

УДК 355.1

Модернизация ПЗМ-2 на основе применения отечественных шасси, выпускаемых в интересах лесной промышленности

Ажевский В. С.

Научный руководитель Витковский А. М.
Белорусский национальный технический университет

Инженерные войска Вооруженных Сил Республики Беларусь укомплектованы техникой производства Советского Союза. Согласно существовавшей региональной специализации промышленности, основной объем военной техники производился на предприятиях, удаленных от границ единого государства. Существенную роль в размещении специализированных производств играла географическая близость мест добычи и переработки сырьевых ресурсов: металла, энергоресурсов. Все производства военной техники размещались на территории РСФСР, УССР, ныне Российской Федерации и Украины.

Разработка новых военных технологий активно финансировалась, что позволяло поддерживать военно-технический потенциал страны на высоком уровне.

На территории Беларуси размещался ряд военных группировок, оснащенных современной техникой. Также, в различных областях республики были размещены специализированные производства компонентов вооружения. Предпочтение отдавалось созданию средств наведения, отдельных приборов, комплектующих. На машиностроительных предприятиях выпускались базовые шасси широкой гаммы машин, производилась сборка мобильных систем различного назначения. При этом авиационное производство, производство бронетехники, систем вооружения, боеприпасов и т.д. на территории нашей республики не разворачивалось.

Распад Советского Союза и появление ряда «демократических» доктрин в 90-е годы, существенно снизил военно-технический потенциал Российской Федерации и Беларуси, привел к ликвидации ряда производств военной техники, способствовал перепрофилированию предприятий военно-промышленного комплекса.

На современном этапе развития Вооруженных Сил первостепенное внимание отводится модернизации вооружения и военной техники. Модернизация землеройных машин инженерного вооружения может проводиться по ряду направлений на базе промышленных предприятий транспортного машиностроения, тракторостроения Республики Беларусь.

Анализ парка военно-инженерной техники современных развитых стран (Великобритания, Германия, Италия, Франция) показывает одно-

значное 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.

Сегодня инженерные войска один из самых востребованных родов войск. Они там, где экстремальные ситуации: в районе землетрясений и наводнений – восстанавливают дамбы, завалы, строят переправы и дороги. На их счету – миллионы обезвреженных мин, снарядов, гранат, а значит – тысячи спасённых жизней.

Дальнейшее развитие и модернизация парка машин инженерного вооружения возможна на основе технического качественного совершенствования гидросистем, в частности переустановку технического оборудования на серийно выпускаемые тягово-транспортные шасси, например МоАЗ, МТЗ. Необходимо также более детально изучить направления создания и модернизации инженерной техники зарубежных стран. Это важнейшее направление, которому у нас ещё не уделяется должного внимания. Землеройная техника, стоящая на вооружении в частях инженерных войск соответствует своему предназначению и применение ее в современных условиях актуально и сегодня.

Полковая землеройная машина ПЗМ-2 имеет много положительных характеристик, является высокопроизводительной. За время её эксплуатации на территории Республики Беларусь она хорошо себя зарекомендовала, так как её габариты, сравнительно низкий шум при передвижении и наличие лебёдки позволяет скрытно и эффективно производить работы на лесистой и другой местности. Характерные недостатки: повышенные динамические нагрузки на приводной вал скребковой цепи, устаревшая база, слабые тяговые свойства машины, особенно при разработке мерзлых грунтов, отсутствие запасных частей, дорогостоящий ремонт.

Актуальной темой на современном этапе, является создание принципиально новой универсальной землеройной машины – аналога ПЗМ-2. Так как из-за российских санкций, в феврале 2015 года РФ запретила поставлять Ярославскому моторному заводу двигатели ЯМЗ-236Д-3/Д, устанавливаемые на трактор ОрТЗ-150Г-Я-01(база ПЗМ-2) в Украину. Этот факт заставил ХТЗ заключить контракт со шведским производителем техники Вольво (Volvo), чьи двигатели обходятся на 50 % дороже, чем их российские аналоги от завода ЯМЗ. Соответственно стоимость тракторов и их ремонта значительно увеличилась, что заставило Россию сократить их поставки.

