

СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ

CONSTRUCTION AND ROAD BUILDING MACHINERY

3-2017



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ
Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати.
Рег. № 014898

Входит в перечень рецензируемых журналов,
рекомендованных ВАК РФ

УЧРЕДИТЕЛИ

ЗАО «СТРОЙДОМАШ»
ООО «СДМ-Пресс»
ООО «КОНЦЕРН
СТРОЙИНСТРУМЕНТ»

ИЗДАТЕЛЬ Лицензия ЛР № 071581

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТЕХНИЧЕСКОЙ

ЛИТЕРАТУРЫ «СДМ-Пресс»

Генеральный директор

Говоров А.Ю.

Редакционный совет

ГОВОРОВ А.Ю., ГОРБОВЕЦ М.Н.,
БОРИН В.А., КОРОБКИН В.А.,
КРАВЧЕНКО И.Н., КУДРЯВЦЕВ Е.М.,
КУЗНЕЦОВА В.Н., ПЛАВЕЛЬСКИЙ Е.П.,
ПРИМАК Л.В., САВЕЛЬЕВ А.Г.,
СМОЛЯНИЦКИЙ Э.А., СТРУК М.В.,
СУШКОВ С.И., ХМАРА Л.А.,
ЩЕРБАКОВ В.Ф.

Тел./факс: (903) 226-00-44,

(905) 732-00-44

E-mail: sdm-press@mail.ru, sdmpress@mail.ru

http://www.sdmpress.ru

Компьютерная верстка издательства «СДМ-Пресс»

Подписано в печать 22.03.2017.

Формат 60 x 88 1/8.

Бумага мелованная.

Подписаться на журнал можно:

- в РЕДАКЦИИ;
- через ИНТЕРНЕТ (www.sdmpress.ru);
- в любом почтовом отделении по каталогам:
 - агентства «Урал-Пресс»
(индекс журнала 70885)
 - «ГАЗЕТЫ. ЖУРНАЛЫ» агентства
«Роспечать» (индекс журнала 70885)

ЮРИДИЧЕСКУЮ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

за достоверность информации рекламы

НЕСЁТ РЕКЛАМОДАТЕЛЬ

Внимание! Материал, опубликованный в журнале,
охраняется законом РФ об авторском праве

Выпускающий редактор

БУДАЕВА Е.Г.

© ООО «СДМ-Пресс»,

«Строительные и дорожные машины», 2017

3/2017

СТРОИТЕЛЬНЫЕ
И ДОРОЖНЫЕ
МАШИНЫ

CONSTRUCTION
AND ROAD BUILDING
MACHINERY

Издаётся с января 1956 г.



СОДЕРЖАНИЕ

- 3 Главной причиной неудач предприятий обрабатывающей промышленности является отсутствие надлежащих знаний у персонала
Николаев С.Н.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

- 14 Методика и результаты приведения массы рабочего оборудования и массы груза в ковше к поршню силовых гидроцилиндров для размерного ряда фронтальных погрузчиков
Тарасов В.Н., Бояркина И.В.
- ✓ 19 Эффективное использование энергетического потенциала поворотной платформы экскаватора за счет гибридного энергосберегающего привода
Савинкин В.В., Кузнецова В.Н.
- 22 Дополнительное расчетное положение автогрейдера
Михайловская В.А.
- 27 Теплоприводной экономичный компрессор
Щербаков В.Ф., Сизов К.О., Кузнецов М.Ю.

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

- 34 Выбор оптимальной конструкции телескопической стрелы для перспективных грузоподъемных автомобильных кранов
Гриценко К.А.

ГИДРОПРИВОД

- 41 Расчет площади проходного сечения гидродросселя демпфирующего устройства
Буренин В.В., Трифонова Г.О., Трифонова О.И., Щербаков В.Ф.

ГРУЗОВЫЕ АВТОМОБИЛИ И ТРАКТОРЫ

- 45 Исследование динамики процесса сгорания в цилиндре тракторного газодизеля
Лиханов В.А., Лопатин О.П.

СТРОИТЕЛЬСТВО И СОДЕРЖАНИЕ ДОРОГ

- 50 Нормирование параметров шероховатости дорожных покрытий
Бурмистрова О.Н., Бухтояров В.Н., Черников Э.А.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ

- 53 Метод планирования ремонта транспортно-технологических машин
Ретин С.В., Зызыкин А.В., Кротова Н.Н., Савельев А.В.

ИССЛЕДОВАНИЯ

- 60 Методика определения оптимального уровня инерционности и коэффициента надежности транспортно-грузового процесса лесопромышленного предприятия
Макеев В.Н., Сушков С.И.

