыхлительное оборудование

стем приводов и управления рабочим оборудованием показывает сложность и материалоемкость трансмиссии рабочего органа, широкие возможности перевода системы управления рабочим оборудованием на современную элементную базу. 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. 7), 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. Насос обеспечивает работу в диапазоне частот 400–1750 мин<sup>-1</sup> при минимальном давлении на входе 0,08 МПа, и до 2650 мин<sup>-1</sup> при максимальном давлении на входе 0,2 МПа. Масса насоса 55 кг, потребляемая номинальная мощность при номинальной частоте вращения 1200 мин<sup>-1</sup> — 66,0 кВт. Для привода фрезы и метателя используется аксиально-поршневой гидромотор 12, устанавливаемый на редуктор рабочего органа, обеспечивающий деление потока мощности гидромотора 12 на привод фрезы и метателя. Трансмиссия привода рабочего органа обеспечивает вращение фрезы в диапазоне частот 15,4–22,6 мин<sup>-1</sup> у МДК-3 и 12,3–18,2 мин<sup>-1</sup> у МДК-2М, что при передаточном отношении редуктора рабочего оборудования фрезы равно соответственно 87,514 и 52 трансмиссий рабочих органов этих машин требует диапазона частот вращения 1348–1978 мин<sup>-1</sup> у МДК-3 и 640–950 мин<sup>-1</sup> у МДК-2М гидромотора 12. Этим параметрам отвечает аксиально-поршневой гидромотор серии 310 (310.3.250), обеспечивающий работу в диапазоне частот 50–2100 мин<sup>-1</sup>. Масса гидромотора 65 кг, номинальная мощность при частоте вращения 960 мин<sup>-1</sup> — 75,0 кВт.

Для позиционирования бульдозерного оборудования и рабочего органа котлованной машины может быть применен один аксиально-поршневой насос 3 постоянной производительности серии 310 (310.3.56). Масса насоса 17 кг, потребляемая номинальная мощность 29 кВт. Редуктор включения и привода насосов должен быть переработан для установки двух названных насосов. Производитель насосов ОАО «Пневмостроймашина» (РФ).

При работе модернизированного гидропривода котлованных машин МДК-3, МДК-2М насосы 2 и 3 (см. рис. 7) включаются при неработающем двигателе. Насос 3 подает рабочую жидкость к гидрораспределителям 8, 9, 10, 11 (см. рис. 7, а), и к гидрораспределителям 8, 10, находящимся в исходном положении во второй позиции, соединяя напорную магистраль насоса 1 со сливом в бак 2.

Позиционирование отвала бульдозера осуществляется гидроцилиндрами 13, 14, управляемыми гидрораспределителями 8, 9. В котлованных машинках МДК-3, МДК-2М гидрораспределители 8, 9 обеспечивают:

а) опускание и заглубление отвала бульдозера при перемещении гидрораспределителей 8, 9 из второй позиции в первую (на чертеже верхнюю), при этом рабочая жидкость насоса 3 подается в поршневые полости гидроцилиндров 13, 14 бульдозера; вытесняемая из штоковых полостей гидроцилиндров 13, 14 рабочая жидкость поступает через сливные магистрали гидрораспределителей 8, 9 и фильтр в бак 4;

б) подъем отвала бульдозера при перемещении гидрораспределителей 8, 9 из второй позиции в третью (на чертеже нижнюю); рабочая жидкость насоса 3 подается в штоковые полости гидроцилиндров 13, 14 бульдозера; вытесняемая из поршневых полостей гидроцилиндров 13, 14 рабочая жидкость поступает через сливные магистрали гидрораспределителей 8, 9 и фильтр в бак 4.

В котлованной машине МДК-3 (см. рис. 7, а) рабочие полости гидроцилиндров 13, 14 запорты гидрозамками. Управление гидроцилиндров 13, 14 гидрораспределителями 8, 9 позволяет перекашивать 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:

а) подъем рабочего оборудования (метателя и рабочего органа) — при перемещении гидро-