На сегодняшний день, модернизация ПЗМ-2 в Вооруженных Силах Российской Федерации проводится в направлении создания новой траншейно-котлованной машины с рабочим оборудованием цепного экскаватора и бульдозера на базе колесного трактора К-702 (К-703) и на универсальной гусеничной базовой машине. Модернизация ПЗМ-2 в Республике Беларусь предполагает создание новой траншейно-котлованной машины с сохранением, либо модернизацией применяемой технологии производства работ на базе доработанных по стандартам Вооруженных Сил РБ тяговых шасси производства РБ.

Модернизацию машины в Республике Беларусь предлагается провести на базе имеющихся шасси отечественного производства, выпускаемых в интересах лесной промышленности.

В Республике Беларусь разработкой и выпуском тракторов и автомобилей лесных модификаций занимаются такие предприятия как ПО «Минский тракторный завод», ОАО «Минский автомобильный завод», «Дормаш» ОАО «Амкодор» и др. В качестве базовых шасси для лесозаготовительных машин служат тракторы и автомобили, имеющие высокую проходимость и тяговое усилие.

Из всего многообразия лесозаготовительных машин предлагается выбрать машины, используемые для валочно-сучкорезно-раскряжечочных работ (харвестеры), так как на них имеется платформа с гидроманипулятором, вместо которого возможна установка цепного рабочего органа и метателя.

Современный харвестер является многооперационной машиной, применяемая электрогидравлическая, гидростатическая или гидрообъемная трансмиссия существенно облегчает работу оператора, значительно повышает проходимость машины на лесосеке, даёт возможность установки множества различного рабочего оборудования.

В настоящее время выпуск харвестеров освоен ПО «Минский тракторный завод», а также на ОАО «Амкодор» (рис. 1).



Рисунок 1 – Харвестеры:

а – БЕЛАРУС МЛХ-414; б – БЕЛАРУС МЛХ-424; в – САМПО-1046;
г – АМКОДОР 2541; д – АМКОДОР 2551

Технические характеристики харвестеров отечественного производства приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Технические характеристики

Показатели	Значения по маркам					
	МЛХ-414	МЛХ-424	САМПО-1046	АМКОДОР 2541	АМКОДОР 2551	ХТЗ Т-155
Марка двигателя	Д245.2С2	Д260.1.283	SisuDiesel 44DT	Д-260.9S2	Д-260.9	ЯМЗ-236
Мощность двигателя, кВт	90	114	73,5	132	132	121
Трансмиссия	механич	механич	Гидростат.	Гидромех.	гидрообъем	механич
Колесная формула	4x4	6x6	4x4	4x4	6x6	4x4
Дорожный просвет, мм	570	600	600	490	540	400
Масса, кг	11 200	15 000	10 000	13100	15700	8000

Анализируя представленные в таблице 1 характеристики машин, можно смело утверждать, что в качестве нового шасси ПЗМ-2 наиболее перспективным будет использование шасси харвестера АМКОДОР 2551 (рис. 2). Подтверждение этому является используемая на нём гидрообъемная трансмиссия, колёсная формула 6×6 и преобладающий по мощности двигатель.



Рисунок 2 – Харвестер АМКОДОП 2551 (общий вид)

Харвестер АМКОДОП 2551 является одной из перспективных машин для использования в качестве аналога ПЗМ-2.

Передний мост имеет функцию качания в плоскости, перпендикулярной к оси харвестера $\pm 15^\circ$, освобождая раму от деформации кручения. При активации технологического оборудования происходит автоматическая блокировка моста для обеспечения устойчивости машины. При работе на уклонах предусмотрено изменение при помощи гидроцилиндров угла наклона $\pm 12^\circ$ площадки, на которой установлен манипулятор, максимальный уклон для работы машины составляет 17° .

