

Эффективное применение гидроударных устройств для механизации дорожно-строительного комплекса

Смоляк А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Создание конкурентоспособных, высокопроизводительных, экономичных и экологически защищенных конструкций гидроприводов машин нового поколения для дорожно-строительного комплекса базируется на эффективном применении гидроударных устройств на базе роторных гидрораспределителей с объемным регулированием скоростей движения выходных звеньев гидродвигателей.

Гидроударные устройства на базе роторных гидрораспределителей предусматривают повышение энергии удара при высоком коэффициенте полезного действия за счет однонаправленного непрерывного вращения ротора, исключая возникновение режима автоколебаний элементов гидроаппаратов, обеспечивает их высокую надежность и большую мощность, значительное снижение шума и вибрации во время работы дорожно-строительной техники.

Появление новых технологий производства строительных и ремонтных работ в дорожно-строительном комплексе, таких как: разрушение старого асфальтобетонного покрытия с дальнейшим его использованием в качестве измельченного материала при строительстве нового дорожного покрытия, производство горизонтально-направленного бурения для прокладки новых коммуникаций, забивка свай гидравлическими молотами при возведении фундаментов сооружений; требует интенсивного совершенствования конструкций машин с повышенным уровнем автоматизации и требуемой производительности на основе экономичных и экологических принципов [1].

В соответствии с общей классификацией в состав технических средств дорожно-строительного комплекса входят: мобильные и стационарные машины, применяемые для приготовления и распределения или укладки строительных материалов, расчистки дорог и придорожных участков от снега и мусора, растительности; землеройных и погрузочно-разгрузочных работ, выполнения горизонтально-направленного бурения земляных скважин и забивке свай. Интенсивное развитие гидропривода в качестве интеллектуальной приводной технологии в настоящее время все более ярко отмечается в рассматриваемых конструкциях дорожно-строительных машин [2].

Внедрение гидроударных устройств в конструкцию гидропривода машин дорожно-строительного комплекса позволит значительно повысить их производительность. Так, гидропривод ударного действия в конструкции оборудования для забивки свай позволяет регулировать частоту и амплитуду ударов, управлять энергией гидромолота. В оборудовании для горизонтально-направленного бурения встроенное в буровую колонну ударно-вибрационное устройство позволяет пробивать каменные включения, что обеспечивает эффективность применения оборудования при разработке 4 категории грунтов. Установка гидроударных устройств в конструкцию рабочих органов землеройных и землеройно-транспортных машин (в качестве активных зубьев ковшей), таких как экскаваторы, бульдозеры, погрузчики, позволит разрабатывать грунты 4 категории без предварительного рыхления [3].

Целью настоящей исследовательской работы является создание конкурентоспособных, высокопроизводительных, экономичных и экологически защищенных конструкций машин дорожно-строительного комплекса на основе эффективного применения гидроударных устройств в конструкциях объемного гидропривода их рабочих органов.

Существуют три основные группы гидроударных устройств: гидромеханическая - привод ударной части осуществляется от гидродвигателя (гидроцилиндра или гидромотора) через промежуточную механическую передачу; гидравлическая (гидромолоты двойного действия) – движение ударной части происходит за счет рабочей жидкости, подаваемой насосом базовой машины; гидропневматическая – взвод ударной части совершается рабочей жидкостью, а рабочий ход происходит за счет энергии сжатого газа пневмоаккумулятора.

Главный недостаток гидромеханических ударных устройств – наличие сложной механической передачи. Попытки повысить энергию удара влекут за собой резкое увеличение массы и габаритных размеров ударных устройств, что усложняет эксплуатацию оснащенных ими машин и ограничивает возможности их использования.

Недостатком гидравлических ударных устройств (вторая группа) является сложность конструкции, вызванная наличием большого количества гидроаппаратов (золотников, обратных клапанов и др.) в конструкции самого ударного устройства, что уменьшает их надежность в эксплуатации.

К преимуществам гидропневматических ударных устройств следует отнести компактность, низкую металлоемкость на единицу энергии удара, простоту регулирования энергии удара изменением давления зарядки газа в пневмоаккумуляторе. Гидропневматические ударные устройства получили наибольшее распространение [4].

Новые технические решения объемных гидроприводов машин дорожно-строительного комплекса на базе гидроударных устройств

Создание мощных и высокопроизводительных машин дорожно-строительного комплекса определяет несколько направлений исследования, среди которых: оптимизация структуры и основных параметров гидроприводов, реализующих новые энергосберегающие технологии, повышение надежности, мощности и производительности рабочего оборудования за счет установки гидроударных устройств в конструкцию [5].

