

Научная статья
УДК 62-585.23

Повышение эффективности гидропривода ходового оборудования современных экскаваторов

Данила Алексеевич Белов¹, Наталья Константиновна Тагиева²,
Сергей Евгеньевич Сабуренков³

^{1,2,3}Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, Россия

¹danila_belov.2002@mail.ru

²natagie@mail.ru

³ssaburenkov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема эффективности ходового оборудования строительных машин. Развитие технологии строительства и землеройных работ ставит вопрос о совершенствовании системы управления механизмом передвижения экскаватора. Применение в конструкции дорожно-строительной машины современной системы регулирования позволит гидравлической системе ходового оборудования экскаватора соответствовать современным проектным показателям эффективности. Наиболее перспективным является метод объемного регулирования гидропривода, который позволяет обеспечивать рабочую или транспортную скорость экскаватора. В статье рассмотрены особенности объемного метода, предназначенного для изменения скорости вращения выходного вала гидромотора, путем регулирования его рабочего объема, с помощью элементов, участвующих в работе ходового оборудования экскаватора.

Ключевые слова: гидравлический экскаватор, механизм привода хода, гидропривод, гидромотор с наклонным диском, гидрораспределитель, объемный метод регулирования.

Для цитирования: Белов Д.А., Тагиева Н.К., Сабуренков С.Е. Повышение эффективности гидропривода ходового оборудования современных экскаваторов // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2024. № 3 (41).

Original article

Increasing the efficiency of the hydraulic drive of the running equipment of modern excavators

Danila A. Belov¹, Natalia K. Tagieva², Sergey E. Saburenkov³

^{1,2,3}Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia

¹danila_belov.2002@mail.ru

²natagie@mail.ru

³ssaburenkov@mail.ru

Abstract. The article deals with the problem of efficiency of running equipment of construction machines. The development of construction technology and earthmoving works raises the question of improving the control system of excavator travel mechanism. Application of modern regulation system in the design of road-building machine will allow the hydraulic system of excavator running equipment to meet modern design efficiency indicators. The most promising is the method of volumetric regulation of hydraulic drive, which allows to provide working or transportation speed of excavator. The article considers the features of the volumetric method, designed to change the speed of rotation of the output shaft of the hydraulic motor, by regulating its working volume, with the help of elements involved in the operation of the running equipment of the excavator.

Keywords: hydraulic excavator, stroke drive mechanism, hydraulic drive, hydraulic motor with inclined disc, hydraulic distributor, volumetric control method.

For citation: Belov D.A., Tagieva N.K., Saburenkov S.E. Increasing the efficiency of the hydraulic drive of the running equipment of modern excavators // *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2024. № 3 (41).

Введение

Дорожно-строительные машины имеют особенности конструкции, обеспечивающие повышение эффективности во всех режимах работы техники. Одной из самых распространённых машин в строительной отрасли является гидравлический экскаватор, так как он имеет большое разнообразие конструкций экскаваторов, которые расширяют их сферу деятельности, что позволяет использовать различное навесное оборудование и выполнять широкий спектр строительных работ.

Гидравлическая система экскаватора на данный момент является основным элементом системы приведения в работу исполнительного оборудования. В зависимости от конструкции, гидропривод имеет показатели производительности, которые в свою очередь подразделяются на конструкторскую, техническую и эксплуатационную [2]. Рост требований экологической безопасности, скорости выполнения работ и повышение характеристик в период эксплуатации, ставит вопрос об улучшении

конструкции гидропривода машин перед заводами-изготовителями, в том числе экскаваторов.

Основными элементами гидравлической системы экскаватора являются насосы, с помощью которых создается поток жидкости, который проходит по гидролиниям в гидрораспределитель и направляется, в зависимости от поставленной задачи перед оператором, в гидроцилиндры или гидромоторы, после чего жидкость возвращается в бак (рис. 1).