Стекла кабины изготовлены из поликарбонатного материала с антиабразивным покрытием, предотвращающим появление царапин. Однако при использовании техники в качестве траншейно-котлованной машины, этого будет недостаточно для защиты от летящих частиц разрабатываемого грунта. Поэтому в процессе модернизации необходима установка дополнительной защиты кабины.

На харвестере установлен шести цилиндровый, турбодизельный двигатель «ММЗ» Д-260.9 с интеркуллером (мощность 180 л.с.), оснащенный электрофакельным устройством и предпусковым подогревателем EBERSPÄCHER (Германия). Ведущий мост передний, тормоза многодисковые в «масле» с гидроприводом (Амкодор), задняя ведущая балансирная тележка 4К4 NAF (Германия) с принудительно блокируемым межосевым дифференциалом.

Для повышения проходимости по заболоченной местности и снежному покрову машина дополнительно может быть укомплектована гусеницами и цепями противоскольжения.

Так же к достоинствам АМКОДОР 2551 можно отнести применяемую на нём шарнирно-сочлененную раму с гидравлическим приводом, благодаря которой:

- снижается радиус разворота техники;
- улучшается проходимость по территориям со сложным рельефом местности;
- изменяется балансировка машины, соответственно обеспечивается более надёжное сцепление с почвой;
- равномерно распределённая нагрузка позволяет выдавать максимум мощности, потребляя при этом минимум горючего.

В целях повышения тягово-сцепных свойств и показателей проходимости на колесные движители погрузочно-транспортных машин монтируются легкосъёмные гусеницы и цепи противоскольжения. Харвесторы с установленными на колесах гусеницами имеют ряд преимуществ, главным из которых является то, что происходит увеличение площади контакта машины с опорной поверхностью. Гусеница, монтируемая на колеса балансирных тележек (рис. 3), состоит из плит (траков), соединённых между собой при помощи соединительных элементов.



Рисунок 3 – Легкосъёмная металлическая гусеница на колесах балансирной тележки:

1 – соединительный элемент; 2 – плита (трак); 3 – шина.

Поперечное сечение плит бывает различной формы и геометрических размеров. При необходимости на внешней поверхности плит наваривают дополнительные грунтозацепы. Преимуществом использования гусениц является то, что один и тот же харвестер может работать как обычная колесная машина, так и как машина повышенной проходимости для освое-

ния труднодоступного лесосеченого фонда. Нормативное время монтажа пары гусениц на тандемные тележки составляет около 40 мин

Создаваемая машина позволит производить отрывку траншей и котлованов в грунтах до IV категории включительно, иметь производительность не менее 140 м³/ч. В машине учтены все положительные и максимально исключены отрицательные качества полковой землеройной машины ПЗМ-2. Высокий уровень унификации шасси по базовым узлам с техникой производства ОАО «Амкодор» обеспечивает высокие показатели надежности шасси, а также скорость ремонта и дешевизну запасных частей, использование отечественной ремонтной базы. Принципиально новый привод рабочего оборудования обеспечивает высокий коэффициент полезного действия машины. Дополнительным оборудованием устанавливаемым на шасси является универсальный отвал и гидравлическая лебедка.

Рациональным является отказ от применения сложной и материалоемкой распределительной коробки и использования гидравлического объемного привода цепного рабочего органа и метателя. Это позволит уменьшить массу рабочего оборудования и снизить стоимость изготовления, повысит надежность рабочего оборудования, исключит поломки элементов привода при динамическом увеличении нагрузки, упростит техническое обслуживание и ремонт траншейных и котлованных машин, облегчит управление рабочим оборудованием.

