

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-

зовались интенсивно. На современном этапе производство этих машин прекращено в связи с отсутствием рынка сбыта и финансирования подобных проектов. При этом, ресурс гусеничных базовых шасси путепрокладчиков и котлованных машины не выработан, узлы и агрегаты гусеничных базовых шасси выпускаются серийно предприятиями Российской Федерации, а технологии ремонта гусеничных машин освоены профильными предприятиями Беларуси.

Основной тенденцией развития парка военно-инженерной техники современных развитых стран (США, Великобритания, Германия, Франция) является широкое использование тяжелой инженерной техники производственно-технического назначения: для выполнения задач по подготовке и содержанию путей движения войск – бульдозеры, скреперы, грейдеры; для подготовки котлованов под различные фортификационные сооружения – одноковшовые, многоковшовые экскаваторы. Аналогичные подходы прорабатываются руководством Вооруженных Сил Российской Федерации и Республики Беларусь.

При реформировании парка инженерной техники Российской Федерации формулируются задачи замены морально устаревших машин производства Союзных Республик СССР на машины, созданные на предприятиях Российской Федерации. Так, разрабатываются проекты машин на едином унифицированном гусеничном шасси, проводится доработка средств производственно-технического назначения для выполнения задач инженерных войск.

При рассмотрении возможностей реформирования парка инженерной техники Республики Беларусь следует исходить из ограниченных возможностей по созданию единиц инженерной техники на предприятиях предприятий транспортного машиностроения Республики Беларусь. Так, предприятия транспортного машиностроения Республики Беларусь не располагают финансовыми и научно-производственными ресурсами по созданию современных гусеничных шасси и рабочего оборудования инженерной техники, приобретению инженерной техники, либо машинокомплектов на предприятиях Российской Федерации. При этом, развитая производственно-техническая база предприятий транспортного машиностроения Республики Беларусь позволяет производить ремонт инженерной техники и модернизацию ее по ряду направлений.

Модернизация должна решить вопросы систем управления, навигации и т.д. на современ-

ном уровне. Модернизации могут подвергаться системы приводов рабочего оборудования инженерной техники при сохранении структурных элементов машин [1], [2].

При формировании структур систем отбора мощности двигателя на привод рабочих органов инженерной техники предпочтение отдавалось использованию сложных механических систем при наличии относительно небольшой гаммы гидравлической аппаратуры. Насосные агрегаты, применяемые на данных изделиях, состоят из нескольких насосов, работающих параллельно, приводимых одновременно от раздаточной коробки, созданной специально для данного изделия. Система приводов насосов отличается высокими габаритами, что уменьшает полезное пространство машины. В случае поломки элементов такой раздаточной коробки ремонт ее существенно усложняется из-за малого числа изделий и отсутствия запасных частей. Кроме того, создание такой раздаточной коробки требует наличия специализированного механосборочного производства высокого технологического уровня.

На современном этапе при создании новых образцов инженерной техники рациональным является отказ от использования сложных элементов механических систем приводов и применение широкой гаммы универсальной гидравлической аппаратуры. Создание современной системы гидравлических приводов рабочего оборудования может развиваться в направлении формирования моноагрегатных насосных установок на современной элементной базе [3]. Рассмотрим возможности модернизации систем приводов рабочего оборудования инженерной техники на примере путепрокладчиков и котлованных машин.

На вооружении в частях инженерных войск используется путепрокладчики БАТ-М, БАТ-2 (рис. 1), ПКТ, ПКТ-2, предназначенные 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, также устройство проходов на местности, зараженной радиоактивными веществами; для укладки блоков дорожно-мостовых конструкций [4]. Путепрокладчики БАТ-М, ПКТ, ПКТ-2 морально устарели, а путепрокладчик БАТ-2 по своим тактико-техническим характеристикам соответствует современному уровню решения боевых задач. Путепрокладчики БАТ-М (рис. 1), БАТ-2 (рис. 2) производились на пред-

приятия Украины, их выпуск на предприятиях Российской Федерации не налажен. В рамках обновления парка инженерных машин данного назначения на предприятиях Российской Федерации проводятся работы по созданию инженерно-дорожной машины на тяжелом унифицированном гусеничном шасси. Рассмотрим некоторые направления модернизации путеукладчиков БАТ-М, БАТ-2, реализация которых возможна на специализированных предприятиях Беларуси.