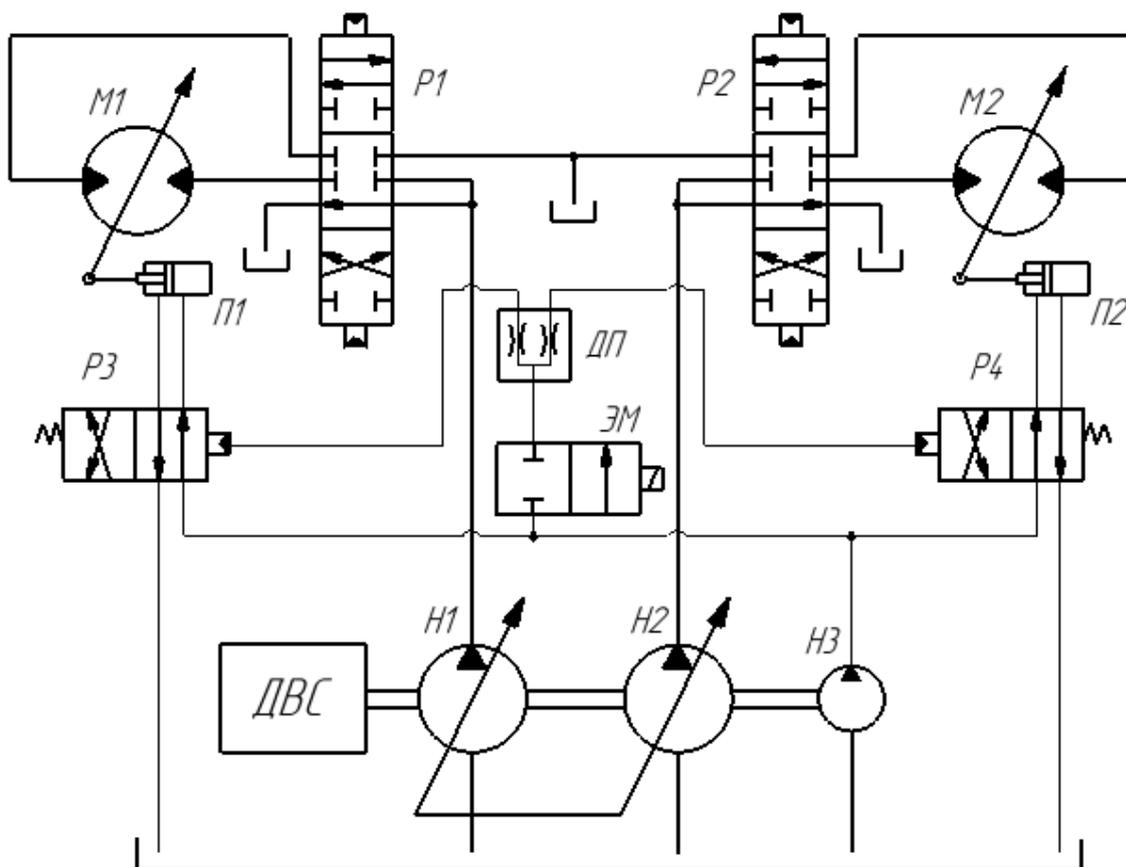


Рис. 1. Гидравлическая схема ходового оборудования экскаватора:
Н1, Н2 – насосы регулируемые, НЗ – насос подпитки, Р1-Р4 – золотниковые гидрораспределители, М1, М2 – гидромоторы привода хода, ДП – делитель, П1, П2 – поршни управления наклоном шайб гидромоторов, ЭМ – электромагнитный клапан

Значительную часть времени эксплуатации экскаватора выполняются работы, при которых дорожно-строительная машина находится в неподвижном состоянии, однако это не означает, что функция передвижения ему не требуется. Ходовое оборудование позволяет перемещаться

экскаватору во время рабочего процесса и с объекта на объект на незначительные расстояния, при этом эффективность данного процесса обеспечивается возможностью передвижения с разными скоростями (“ черепаха”/” зайчик”)

Ходовое оборудование экскаватора обеспечивает:

- высокую проходимость;
- высокую маневренность;
- устойчивость при выполнении работ и передвижении.

На современных экскаваторах ходовое оборудование приводится во вращение с помощью гидромоторов, которые регулируются объемным способом. Скорость выходного звена таких гидромоторов регулируется с помощью изменения рабочего объема гидромотора. Данный способ позволяет снизить динамические нагрузки и энергопотребление [1]. Для управления рабочим объемом гидромотора ходового оборудования используются дополнительные каналы управления.