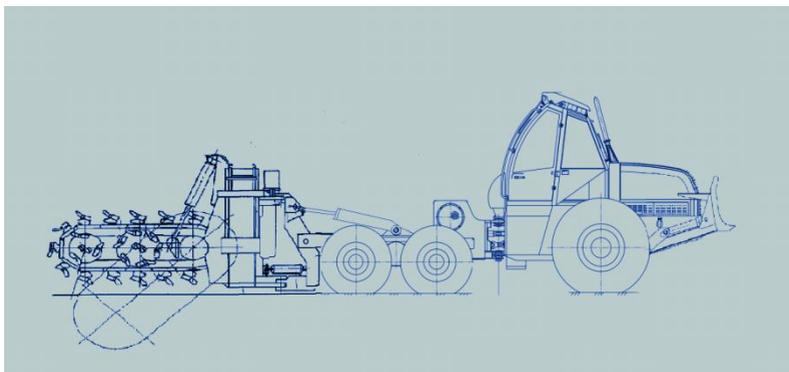


Рисунок 4 – Перспективная схема создаваемой траншейно-котлованной машины

Предложенная модернизация позволит создать современную траншейно-котлованную машину (рис. 4) на шасси отечественного производства с гидравлическим приводом рабочего оборудования, что упростит эксплу-

атацию, техническое обслуживание и ремонт траншейно-котлованной машины.

Модернизация привода рабочего оборудования ПЗМ-2. Применение нового привода на универсальных шасси отечественного производства

В качестве базового шасси может быть применена модификация шасси универсального «Беларус Ш-406» производства Минского тракторного завода (рис. 5), а также модификация трактора МоАЗ-49011 (рис. 6), производства Могилевского автомобильного завода (таблица 2).



Рисунок 5 – Трактор Беларус Ш-406 » производства Минского тракторного завода



Рисунок 6 – Трактор МоАЗ-49011 производства Могилевского автомобильного завода

Таблица 2 – Технические характеристики базовых шасси землеройных машин

Техническая характеристика	Марка машины	
	<i>Беларус Ш-406</i>	<i>МоАЗ-49011</i>
Масса эксплуатационная, кг	6300	13500
Максимальная скорость, км/ч	50	35
Двигатель	Д-245.2-200	ЯМЗ-238Б
Мощность двигателя, кВт	90	220
Номинальное тяговое усилие, кН	20	50
Трансмиссия	механическая (14/4)	гидро- механическая (6/1)
Подвеска: – переднего моста – заднего моста	подрессорен жесткая	жесткая жесткая

В процессе модернизации системы приводов технологического оборудования следует скорректировать подходы к построению структуры систем отбора мощности на привод рабочих органов. При создании образцов военно-инженерной техники в 60-х, 70-х годах прошлого столетия предпочтение в системах отбора мощности отдавалось использованию достаточно сложных механических систем при наличии относительно небольшой гаммы гидравлической аппаратуры. Система приводов рабочих органов отличается высокими габаритами, что уменьшает полезное пространство машины. В случае поломки элементов механической системы приводов ремонт ее существенно усложняется из-за малого числа изделий и отсутствия запасных частей.

На современном этапе при модернизации ПЗМ-2 рациональным является отказ от применения сложной и материалоемкой распределительной коробки и использования гидравлического объемного привода цепного рабочего органа и метателя на основе современной элементной базы ведущих мировых товаропроизводителей гидравлической аппаратуры [2], [3], [4], [5], [6], [7]. При использовании в качестве базового тягача «Беларус Ш-406» гидромоторы привода цепного рабочего органа и метателя включаются в гидросистему «Беларус Ш-406», в конструкции которого предусмотрены широкие возможности подключения гидрофицированных рабочих органов. При использовании базового тягача МоАЗ-49011 к ВОМ подключается насосная установка.

В рамках модернизации гидросистемы траншейно-котлованной машины может быть предложена насосная установка (рис. 7) [7], состоящая из реверсируемого насоса 19 с наклонной шайбой серии 416 (416.0.71,

416.0.90), предназначенного для работы в закрытом контуре. Масса насоса 67 кг, потребляемая номинальная мощность соответственно 63,5 и 80,2 кВт.