Путиукладчик БАТ-М оснащен бульдозерным оборудованием и крановым оборудованием (рис. 3). В качестве базовой машины в нем использовано изделие 405-М, разработанное на базе тяжелого артиллерийского тягача АТ-Т. Универсальное бульдозерное оборудование в рабочем и полутранспортном положении размещается в передней части машины, крепится к ее бортам с помощью толкателей рамы, а в транспортном положении укладывается через кабину на платформу тягача. Все операции по укладке выполняются системой гидравлического управления с использованием лебедки тягача. Все операции по установке крыльев отвала в двухотвальное, бульдозерное и грейдерное положение осуществляются с использованием комплекта толкателей крыльев. Управление лыжей отвала – гидромеханическое.

Крановое оборудование установлено в кормовой части платформы и используется для укладки элементов мостовых переходов, щитов проезжей части, а также для монтажа и демонтажа универсального бульдозерного оборудования. Для управления крановым оборудованием имеется дистанционный пульт управления.

Путиукладчик БАТ-2 (рис. 4) оснащен универсальным бульдозерным, крановым и рыхлительным оборудованием. Его базовой машиной является изделие 454, разработанное на базе унифицированного шасси МТ-Т. Силовая установка, узлы трансмиссии и ведущие звездочки размещены в кормовой части машины, что позволяет установить бульдозерное оборудование в пе-

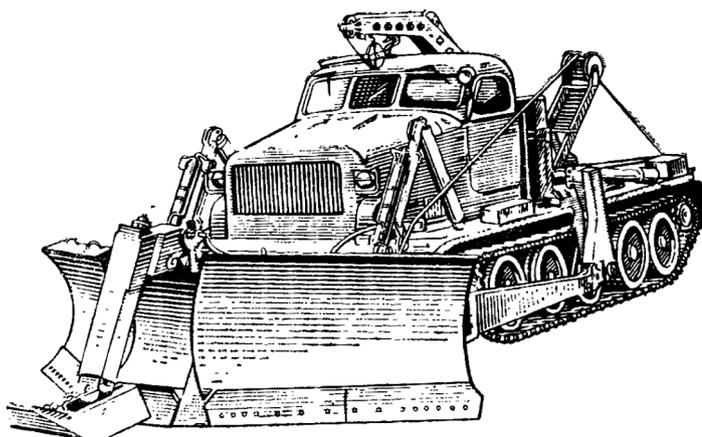


Рис. 1. Путиукладчик БАТ-М (общий вид)

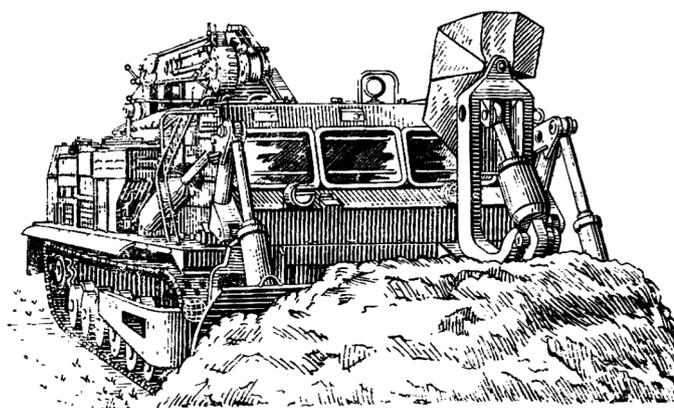


Рис. 2. Путиукладчик БАТ-2 (общий вид)

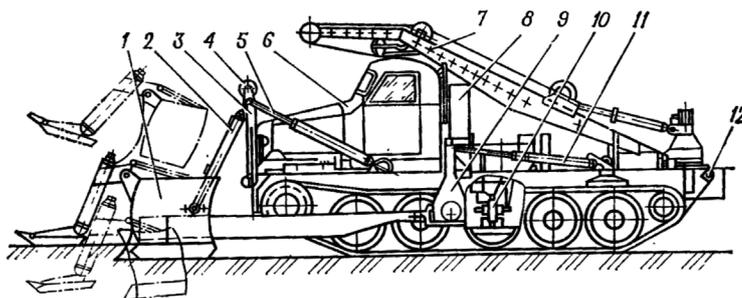


Рис. 3. Компонентная схема путеукладчика БАТ-М:
 1 – бульдозерное оборудование; 2 – вертикальный гидроцилиндр;
 3 – стойка; 4 – блок механизма опрокидывания;
 5 – горизонтальный гидроцилиндр; 6 – базовая машина;
 7 – крановое оборудование; 8 – гидробак; 9 – механизм перекоса;
 10 – механизм отбора мощности; 11 – гидроцилиндр перекоса;
 12 – блок механизма опрокидывания

редней части. Кабина путеукладчика выполнена двухсекционной. Первой секцией является отделение управления, второй – десантное отделение.