Анализ существующих конструкций промышленных образцов ударно-вибрационных машин, патентных и литературных источников позволяет определить основные тенденции развития техники в рассматриваемой области, выявить достоинства и недостатки существующих конструкций. Известные гидравлические устройства ударно-вибрационного действия [1], содержащие корпус, ударную массу, закрепленную на корпусе, гидроцилиндр с силовым поршнем, шток которого соединен с ударной массой, золотниковый, крановый или клапанный гидрораспределитель, плунжер, взаимодействующий с торцевой поверхностью силового поршня, - работоспособны и осуществлены на практике. Однако рассматриваемые конструкции ударно-вибрационного действия имеют ряд недостатков, среди которых: значительные потери гидравлической энергии при реверсировании запорных элементов возвратно-поступательного действия (золотников, крановых пробок, клапанов, пластин и т.д.) - до 20 % энергии цикла вследствие, так называемого, «короткого замыкания» золотника или другого запорного элемента.

Сравнительный анализ предлагаемых в работе схемотехнических решений позволяет оценить значительное число факторов, влияющих на процессы создания и внедрения в производство новых технических решений в конструкциях ударно-вибрационного действия, расположенных в соответствующих аспектах: экономические, экологические, производственно-технологические и эксплуатационные.

Предлагаемый усовершенствованный вариант конструкции гидропривода с гидроударными устройствами для строительной машины проиллюстрирован на принципиальной схеме (рисунок 1).

Предлагаемая конструкция гидропривода строительной машины включает три гидроударных устройства, каждый из которых содержит корпус 1, в котором совершает возвратно-поступательные движения боек 2, нанося удары по рабочему инструменту 3. Привод трех бойков осуществляется под воздействием рабочей жидкости, подаваемой шестипоточным насосом 4 [6]. Роторные гидрораспределители 5 осуществляют изменение направления потоков жидкости в контурах гидроударных устройств. Пневмогидроаккумуляторы 10 поддерживают постоянный уровень рабочего давления в

напорных магистральных. Предохранительные гидроклапаны непрямого действия 8 и 9 установлены в участках гидросистемы, в которых может возникнуть повышенное давление. Встроенные в систему управления регулируемые гидромоторы 6, с обратной связью, синхронизируют работу гидрораспределителей 5 с фазами перемещения бойков 2. Обратная связь осуществляется датчиками положения штоков бойков 11. Роторы гидрораспределителей 5 приводятся во вращение валами гидромоторов 6.

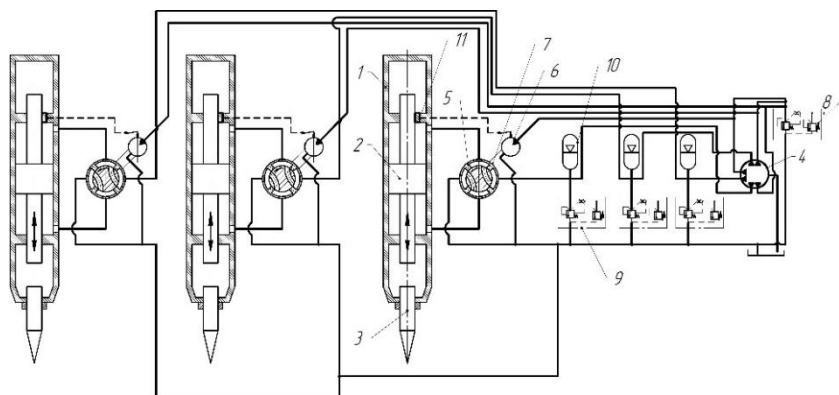


Рис. 1. Объемный гидропривод строительной машины с гидроударными устройствами для рабочих органов активного действия

Однонаправленное непрерывное вращение роторных гидрораспределителей 5 во время рабочего и холостого хода бойков ударно-вибрационных устройств позволяет значительно повысить быстродействие машины, производительность и мощность вследствие исключения режимов остановок и автоколебаний запорных элементов. Плавное непрерывное вращение роторных распределительных элементов позволяет существенно уменьшить вибрацию и шум во время работы устройства. Конструктивные достоинства предлагаемого технического решения гидроударных устройств повышают надежность и долговечность проектируемой техники, увеличивают производительность, мощность и обеспечивают хорошие экологические и эргономические условия для оператора, управляющего машиной.