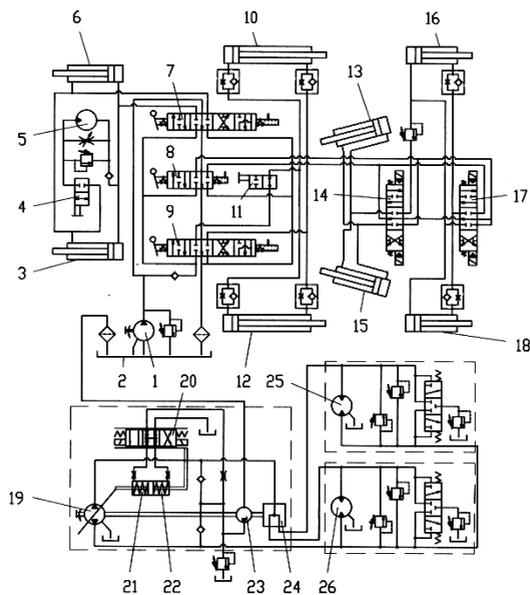


Рисунок 7 – Принципиальная схема модернизированного гидропривода рабочего оборудования траншейно-котлованной машины:

- 1, 19, 23 – насос; 2 – бак; 3, 6, 10, 12, 13, 15, 16, 18 – гидроцилиндр;
- 4, 11 – ventиль; 5, 25, 26 – гидромотор;
- 7, 8, 9, 14, 17, 20 – гидрораспределитель; 21, 22, – рабочая полость;
- 24 – делитель – сумматор потока

Возможно построение гидросистемы с двумя насосами, установленными соосно (тандем) – переменной производительности для привода цепного рабочего органа и постоянной производительности для привода метателя. В этом случае для привода метателя могут быть использованы насосы серии 310 объемом 28, 45 см³/об, максимальной потребляемой мощностью 52, 65 кВт и массой 9, 17 кг. При использовании не реверсируемого цепного рабочего органа могут быть использованы регулируемые насосы серии 313 рабочим объемом 56, 80 см³/об, максимальной потребляемой мощностью 81, 104 кВт и массой 22, 38 кг [2], [3], [5], [6], [9]. Эти насосы применяются в открытых схемах мобильных установок и потребуют применения

делителя потока, поскольку не предназначены для тандемирования. Возможно также построение гидросистемы привода цепного рабочего органа и метателя на базе одного насоса постоянной производительности и делителя потока. Может быть применен насос серии 310 объемом 80 см³/об, максимальной потребляемой мощностью 104 кВт и массой 19,2 кг. Производитель насосов ОАО «Пневмостроймашина» РФ.

При работе траншейно-котлованной машины насосы 1, 19 и 23 включаются при неработающем двигателе.

Насос 1 подает рабочую жидкость к гидрораспределителям 7, 8, 9, находящимся в исходном положении во второй позиции, соединяя напорную магистраль насоса 1 со сливом в бак 2. Гидрораспределитель 20 также находится во второй позиции, соединяя рабочие полости 21, 22 гидроцилиндра управления шайбой насоса 19 со сливом в бак 2.

Гидрораспределитель 7 обеспечивает:

а) опускание отвала бульдозера при перемещении гидрораспределителя 7 из второй позиции в первую. При этом рабочая жидкость насоса 1 подается в поршневые полости гидроцилиндров 3, 6 бульдозера. Вытесняемая из штоковых полостей гидроцилиндров 3, 6 рабочая жидкость поступает через сливную полость гидрораспределителя 7 и фильтр в бак 2;

б) подъем отвала бульдозера при перемещении гидрораспределителя 7 из второй позиции в третью. Рабочая жидкость насоса 1 подается в штоковые полости гидроцилиндров 3, 6 бульдозера. Вытесняемая из поршневых полостей гидроцилиндров 3, 6 рабочая жидкость поступает через сливную полость гидрораспределителя 7 и фильтр в бак 2;

в) плавающее положение бульдозера при перемещении гидрораспределителя 7 в четвертую позицию. Обе полости гидроцилиндров 3, 6 сообщаются со сливом в бак 2.