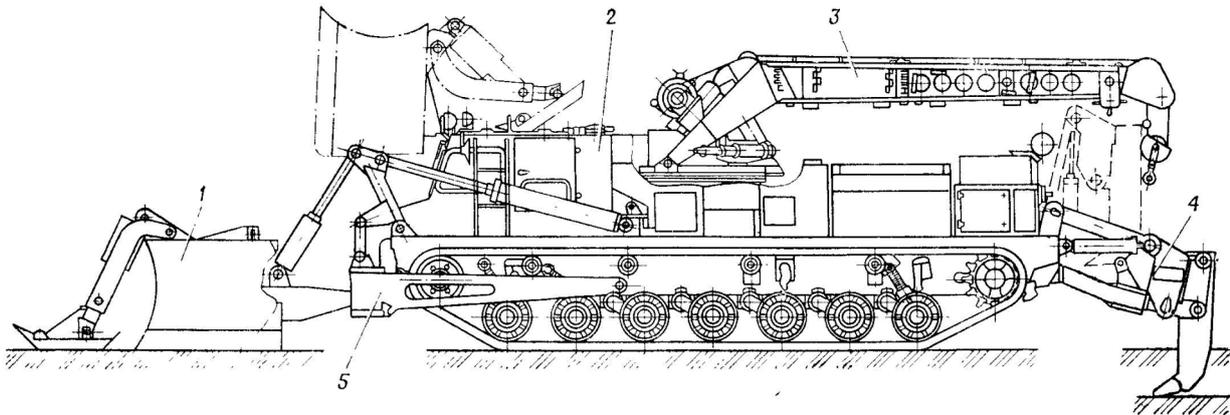


Рис. 4. Компоновочная схема путеукладчика БАТ-2:

1 – бульдозерное оборудование; 2 – базовая машина; 3 – крановое оборудование; 4 – рыхлительное оборудование; 5 – продольный брус охватывающей рамы

Рыхлительное оборудование, предназначенное для предварительного разрыхления прочных талых и мерзлых грунтов, размещено на кормовой части грузовой платформы и включает стойки со сменными наконечниками и механизм управления.

Одним из направлений модернизации путеукладчиков БАТ-М, БАТ-2 [1], [2] является перевод системы приводов рабочего оборудования на современную элементную базу. Гидросистема путеукладчика БАТ-М оснащена тремя насосами НШ-32 общим объемом 96 см³, гидросистема путеукладчика БАТ-2 – двумя парами насосов 210.25 и 210.16 общим рабочим объемом 82 см³. В рамках модернизации гидросистемы предлагается замена существующего насосного агрегата, состоящего из раздаточной коробки и трех, четырех насосов одним насосом переменной производительности, что позволит упростить систему приводов и систему управления, исключив раздаточную коробку привода насосов и ряд электромагнитных кранов, используемых для выключения насосов, не задействованных при работе данного рабочего органа путеукладчика.

Авторами разработаны гидросистемы привода рабочих органов путеукладчиков БАТ-М [5], БАТ-2 [6] на базе применения одного насоса переменной производительности. В гидросистеме путеукладчика БАТ-2 может быть рекомендована к применению насосная установка 12 (рис. 5) производства ОАО «Пневмостроймашина» РФ, состоящая из насоса 15 марки 313.3.80, номинальным рабочим объемом 80 см³ и минимальным (0–40) см³.

Гидросистема путеукладчика обеспечивает управление: бульдозерным оборудованием: 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 механизма перевода крыльев отвала в бульдозерное, грейдерное положение гидроцилиндрами 24, 25, управляемыми гидрораспределителем 31; перекос отвала бульдозера гидроцилиндрами 27, 28, управляемыми гидрораспределителем 30; оборудованием рыхлителя: позиционирование рыхлителя гидроцилиндрами 17, 18, управляемыми гидрораспределителем 20; оборудованием грузоподъемного крана: 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.