Управление наклоном шайб гидромоторов ходового оборудования экскаватора

На большинстве современных экскаваторов используется две скорости передвижения, которые регулируются оператором из кабины. На приборном щитке переключатель режимов скорости обозначается соответствующим образом (рис. 2).

Режим скорости « черепаха » позволяет преодолевать труднодоступные участки на объекте или выполнять операции, при которых необходимо передвижение экскаватора с замедленной скоростью, которая у экскаваторов на гусеничном ходу разных производителей находится в диапазоне от 2,5 до 3,1 км/ч.

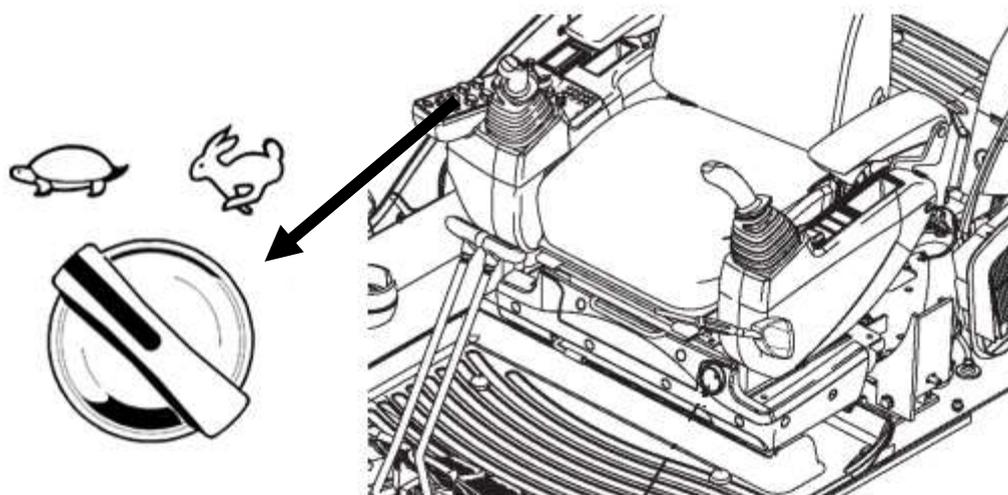


Рис. 2. Переключатель режимов скорости « черепаха-зайчик»

Когда оператором задается рабочая скорость движения, а рычаг передвижения находится в положении «вперед», золотники гидрораспределителя Р1 и Р2 сдвигаются в положение, которое соответствует выбранному направлению движения, открывая доступ гидравлической жидкости от насосов Н1 и Н2 в полость высокого давления, тем самым создавая крутящий момент на валу гидромоторов М1 и М2 (рис. 3). В свою очередь электрический сигнал на электромагнитный клапан ЭМ не поступает, а сами золотники гидрораспределителя Р3 и Р4 находятся в закрытом состоянии, благодаря воздействию пружин, поэтому давление от подпиточного насоса Н3 не попадает в каналы управления поршнями П1 и П2 гидромоторов, вследствие чего поршни фиксируют наклонные шайбы гидромоторов под максимальным углом. После выполнения полезной работы гидравлическая жидкость возвращается обратно в бак.

Режим скорости «зайчик» необходим для перемещения техники по объекту либо транспортировки на короткие расстояния, при этом скорость экскаваторов на гусеничном ходу разных производителей находится в диапазоне от 5 до 6 км/ч.