ИНФОРМАЦИЯ

- 64 Обзор международной СДМ-информации
- 69 Информационный бюллетень цен на СДМ и оборудование

Мнение редакции не всегда совпадает с мнением автора

УДК 621.879.322

Эффективное использование энергетического потенциала поворотной платформы экскаватора за счет гибридного энергосберегающего привода

Целью подтверждения гипотезы о том, что перераспределение мощности и перераспределение энергии рабочей жидкости снижает потери мощности, затраченные на преодоление сил сопротивления при разработке грунта, разработан гибридный энергосберегающий привод рекуперативного действия. Установлено, что гибридный привод эффективно использует кинетическую энергию платформы, тем самым снижает и управляет перераспределением нагрузки в планетарном редукторе и элементах гидропривода землеройной машины. Ключевые слова: гибридный привод, энергосберегающий, перераспределение мощности, поворотная платформа.

Исполнительные и рабочие механизмы современного экскаватора имеют, как правило, гидравлический привод. Функциональный диапазон гидропривода и эффективность использования зависят от конструктивных особенностей элементов гидропривода, так и от технической характеристики экскаватора. Комплексным показателем работы экскаватора считается производительность, которая подразделяется на теоретическую, техническую и эксплуатационную [1]. В итоге все виды производительности характеризуют влияние технического состояния гидропривода, условий эксплуатации, категорию разрабатываемого грунта и т.п. Однако эффективность работы гидропривода зависит еще и от множества других факторов (схема включения элементов, перепады давления в системе, работа потока рабочей жидкости, эффективное распределение мощности гидропривода, система управления и

т.п.). Для модернизации гидропривода и поиска способов совершенствования исследованы наиболее нагруженные элементы и принцип распределения давления в каждом элементе гидропривода СДМ. Цель исследования: подтверждение гипотезы о том, что перераспределение мощности и рекуперация энергии потока рабочей жидкости снижает потери мощности, затраченные на преодоление суммы сил сопротивления, возникающих при разработке грунта.

Исследование потерь давления ΔP в элементах гидропривода при нейтральном положении гидрораспределителя, основано на известных методиках, разработанных Т.В. Алексеевой, Л.Е. Поляковым, Н.В. Хребтовым, В. П. Хаврониним, В.В. Юшкиным [2–4]. В результате расчетов были определены суммарные гидравлические потери в гидроприводе для каждого режима нагружения с учетом потерь давления в трубопроводах и других элементах гидропривода. Исследование наиболее энергонапряженных операций экскавационного цикла «захват ковшом грунта» и «поворот платформы» показало, что классическое распределение мощности гидропривода по его элементам не соответствует энергоемкости выполняемых операций. Затрачиваемая мощность силовой установки и гидропривода гораздо выше, чем требуется на разработку одного m^3 грунта. При этом на выполнение основной работы $A_{пол}$ от максимальной мощности гидропривода N_{max} значительная часть расходуется на преодоление сопротивлений (потери) и лишь малая часть мощности $N_{пол}$ составит полезную. Процесс будет эффективным, если удельная мощность, затра-

В. В. САВИНКИН

д-р техн. наук
(Северо-Казахстанский
государственный
университет
им. М. Козыбаева,
Петропавловск, Казахстан)

В. Н. КУЗНЕЦОВА

д-р техн. наук
(Сибирская государственная
автомобильно-дорожная
академия «СибАДИ»,
Омск, Россия)

СДМ

ченная на единицу выполненной работы, обеспечивается при минимальных затратах [5]. Особенности конструкций элементов гидропривода не позволяет обеспечить своевременную адаптацию режимных параметров экскаватора к силовым и динамическим характеристикам технологического процесса экскавации грунта.

Как известно, одна из трудоемких операций экскавации грунта – это поворот платформы землеройной машины. Величина воспринимаемых нагрузок и долговечность напрямую зависят от конструктивных особенностей и эффективности гидропривода. Недостатком такого привода являются неполное использование энергетического потенциала вращающегося объекта, наличие динамических нагрузок при торможении. Также к существенному недостатку можно отнести невозможность регулировать подачу оптимального давления потока рабочей жидкости в процессе разгона и торможения.

Решить данную проблему удалось путем внедрения гибридного энергосберегающего привода рекуперативного действия. Одна из частных задач, которая решена гибридизацией привода, – это осуществление переходных процессов за максимально короткое время с регулированием ускорения и замедления коэффициентом опережения. Необходимость такого условия обусловлено тем, что механизм поворота большую часть времени эксплуатируется на режимах переходных процессов. Также большое передаточное отношение редуктора механизма поворота формирует люфты в передачах, требующие постепенного разгона для исключения резких ударов.

Основной задачей гибридного привода рекуперативного действия [6] является максимальное использование кинетической энергии поворотной платформы, уменьшение износа и снижение нагрузок в механизме поворота платформы землеройной машины, упрощение гидравлической схемы, появление возможности автоматически регулировать распределение силы на венце поворотного круга, выравнивание диапазона скоростного режима вращения поворотной платформы за счет чувствительности к изменению угловых скоростей и крутящих моментов.