Предложенная модернизация гидросистем путеукладчиков БАТ-М, БАТ-2 позволит упростить систему приводов рабочего оборудования,

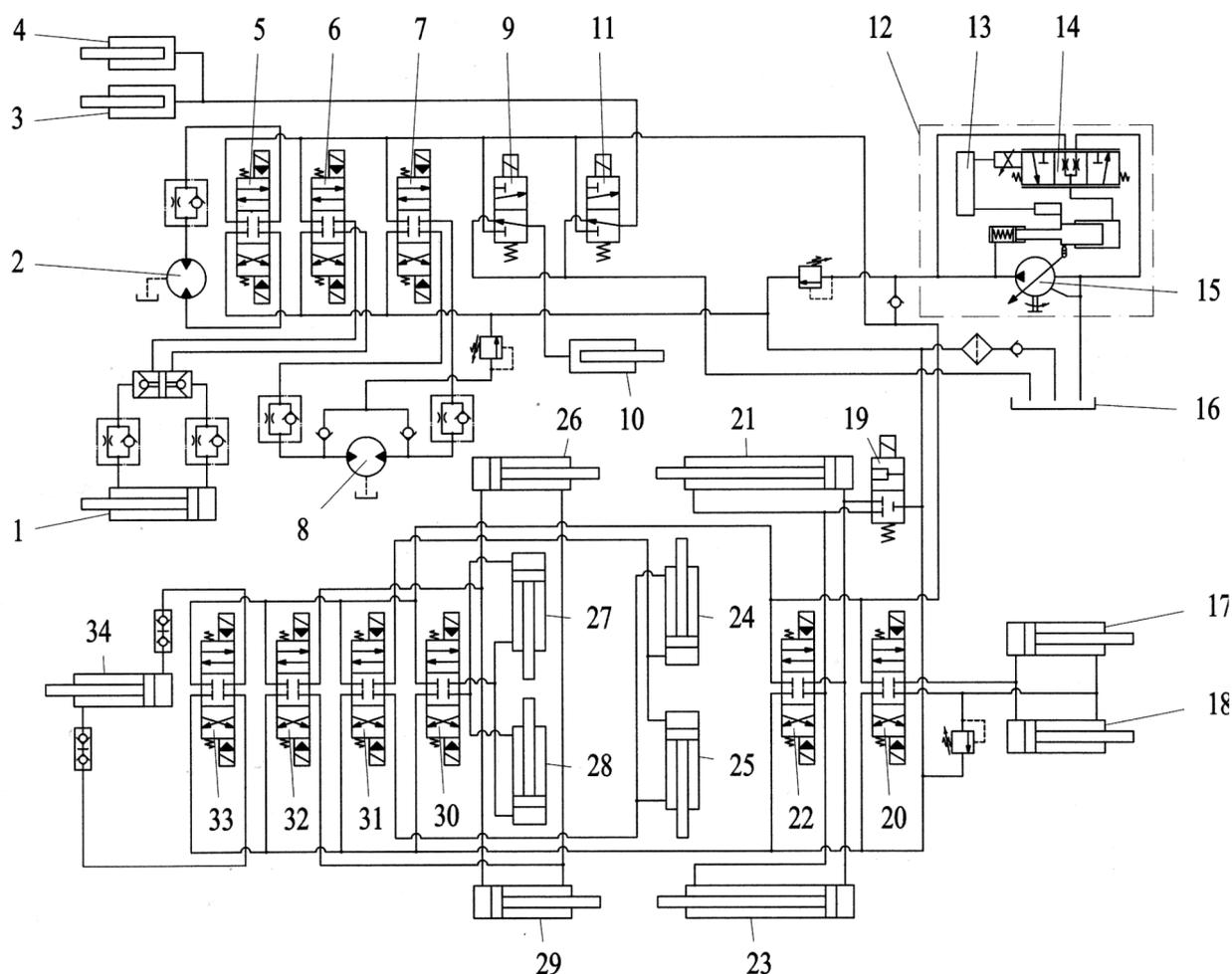


Рис. 5. Принципиальная схема гидропривода путепрокладчика:

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

исключив раздаточные коробки и электромагнитные краны, используемые для выключения насосов, обеспечит улучшение ремонтпригодности путепрокладчиков и повышение надежности боевого применения.

На вооружении в частях инженерных войск используется котлованные машины МДК-3 (рис. 6), МДК-2М (рис. 7) [4], 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.