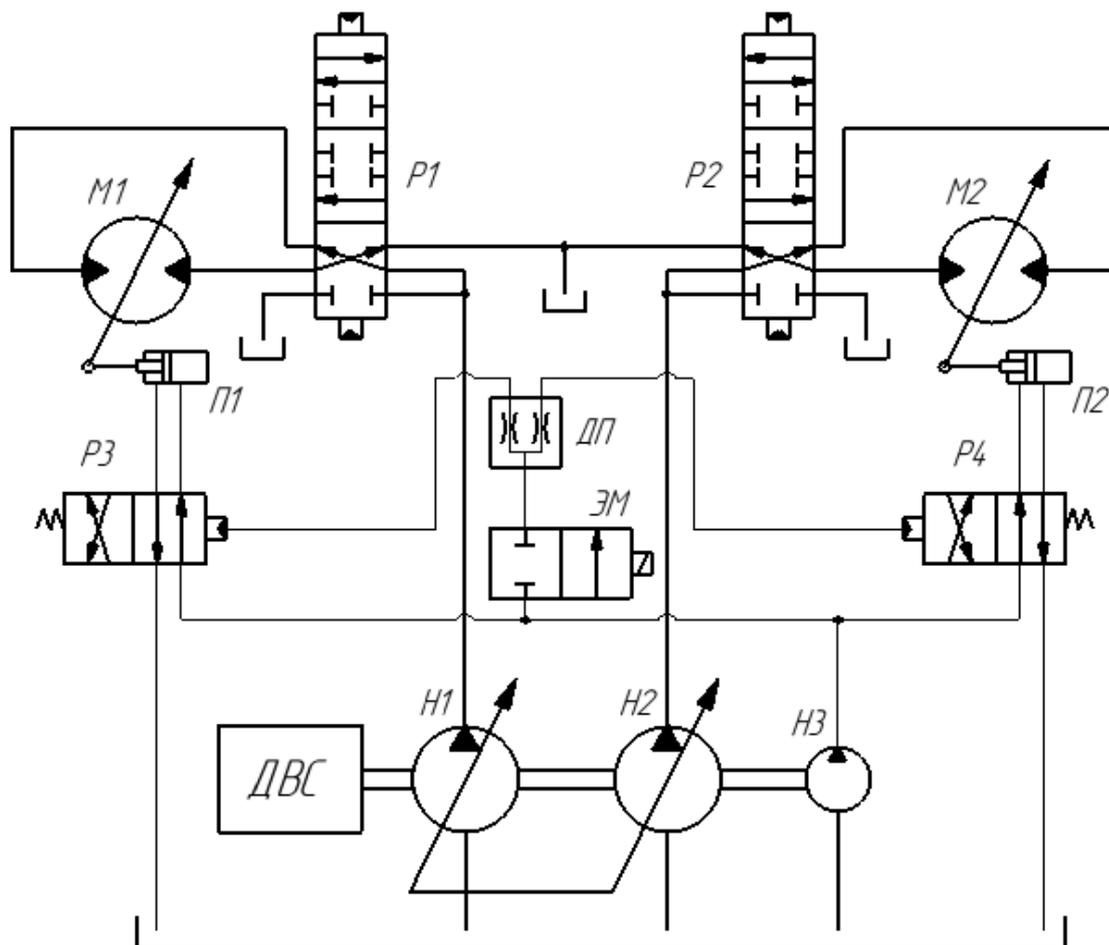


Рис. 3. Гидравлическая схема ходового оборудования экскаватора в режиме низкой скорости

Когда оператор задается транспортная скорость движения, а рычаг передвижения находится в положении «вперед», на электромагнитный клапан ЭМ поступает электрический сигнал (рис. 4), который, преодолевая сопротивление пружины, перемещает золотники P3 и P4, открывая доступ гидравлической жидкости от подпиточного насоса НЗ в каналы управления поршнями П1 и П2 наклона шайбы гидромоторов М1 и М2, через делитель потоков ДП, которые позволяют равномерно распределить поток жидкости. Поршни толкают наклонные шайбы, вследствие чего угол наклона шайб уменьшается, а скорость на валу гидромоторов увеличивается. Золотники гидрораспределителя P1 и P2 сдвигаются в положение, которое соответствует выбранному направлению движения, открывая доступ гидравлической жидкости от насосов Н1 и Н2 в полость высокого давления,

тем самым создавая крутящий момент на валу гидромоторов. Выполнив полезную работу гидравлическая жидкость возвращается обратно в бак.