При работе лебедкой вентиль 4 открывается. Гидрораспределитель 7 перемещается из второй позиции в третью. Рабочая жидкость насоса поступает в штоковую полость гидроцилиндров 3, 6 бульдозера, поднимает отвал бульдозера в крайнее верхнее положение, и через вентиль 4 поступает в гидромотор 5, приводя во вращение барабан лебедки. Слив жидкости из гидромотора 5 происходит через обратный клапан и фильтр в бак 2. Предохранительный клапан и дроссель, установленные параллельно гидромотору 5 перепускают рабочую жидкость на слив при перегрузке лебедки и обеспечивают синхронную работу лебедки и ходоуменьшителя.

Для разматывания каната с барабана лебедки гидрораспределитель 7 переводится во вторую позицию, гидропривод отключается. Реверсивное движение гидромотора 5 при разматывании каната обеспечивается благодаря дросселю, установленному параллельно гидромотору 5. По окончании работ лебедкой вентиль 4 закрывается.

Перевод рабочего оборудования из транспортного положения в рабочее обеспечивается гидрораспределителем 9:

а) подъем рабочего оборудования (метателя и рабочего органа) – при перемещении гидрораспределителя 9 из второй позиции в третью. При этом рабочая жидкость насоса 1 поступает в штоковые полости гидроцилиндров 10, 12 подъема – опускания рабочего оборудования; из поршневых полостей рабочая жидкость через дроссели, гидрораспределитель 9 и фильтр сливается в бак 2;

б) опускание рабочего оборудования – при перемещении гидрораспределителя 9 из второй позиции в первую. Рабочая жидкость насоса 1 поступает в поршневые полости гидроцилиндров 10, 12; из штоковых полостей гидроцилиндров 10, 12 рабочая жидкость через дроссели, гидрораспределитель 9 и фильтр сливается в бак 2.

При подъеме и опускании рабочего оборудования вентиль 11 открыт. Для фиксации рабочего оборудования в транспортном положении вентиль 11 закрывается.

Для отрывки траншей рабочее оборудование переводится из транспортного положения в рабочее посредством гидроцилиндров 10, 12. Гидрораспределитель 20 переводится в первую позицию и рабочая жидкость насоса 23 подается в полость 21 гидроцилиндра управления шайбой насоса 19. Шайба насоса 19 выходит из нейтрального положения (нулевая подача) и занимает положение, задаваемое механиком, либо автоматической системой управления. Гидрораспределитель 20 отслеживает данное положение в следящем режиме. Изменение режима работы насоса 19 обеспечивается переводом гидрораспределителя 20 в первую, либо вторую позицию. Рабочая жидкость насоса 23 подается в полости 21, 22 и изменяет положение шайбы насоса 19 и его производительность.

Рабочая жидкость насоса 19 поступает к делителю–сумматору потока 24 [8], работающему в режиме деления потока, и подается к гидромоторам 25, 26 привода метателя и цепного рабочего органа. Рабочая жидкость, сливаемая из гидромоторов 25, 26 подается во всасывающую магистраль насоса 19. Утечки рабочей жидкости компенсируются насосом подпитки 23.

Применение насоса 19 привода рабочего оборудования переменной производительности позволяет изменять режим работы машины в соответствии с условиями работы.

При необходимости реверсирования цепного рабочего органа при возникновении внештатной ситуации, либо иной необходимости гидрораспределитель 20 переводится в третью позицию, рабочая жидкость насоса 23 подается в полость 22, шайба насоса 19 переводится в нейтральную позицию, и в дальнейшем, в позицию, обеспечивающую реверсирование

насоса 19. Рабочая жидкость подается к гидромоторам 25, 26, приводя цепной рабочий орган и метатель, и сливается во всасывающую магистраль насоса 19 через делитель–сумматор потока 24, работающий в режиме суммирования потоков рабочей жидкости.