Расчет параметров объемного гидропривода на базе роторных гидрораспределителей с гидравлической обратной связью базируется на решениях разработанной математической модели нестационарного потока в разветвленной гидросистеме с учетом энергетической модели накопления повреждений и микроразрушений стенок каналов при воздействии повышенного внутреннего давления.

Заключение

Создание конкурентоспособных, высокопроизводительных, экономичных и экологически защищенных конструкций гидроприводов машин для дорожно-строительного комплекса базируется на эффективном применении гидроударных устройств на базе роторных гидрораспределителей с гидравлической обратной связью по положению и с автоматическим объемным регулированием скорости движения выходных звеньев гидродвигателей;

Значительный экономический эффект от внедрения в производство гидроударных устройств на базе роторных гидрораспределителей обеспечивается исключением режимов автоколебаний запорных элементов гидроаппаратов и выходных звеньев гидродвигателей.

Однонаправленное непрерывное вращение роторов гидрораспределителей гидроударных устройств позволяет значительно повысить быстродействие машины вследствие исключения режимов остановок и автоколебаний запорных элементов гидроаппаратов, что гарантирует, в свою очередь, повышение мощности и производительности при высоких показателях коэффициента полезного действия, значительную экологическую защиту и эргономический эффект при управлении машиной;

Принципиально новые технические решения объемных гидроприводов с применением гидроударных устройств для машин дорожно-строительного комплекса базируются на многоконтурной системе, включающей многопоточный насос с пропорциональными потоками, совместно работающий с контурами ударно-вибрационных гидродвигателей с гидравлической обратной связью по положению;

Расчет параметров многоконтурного объемного гидропривода с гидроударными устройствами на базе роторных гидрораспределителей с гидравлической обратной связью базируется на решениях математической модели нестационарного потока в разветвленной гидросистеме с учетом энергетической модели накопления повреждений и микроразрушений стенок каналов при воздействии повышенного внутреннего давления.

Литература

1. Добронравов, С.С. Строительные машины и основы автоматизации: Учеб.для стрит.вузов / С.С. Добронравов, В.Г. Дронов – М.:Выш.шк., 2003. – 575 с.
2. Вавилов, А.В. Совершенствование ударно-вибрационных машин для строительства автомобильных дорог и мостов / А.В. Вавилов, А.Н. Смоляк//Автомобильные дороги и мосты. – 2013. – № 1(11). – С.65–70.
3. Вавилов, А.В. Повышение уровня автоматизации строительных машин – гарант их конкурентоспособности / А.В. Вавилов, А.Н. Смоляк // Строительная наука и техника. – 2008. – № 3(18). – С.74–78.

4. Галдин, Н.С. Ковши активного действия для экскаваторов: Учебн. пособие/ Н.С. Галдин, Е.А. Бедрина // Изд-во СибАДИ. – Омск, 2003. – 53 с.

5. Смоляк, А.Н. К вопросу совершенствования автоматизации управления строительными и дорожными машинами с гидравлическим приводом / А.Н.Смоляк // Вестник БНТУ. – 2007. – №2. – С.9–12.

6. Объемная гидромашина: пат. 3590 Респ.Беларусь, МПК7 F 15 В 11/00 / А.Н. Смоляк; заявитель БНТУ – № u 20060744; заявл. 10.11.2006; опубл. 30.06.2007 // Офиц. бюл. / Нац. центр интеллектуальной собственности – 2007.

УДК 69.05–82–229.384

Формирование объёмных гидравлических передач на базе шестерённых гидромашин

Котлобай А.Я., Котлобай А.А.

Белорусский национальный технический университет

В рамках развития систем приводов ходового оборудования колесных и гусеничных дорожно-строительных машин находят применение объёмные гидравлические передачи (ОГП) с внутренним разветвлением потока мощности. При анализе показателей материалоёмкости и удельной стоимости насосов выявлено, что минимальной материалоёмкостью и удельной стоимостью обладают шестерённые гидромашин, применение которых в качестве насосов в составе ОГП ограничено из-за отсутствия технических решений по регулированию эквивалентного объёма.

Рассмотрим два варианта технического решения ОГП с внутренним разветвлением потока мощности, отличающиеся местом установки планетарного редуктора.

ОГП (рисунок 1, рисунок 2) включает шестерённый насос 1 переменной производительности, аксиально-поршневой гидромотор 2 постоянного объёма, планетарный редуктор 3.