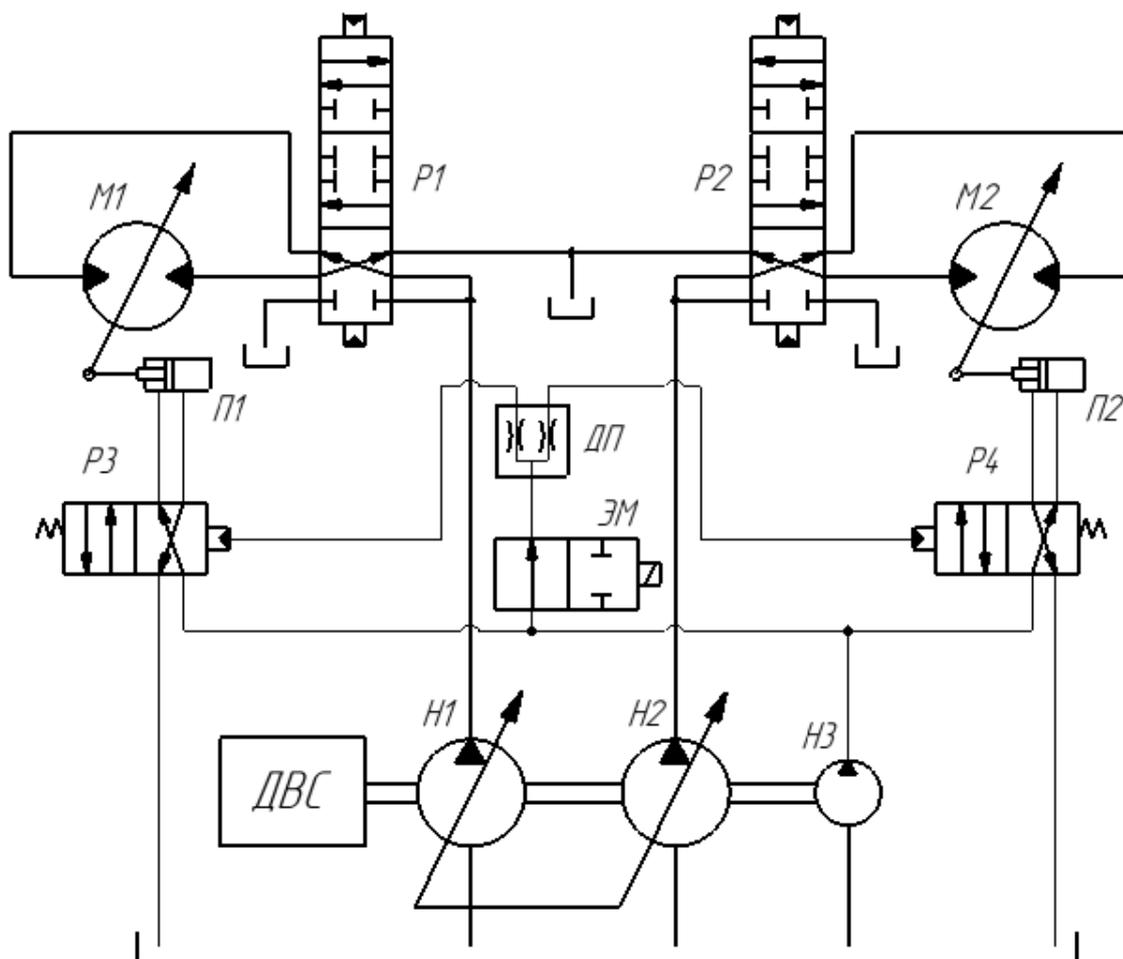


Рис. 4. Гидравлическая схема ходового оборудования экскаватора в режиме высокой скорости

Перспективы развития конструкций дорожно-строительных машин требуют современного подхода к регулированию позволит гидравлической системы ходового оборудования экскаватора, чтобы соответствовать современным проектным показателям эффективности. Перспективный метод объемного регулирования гидропривода позволяет обеспечивать рабочую или транспортную скорость экскаватора за счет системы управления гидродвигателями для увеличения эффективности, снижения динамических нагрузок и энергопотребления.

