

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ЦИФРОВОЙ ГИДРАВЛИКИ**

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF DIGITAL HYDRAULICS

Бельчик Л. Д.², канд. техн. наук, доц.,

Жилевич М. И.¹, канд. техн. наук, доц.,

Ананчиков А. А.², канд. техн. наук,

Козловский В. А.¹, студ., **Шабунько В. А.**¹, студ.,

¹Белорусский национальный технический университет,

²Государственное научное учреждение «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси»

г. Минск, Республика Беларусь

L. Belchik², Ph.D. in Eng., Ass. prof.,

M. Zhylevich¹, Ph.D. in Eng., Ass. prof.,

A. Ananchikov², Ph. D. in Eng.,

V. Kozlovsky, student, A. Shabunko, student,

¹Belarusian national technical university,

²The State Scientific Institution «The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus»

Minsk, Republic of Belarus

Рассмотрены примеры применения цифровой гидравлики на современных мобильных машинах. Определены их преимущества и недостатки.

Examples of the use of digital hydraulics on modern mobile machines are considered. Their advantages and disadvantages are determined.

Ключевые слова: *цифровая гидравлика, энергоэффективность, давление, гидроцилиндр, гидрораспределитель.*

Keywords: *digital hydraulics, energy efficiency, pressure, hydraulic cylinder, hydraulic distributor.*

ВВЕДЕНИЕ

Используемые в машинах гидроагрегаты и гидравлические системы управления в достаточной степени обеспечивают выполнение возложенных на них функции. Однако некоторые из них обладают рядом недостатков, таких как высокая стоимость и сравни-

тельно низкая энергоэффективность, а для конструктивно сложных элементов – низкая ремонтпригодность и сложность прецизионного изготовления. В современных условиях необходимо искать новые пути повышения эффективности гидравлических систем управления. Относительно новое направление решения задачи управления гидравлическими системами – так называемая цифровая гидравлика. При интеллектуальном развитии промышленности конкурентоспособными являются технологии, отвечающие социальным потребностям, а цифровая гидравлика обеспечивает реальный путь инновационного развития.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Задачи управления движением выходных звеньев гидравлических систем обычно решаются с помощью сервоприводов с высокой пропускной способностью или пропорциональных распределителей. Распределители такого типа обеспечивают хорошую управляемость, но имеют ряд недостатков, таких как кавитация, большие потери мощности, чувствительность к загрязнению и высокая цена. Предотвращение кавитации и высокая энергоэффективность могут быть достигнуты благодаря раздельному управлению потоком рабочей жидкости на входе и на выходе рабочего органа, что затруднительно при применении распределителей золотникового типа [1].

По данным некоторых исследователей, более половины выходной мощности гидравлических насосов или двигателей расходуется на дросселирование или слив рабочей жидкости через переливной клапан системы, в некоторых системах потери энергии составляют до 80 % [2].

Изменение давления и расхода в процессе эксплуатации существенно влияет на рабочие характеристики системы. Пропорциональные клапаны, а также сервоклапаны, как правило, используются для управления одним гидродвигателем или гидроцилиндром. Однако при проведении испытаний с использованием двух независимых пропорциональных распределителей наблюдалось снижение потерь мощности в гидроприводе до 15%. При проведении испытаний с пятью пропорциональными гидрораспределителями удалось увеличить производительность и повысить управляемость гидропривода [3].

В исследовании [4] применили параллельно включенные двухпозиционные гидрораспределители в качестве сервоклапанов в цифровом приводе. При этом клапаны имели разный расход и управлялись методом двоичного кодирования. Результаты эксперимента показали, что графики скорости и положения аналогичны для двух систем. Однако было обнаружено, что в цифровом приводе присутствуют сильные пульсации давления с большим перерегулированием.

При сравнении сервогидравлической системы с цифровой гидравлической системой авторы работы [5] получили аналогичные результаты отслеживания положения. Однако указанная система совершала колебательные движения на низких скоростях. При этом у сервосистемы указанного недостатка не наблюдалось. Для устранения колебаний давления было предложено увеличить количество использованных двухпозиционных клапанов.

Одним из основных преимуществ цифровых клапанов является то, что они не требуют обратной связи, в отличие от пропорциональных [6]. Для управления цифровой гидравлической системой используется контроллер, работающий со стационарной моделью и не требующий динамического моделирования. Поэтому он не производит много вычислений в процессе работы системы. Во время работы системы наилучшее управляющее воздействие определяется путем сравнения показателей, полученных с датчиков положения, давления и расхода.

В работе [7] был использован трехсекционный гидроцилиндр с тремя цифровыми управляющими блоками, включающими по восемь клапанов в каждом блоке. Эта система управляется с помощью цифровой гидравлики, а потери ее энергии снижены на 66 %. В исследовании [8] испытан рычажный механизм с электронной системой измерения давления и распределенным цифровым гидравлическим блоком управления. Потери энергии исследуемой системы снизились на 53–71 % по сравнению с пропорциональными клапановыми системами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа различных информационных источников определено, что применение цифровой гидравлики позволяет повысить энергоэффективность системы от 15 % до 71 %. Однако применение указанной технологии вызывает повышение перерегулиро-

вания и пульсации давления, что может негативно сказаться на качестве управления. Применение цифровой гидравлики оправдано на машинах с большими энергетическими потерями и с невысокими требованиями к точности позиционирования рабочих органов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Linjama, M. Is it time for digital hydraulics? / M. Linjama, A. Laamanen. – Tampere: Tampere University, 2003.

2. Development of new kind of hybrid excavator. / M. Kagoshima [et. al.] // Res. Dev. Kobe Steel Eng. Rep. – 2007. – № 57. – P. 66–69.

3. Yao, B. Energy-saving control of hydraulic systems with novel programmable valves / B. Yao, S. Liu // Proceedings of the 4th World Congress on Intelligent Control and Automation. – Shanghai, 2002.

4. Accurate Trajectory Tracking Control of Water Hydraulic Cylinder with Non-Ideal on/off Valves / M. Linjama. [et. al.] // International Journal of Fluid Power. – 2003. – № 4. – P. 7–16.

5. Comparison of digital hydraulic and traditional servo system in demanding water hydraulic tracking control / M. Linjama. [et. al.] // Conference: Fluid Power and Motion Control, FPMC 2008. – Bath, 2008.

6. Siivonen. L. Analysis of Fault Tolerance of Digital Hydraulic Valve System / L. Siivonen, M. Linjama, M. Vilenius // Conference: Bath Workshop on Power Transmission & Motion Control (PTMC'05). – Bath, 2005.

7. Huova, M. Energy Efficiency of Three-Chamber Cylinder with Digital Valve System / M. Huova, A. Laamanen, M. Linjama. // International Journal of Fluid Power. – 2010, № 11. – P. 15–22.

8. Huova. M. Energy efficient digital hydraulic valve control utilizing pressurized tank line / M. Huova, M. Linjama. // Conference: Proceedings of the 8th International Fluid Power Conference. – Dresden, 2012.

Представлено 01.09.2023