Для работы цепного рабочего органа гидрораспределитель 8 переводится во вторую позицию, и рабочая жидкость насоса 1 поступает к трехпозиционным распределителям 14, 17, определяющим положение цепного рабочего органа.

Для опускания цепного рабочего органа гидрораспределитель 17 переводится в третью позицию, рабочая жидкость насоса 1 поступает в поршневые полости гидроцилиндров 16, 18 и сливается в бак 2 из штоковых полостей. При перегрузке гидросистемы при внедрении цепного рабочего органа в грунт срабатывает предохранительный клапан, обеспечивающий слив рабочей жидкости из поршневых полостей гидроцилиндров 16, 18. Для выглубления цепного рабочего органа гидрораспределитель 17 переводится в первую позицию, рабочая жидкость поступает в штоковую полость и сливается из поршневой в бак 2. Для ограничения скорости подъема рабочего органа жидкость, поступающая в штоковые полости гидроцилиндров 16, 18 дросселируется.

Качание цепного рабочего органа при отрывке котлованов осуществляется гидроцилиндрами 13, 15. При переводе гидрораспределителя 14 в первую позицию рабочая жидкость насоса 1 поступает в штоковую полость гидроцилиндра 13 и поршневую полость гидроцилиндра 15, а из поршневой полости гидроцилиндра 13 и штоковой полости гидроцилиндра 15 рабочая жидкость поступает на слив в бак 2. При достижении поршнями гидроцилиндров 13, 15 крайнего положения гидрораспределитель 14 переводится в третью позицию, и рабочая жидкость поступает в штоковую полость гидроцилиндра 15 и поршневую полость гидроцилиндра 13, а из поршневой полости гидроцилиндра 15 и штоковой полости гидроцилиндра 13 рабочая жидкость поступает на слив в бак 2.

Для работы в автоматическом режиме цепной рабочий орган оснащен концевыми выключателями, фиксирующими крайнее положение, на основании сигнала которых формируется управляющее воздействие. Также, заглубление рабочего органа гидроцилиндрами 16, 18 осуществляется в автоматическом режиме по достижении рабочим органом крайнего положения при качании.

Предложенная модернизация позволит создать современную траншейно-котлованную машину на универсальном шасси отечественного производства с гидравлическим приводом рабочего оборудования на современной элементной базе, что упростит техническое обслуживание и ремонт траншейно-котлованной машины.

Литература

1. Котлобай, А. Я. Формирование направлений модернизации землеройных машин // А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, В. Ф. Тамело // *Новости науки и технологий*. – 2013. – № 1–2 (24–25). – С. 40–46.
2. 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.
3. 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.
4. Котлобай, А. Я. Развитие и модернизация белорусско-российской военной инженерной техники / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, Ю. Ш. Юнусов, В. Ф. Тамело // *Инженер-механик*. – 2014. – №4. – С. 4–9.
5. Энергоресурсосберегающие технические средства и их комплексы для строительства: монография / А. В. Вавилов, В. Ф. Кондратюк, А. Я. Котлобай, Д. В. Маров: под. общ. ред. А. В. Вавилова. – Минск: Стринко. – 328 с.
6. Коробкин, В. А. Модернизация строительных и дорожных машин на основе создания гидравлических агрегатов нового поколения / В. А. Коробкин, А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, В. Ф. Тамело // *Новости науки и технологий*. – 2012. – № 1 (20). – С. 20–27.
7. Бусел, А. В. Модернизация гидрообъемной трансмиссии катков для уплотнения дорожно-строительных материалов / А. В. Бусел, А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай, В. Ф. Тамело // *Новости науки и технологий*. – 2014. – № 1 (28). – С. 8–16.
8. 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.: Воениздат, 1986. – 422 с.
9. 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.