Заключение

После изучения системы регулирования скорости передвижения экскаватора можно сделать вывод, что новый подход к решению проблемы эффективности ходового оборудования с помощью объемного метода регулирования, является перспективным. Данный способ находит обширное применение на дорожно-строительной технике и имеет преимущества перед дроссельным методом регулирования, который увеличивает гидравлические потери и имеет низкий КПД. Внедряя новые технологии регулирования скорости дорожно-строительных машин отечественного производства можно повысить спрос на технику и составить конкурентоспособность зарубежным компаниям. Использование данного типа регулирования скорости на гидравлических экскаваторах отвечает современным тенденциям и стандартам, а именно ограничениям со стороны экологической безопасности и запросам со стороны потребителей, которым нужна наиболее эффективная дорожно-строительная машина.

Список источников

1. Пильгунов, В. Н. Математическая модель гидропривода с двойным объёмным регулированием / В. Н. Пильгунов // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 7. – С. 1-19. – DOI 10.7463/0714.0719749. – EDN STARHN.
2. Дубровский, Н. А. Эксплуатационная производительность машин как показатель эффективности ее применения / Н. А. Дубровский, Е. С. Веретенникова, О. А. Камеко // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки. – 2021. – № 5. – С. 38-43. – DOI 10.52928/2070-1632-2021-56-5-38-43. – EDN ОНТЕУО.
3. Лепешкин, А. В. Гидравлика и гидропневмопривод : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин, А. А. Шейпак ; под редакцией А. А. Шейпака; Московский государственный индустриальный университет, Институт дистанционного образования. – Москва : Московский государственный индустриальный университет, 2003. – 351 с. – ISBN 5-276-00480-3. – EDN QNASEX.
4. ГОСТ 2.782-96-2012.Обозначения условные графические. Машины гидравлические и пневматические. – Взамен ГОСТ 2.782-68; введ. 1998-01-01 / Межгос.

совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Москва: СТАНДАРТИНФОРМ, СОР, 2012. – 16 с.

5. Зиякаев, Г.Р. Гидромашины и компрессоры: учебное пособие / сост. Г.Р. Зиякаев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 142 с.

References

1. Pil'gunov V.N. *Nauka i obrazovaniye: nauchnoye izdaniye MGTU im. N.E. Baumana*, 2014, no. 7, pp. 1-19, DOI 10.7463/0714.0719749.
2. Dubrovskiy N.A., Veretennikova Ye.S., Kameko O.A. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya D. Ekonomicheskiye i yuridicheskiye nauki*, 2021, no. 5, pp.38-43, DOI 10.52928/2070-1632-2021-56-5-38-43.
3. Lepeshkin A.V., Mikhaylin A.A., Sheypak A.A., ed. Sheypak A.A. *Gidravlika i gidropnevmoprivod (Hydraulics and hydraulic pneumatic drive)*, Moscow, Moskovskiy gosudarstvennyy industrial'nyy universitet, 2003, 351 p., ISBN 5-276-00480-3.
4. Oboznacheniya uslovnyye graficheskkiye. *Mashiny gidravlicheskiye i pnevmaticheskiye. GOST 2.782-96-2012 (Conventional graphic symbols. Hydraulic and pneumatic machines, State Standart 2.782-96-2012)*, Moscow, STANDARTINFORM, SOR, 2012, 16 p.
5. Ziyakayev G.R., *Gidromashiny i kompressory (Hydraulic machines and compressors)*, Tomsk, Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2016, 142 p.

Рецензент: В.А. Зорин, д-р тех. наук, проф., МАДИ

Информация об авторах

Белов Данила Алексеевич, магистрант, МАДИ.

Тагиева Наталья Константиновна, канд. техн. наук, доц., МАДИ.

Сабуренков Сергей Евгеньевич, канд. техн. наук, доц., МАДИ.

Information about the authors

Belov Danila A., undergraduate, MADI.

Tagieva Natalia K., candidate of sciences (technical), associated professor, MADI.

Saburenkov Sergey E., candidate of sciences (technical), associated professor, MADI.

Статья поступила в редакцию 02.09.2024; одобрена после рецензирования 03.09.2024; принята к публикации 20.09.2024.

The article was submitted 02.09.2024; approved after reviewing 03.09.2024; accepted for publication 20.09.2024.