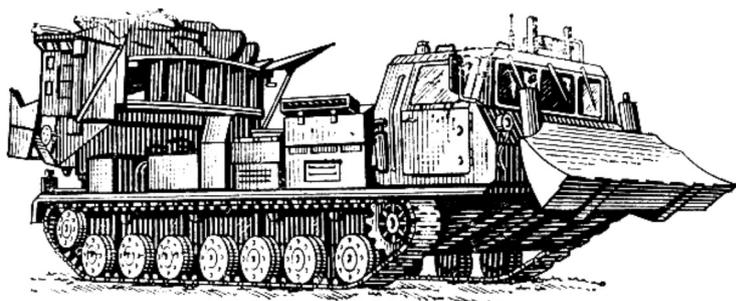


Рис. 6. Котлованная машина МДК-3 (общий вид)

Котлованная машина МДК-3 (рис. 8) состоит из гусеничного транспортера – изделие 453, разработанное на базе унифицированного шасси МТ-Т, 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 – изделие 409-МУ, разработанное на базе тяжелого артиллерийского тягача АТ-Т, 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 котлованных машин МДК-3, МДК-2М 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 систем 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, позволяющее снизить сложность и материалоемкость системы приводов рабочего оборудования. Кроме того, применение гидравлического привода рабочих органов позволит улучшить показатели надежности работы котлованной машины при перегрузке рабочего органа, возникающей при взаимодействии режущей кромки рабочего органа с пре-

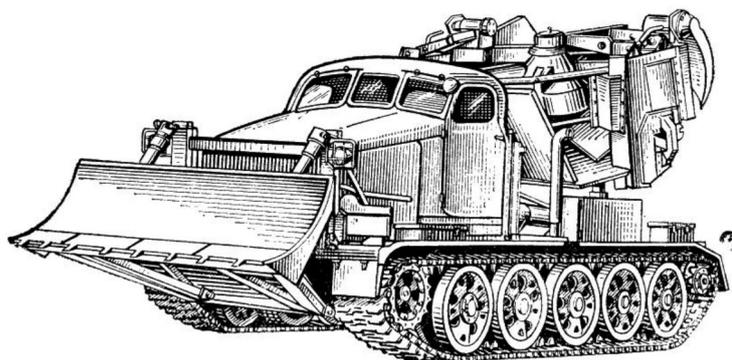


Рис. 7. Котлованная машина МДК-2М (общий вид)

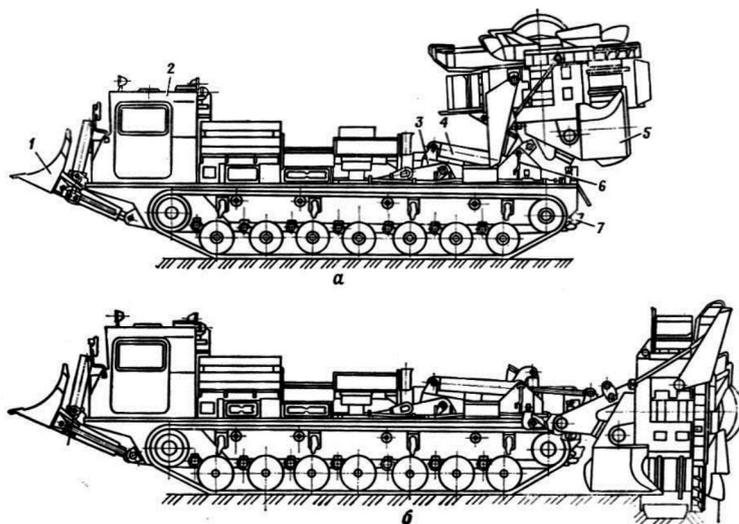


Рис. 8. Компоновочная схема котлованной машины МДК-3:
 а – транспортное положение; б – рабочее положение:
 1 – бульдозерное оборудование; 2 – базовая машина; 3 – рама;
 4 – гидроцилиндр поворота; 5 – рабочий орган; 6 – фиксатор
 рабочего органа; 7 – рыхлительное оборудование

пятствием. 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 систем приводов и управления рабочим оборудованием котлованных машин МДК-3, МДК-2М для привода фрезы и метателя может быть предложена насосная установка 1 (рис. 9), 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.