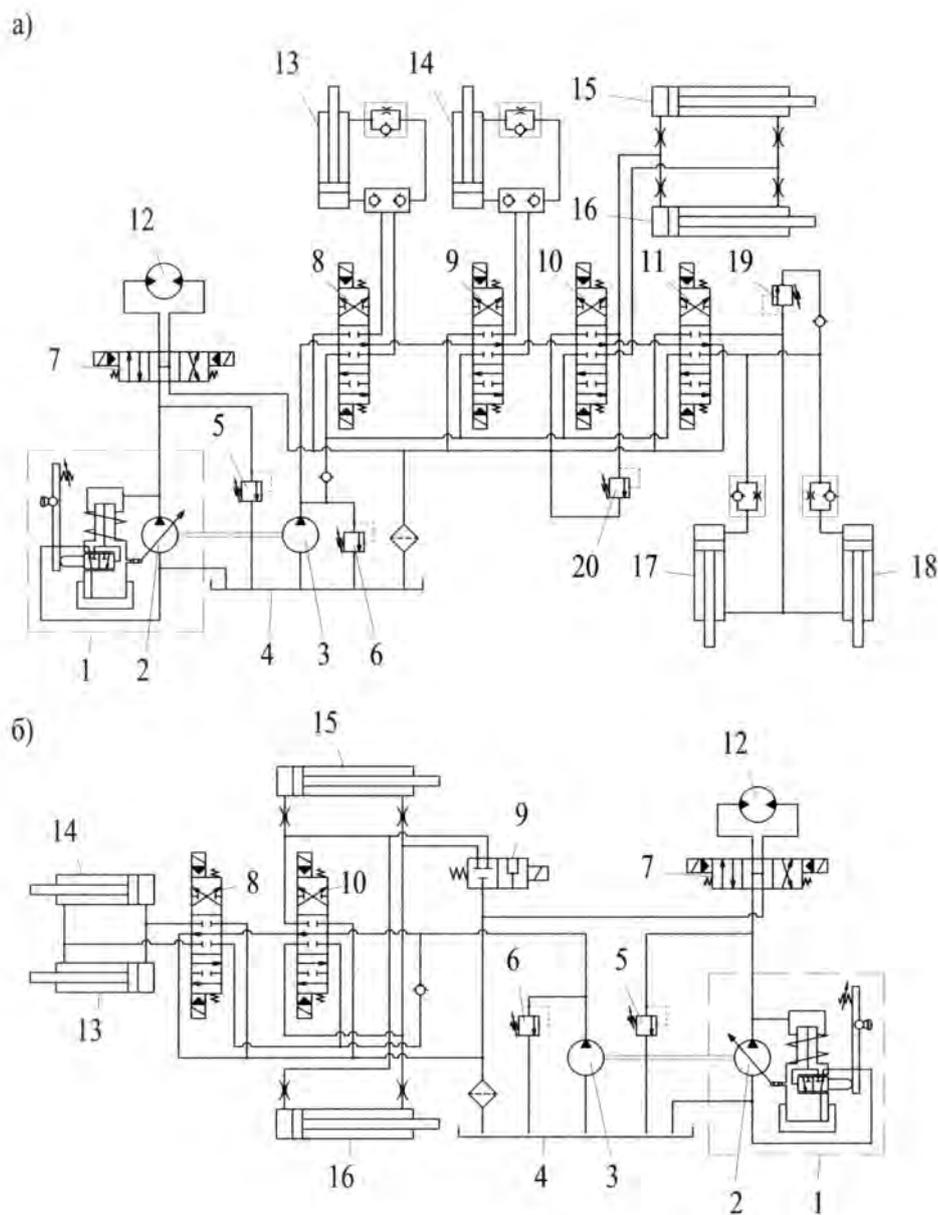


Рис. 7. Принципиальная схема модернизированного гидропривода рабочего оборудования котлованной машины: а — МДК-3; б — МДК-2М: 1 — насосный агрегат; 2, 3 — насос; 4 — бак; 5, 6, 19, 20 — клапан; 7, 8, 9, 10, 11 — гидрораспределитель; 12 — гидромотор; 13, 14, 15, 16, 17, 18 — гидроцилиндр

распределителя 10 из второй позиции в третью (на чертеже нижнюю), при этом рабочая жидкость насоса 3 поступает в штоковые полости гидроцилиндров 15, 16 подъема — опускания рабочего оборудования; из поршневых полостей рабочая жидкость через дроссели, гидрораспределитель 10 и фильтр сливается в бак 4;

б) опускание рабочего оборудования — при перемещении гидрораспределителя 10 из вто-

рой позиции в первую; рабочая жидкость насоса 3 поступает в поршневые полости гидроцилиндров 15, 16; из штоковых полостей гидроцилиндров 15, 16 рабочая жидкость через дроссели, гидрораспределитель 10 и фильтр сливается в бак 4.

В котлованной машине МДК-3 (см. рис. 7, а) заглубление рабочего органа обеспечивается гидроцилиндрами 17, 18, управляемыми гидрораспределителем 11:

а) заглубление рабочего органа — при перемещении гидрораспределителя 11 из второй позиции в третью (на чертеже нижнюю), при этом рабочая жидкость насоса 3 поступает в поршневые полости гидроцилиндров 17, 18; из штоковых полостей рабочая жидкость через гидрораспределитель 11 и фильтр сливается в бак 4;

б) выглубление рабочего органа — при перемещении гидрораспределителя 11 из второй позиции в первую; рабочая жидкость насоса 3 поступает в штоковые полости гидроцилиндров 17, 18; из поршневых полостей гидроцилиндров 17, 18 рабочая жидкость через дроссели, гидрораспределитель 11 и фильтр сливается в бак 4.

В котлованной машине МДК-2М (см. рис. 7, б) заглубление рабочего органа гидроцилиндрами 15, 16, управляемыми гидрораспределителем 10. При переводе гидрораспределителя 9 во вторую позицию поршневые и штоковые полости гидроцилиндров 15, 16 соединяются со сливом в бак 4, обеспечивая плавающее положение рабочему органу.

Клапан 6 ограничивает давление в напорной магистрали насоса 3. Клапан 20 ограничивает давление в поршневых полостях гидроцилиндров 15, 16, а клапан 19 — в штоковых полостях гидроцилиндров 17, 18.

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.

Модернизация системы приводов рабочего оборудования котлованной машины по предложенным направлениям позволит упростить систему приводов рабочих органов и обеспечить надежную эксплуатацию машины в частях инженерных войск.

#### 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, В. П. Трянин, А. И. Гельфарб, В. А. Ржевский, П. А. Потапов, А. Н. Караванко; под ред. А. В. Ольшанского. — М.: Военное издательство, 1986. — 422 с.
2. Гидравлическая система привода рабочего оборудования инженерной машины разграждения: пат. 10143 Респ. Беларусь, МПК F 16H 61/40 (2010.01) / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, В. Ф. Тамело, Д. В. Сухарев, И. В. Зозуля; заявитель Белорусский государственный университет. — № u20130925; заявл. 2013.11.13; опубл. 2014.06.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. — 2014. — № 3.