Заявленный технический результат достигнут следующим: на гибридном энергосберегающем приводе поворотной платформы землеройной машины с целью повышения энергоэффективности и долговечности предусмотрена электронная система управления, постоянно взаимодействующая с гидромеханической системой привода. Гидромеханическая система включает регулируемый насос, гидрораспределитель, предохранительные и обратные клапаны, при этом в качестве предохранительных клапанов используют клапаны с двумя настроечными давлениями, реле-регулятор, соединенные между собой гидромагистралями.

Электронная система управления помогает оценить силы, моменты, действующие на шестерню поворотного круга, угловые скорости, угловое ускорение и автоматически распределить силы между усилителем и шестерней гидромотора, тем самым снижая рабочее давление магистрали в 1,5 раза. Для этого на выходном валу между верхним и нижним радиально-сферическими подшипниками гидромотора установлен входной датчик угла поворота платформы, взаимодействующий с электронным блоком управления (ЭБУ) при передаче сигнала. Чем большую силу создает гидромотор (создает крутящий момент), а собственные массы платформы и рабочего оборудования – момент инерции, тем больше должна быть дополнительная сила со стороны усилителя гидромотора. Величину крутящего момента на приводной шестерне гидромотора оценивает входной датчик крутящего момента, работающий по принципу эффекта Холла (во многих конструкциях датчик крутящего момента объединен с датчиком угла поворота). Входные контакты датчика крутящего момента обеспечивают его взаимодействие с предохранительными клапанами давления рабочей жидкости и ЭБУ. Далее ЭБУ обрабатывает, анализирует сигналы и вырабатывает управленческое решение, адресуя сигналы на электромагнитный распределитель и электрорекуператор.

Электрорекуператор расположен в специально изготовленном посадочном месте, размещенном на поворотной платформе в свободном пространстве ниши гидромотора. Эффект энергосбережения происходит

также за счет использования динамической нагрузки поворотной платформы и рабочего оборудования, которая характеризуется крутящим моментом на заданный угол поворота платформы.

Использование разработанного энергосберегающего механизма поворотной платформы обеспечивает преобразование кинетической энергии рабочего оборудования в механическую энергию и полезную работу, равномерное распределение сил по рабочим элементам кинематических пар, и, как следствие, ведет к повышению энергоэффективности и долговечности всего гидропривода экскаватора и приводных механизмов.

Выводы

1. Разработана конструкция энергосберегающего механизма поворотной платформы экскаватора, эффективно использующая кинетическую энергию платформы, а также снижающая нагрузки в планетарном редукторе и элементах гидропривода землеройной машины. В момент разгона поворотной платформы при действии значительных по величине сил и кинетической энергии механизм работает как трансмиссия. При торможении поворотной платформы конструкция выполняет роль генератора, рекупируя механическую энергию в гидравлическую энергию с последующим преобразованием в электрическую.

2. Достигнутый технический результат подтверждает перспективность использования предложенной идеи преобразования сил сопротивления в полезную работу и перераспределения по рабочим элементам гидропривода. Разработана модель эффективного преобразования системы преобразования и управления динамическими нагрузками, снижающая влияние на энергоэффективность процесса и долговечность рабочего оборудования и гидросистемы.

Список литературы

1. Городецкий К.И., Михайлин А.А. Математическая модель объёмных гидромашин [Текст] // Вестник машиностроения. - Москва: № 9., 1981. - С. 12 - 14.
2. Алексеева, Т.В. Гидропривод и гидроавтоматика землеройно-транспортных машин: исследования и основы расчета [Текст] / Т. В. Алексеева. - Москва: Машиностроение, 1966. - 148 с.
3. Хавронин В.П., Несмиянов И.А. Исследование неравномерности подачи рабочей жидкости шестерёнными насосами [Электронный ресурс] // Современная техника и технологии. 2012. - № 3.
4. Федотов, М. В. Экспериментальное исследование энергетического гидравлического устройства [Текст] / М. В. Федотов, К. А. Филонов, В. Ф. Щербаков // Строительные и дорожные машины, 2014, № 8. - С. 51 - 53.
5. Савинкин В.В. Методика определения мест концентрации максимальной энергии жидкости в гидроприводе СДМ [Текст] / Кузнецова В.Н., Савинкин В.В., Коптяев Д.А. // Исследователь «Зертеуші». - Астана. - 2012. - № № 7 - 8 (75 - 76). - С. 55 - 65.
6. Пат. № 159813 Российская Федерация МПК E02F 9/22. Энергосберегающий привод поворотной платформы землеройной машины [Текст] / Савинкин В.В., Кузнецова В.Н., Яковлев В.Г.

Annotation. For the purpose of confirmation of a hypothesis that redistribution of power and recovery of energy of working liquid reduces the losses of power spent for overcoming of forces of resistance when developing soil the hybrid energy saving drive of recuperative action is offered. It is established that the hybrid drive effectively uses kinetic energy of a platform, and also reduces and operates redistribution of loading in a planetary reducer and elements of a hydraulic actuator of the digging machine.

Keywords: hybrid drive, energy saving, redistribution of power, rotary platform.

СДМ