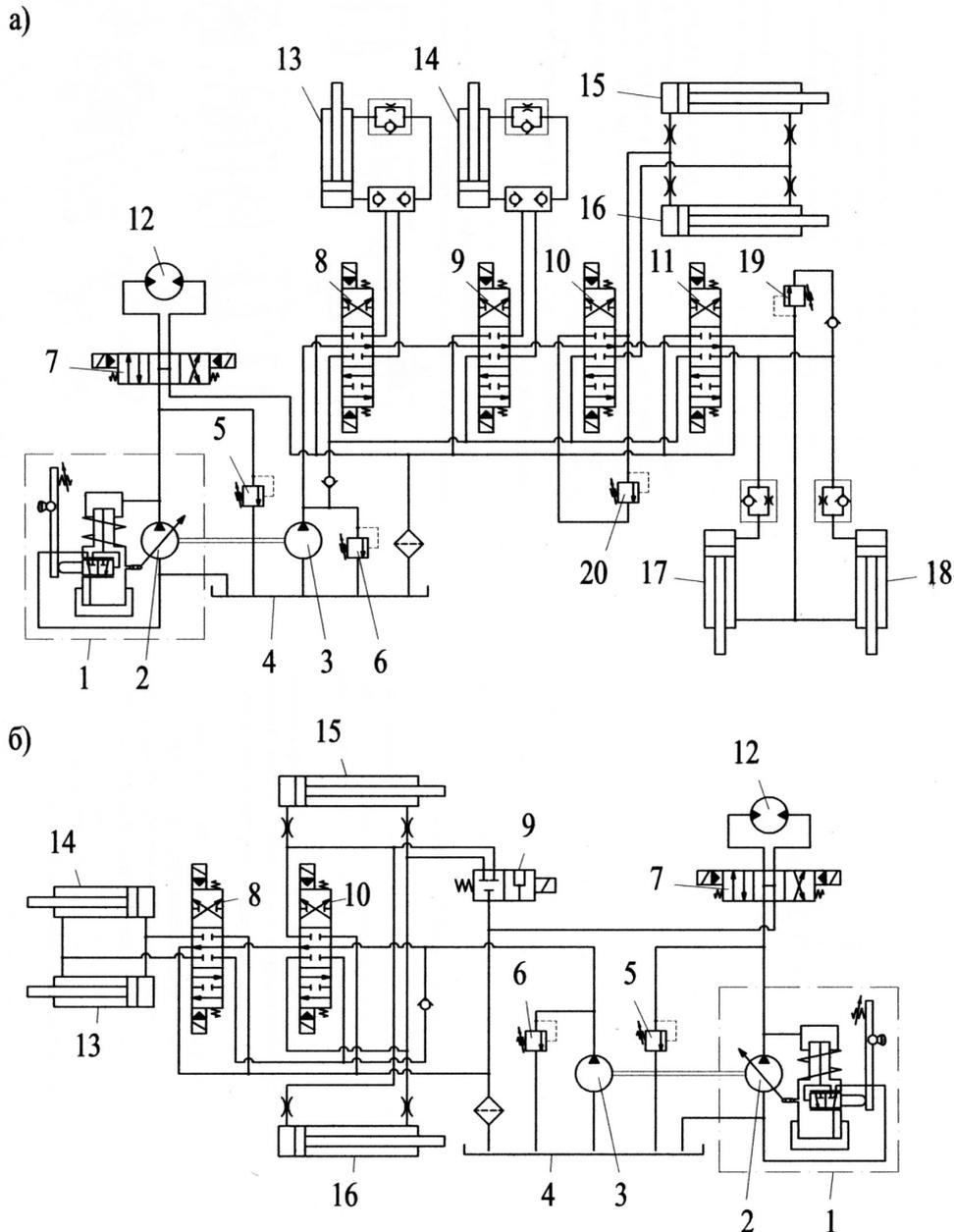


Рис. 9. Принципиальная схема модернизированного гидропривода рабочего оборудования котлованной машины:

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

Позиционирование отвала бульдозера осуществляется гидроцилиндрами 13, 14, управляемыми гидрораспределителями 8, 9. В котлованной машине МДК-3 (рис. 9, а) рабочие полости гидроцилиндров 13, 14 запорты гидрозамками. Управление гидроцилиндрами 13, 14 отдельным гидрораспределителем 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. В котлованной машине МДК-3 (рис. 9, а) заглупление рабочего органа обеспечивается гидроцилиндрами 17, 18, управляемыми гидрораспределителем 11. В котлованной машине МДК-2М (рис. 9, б) заглупление 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 пере-

водится 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.

Предложенная модернизация систем приводов и управления рабочим оборудованием котлованных машин МДК-3, МДК-2М позволит снизить сложность и материалоемкость системы приводов рабочего оборудования. Кроме того, применение гидравлического привода рабочих органов позволит улучшить показатели надежности работы котлованной машины при перегрузке рабочего органа, возникающей при взаимодействии режущей кромки рабочего органа с препятствием.

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. Анализ направлений и возможностей модернизации инженерной техники Вооруженных Сил / А.Я. Котлобай [и др.] // Наука и военная безопасность. – 2014. – № 1. – С. 27–30.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
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.