

НАГРУЖЕННОСТЬ ПЕРВИЧНОГО ДВИГАТЕЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН В РЕЖИМЕ ПОСТОЯННОЙ МОЩНОСТИ

У даній статті розглядається проблема створення системи підтримки роботи двигуна у режимі постійної потужності з метою підвищення ефективності застосування енергії в робочому циклі будівельних і дорожніх машин.

Ключові слова: режим постійної потужності, енергозберігаюча система, гідросистема.

В данной статье рассматривается проблема создания системы поддержки работы двигателя в режиме постоянной мощности с целью повышения эффективности применения энергии в рабочем цикле строительных и дорожных машин.

Ключевые слова: режим постоянной мощности, энергосберегающая система, гидросистема.

The problem of creation the supporting system of the engine work in the mode of permanent power to increase the energy efficiency in the working cycle of building and road machines is examined in this article.

Key words: mode of permanent power, energy conservation system, hydraulic system.

Постановка проблеми. Енергосбереження при функціонуванні будівельних і дорожніх машин (СДМ) забезпечується за рахунок підтримки постійної потужності первинного двигача, в частині, двигача внутрішнього згорання (ДВС) або електродвигача.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. К найбільш важливим вимогам, пред'являемым к дорожньо-будівельній техніці слід віднести економічність, захист навколишнього середовища і безпеку роботи [1]. Актуальність проблеми підвищення паливної економічності (ресурсозбереження) виражається в наступному: погіршенням екологічної обстановки на планеті; збільшенням витрат вуглеводородного сировини, що веде до розвитку процесів глобального потепління [2]; стрімкому зростанні цін на паливо [3]. Таким чином, створення гідропривода з енергосберегаючими системами – є одним з головних напрямків рішення проблеми раціонального

использования энергоресурсов при одновременном повышении производительности машин [3].

Все энергосберегающие системы по способу действия можно разделить на две группы:

– стабилизация мощности первичного двигателя (установка на валу первичного двигателя гидронасоса и дополнительного гидромотора, кинематически связанного с маховиком и двумя дополнительными насосами гидромоторами для преобразования энергии попутных нагрузок (а.с. 1382920));

– использование рекуперации энергии (локальная рекуперация, применяемая при экономном опускании стрелы [пат. 1231585 (Англия); а.с. 2190062, 883282, 609850 (РФ); WO 55435; JP 115209 (Япония)]).

В процессе работы ДВС в СДМ по причине переменной нагрузки имеет место не рациональный расход топлива. Характерный при работе двигателя на холостом ходу, на грунтах I - II категорий, при работе одного рабочего органа, когда остальные находятся в режиме ожидания [4]. Для экскаваторов 3-й размерной группы разработана топливосберегающая система автоматического управления двигателем (САУД), предназначенная для уменьшения подачи топлива при переходе гидропривода на режим холостого хода и увеличения ее в момент включения любого из механизмов машины. [5]. По данным ОАО "ВНИИстройдормаш" внедрение в базовую модель экскаваторов энергосберегающих систем способствует экономии энергии до 26 % и увеличению производительности на 14,6 % [3]. В практике создания гидрофицированных СДМ широко используется рекуперативное торможение путем накопления энергии при торможении поступательно и вращательно движущихся масс машины с возможностью его последующего использования энергии, что ведет к сокращению расхода топлива и снижению себестоимости единицы получаемой продукции. [6]

Формулирование целей статьи. Целью исследования является создание энергосберегающей системы, работающей в режиме поддержания мощности ДВС на постоянном уровне.

Для достижения цели определены следующие задачи: исследовать процесс работы гидросистемы в режиме поддержания постоянной мощности первичного двигателя в пакете виртуального моделирования LabVIEW; разработать гидросистему экскаватора для работы в режиме поддержания постоянной мощности первичного двигателя.

Основные результаты. Предлагается дизель-электро-гидравлическая система (ДЭГС), позволяющая продлить срок службы ДВС, а также снизить расход топлива. Система является автоматической, что не усложняет работу оператора.

Процесс работы созданной ДЭГС был смоделирован в пакет виртуального моделирования LabVIEW. Графическая зависимость

изменения давления при моделировании работы потребителя и характера изменения давления в гидроаккумуляторе представлены на рисунке 1.

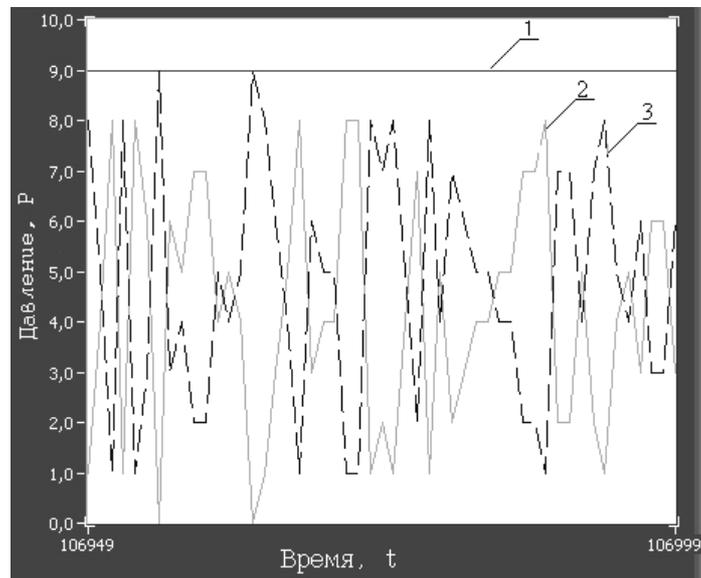


Рисунок 1 – Графическая зависимость давления в потребителе и давления в гидроаккумуляторе:

1 – мощность ДВС; 2 – мощность в потребителе;
3 – мощность, отбираемая в аккумулятор.

Для экономии топлива предлагается система, обеспечивающая условие, при котором двигатель настраивается в режиме работы на постоянном уровне. Данное условие обеспечивает ДЭГС система (рис. 2). В различные промежутки времени затраты энергии не равномерны и не достигают постоянного уровня (заданной нагрузки на двигатель). Система электродвигатель-насос-распределитель-гидроаккумулятор постоянно догружает ДВС до уровня постоянной нагруженности. При этом мощность, используемая дополнительным электродвигателем, накапливается в гидроаккумулятор.

Рассмотрим принцип работы созданной системы для поддержания мощности двигателя на заданном уровне. Дизель приводит в движение генератор, который соединен с электродвигателями, которые приводят в движение гидронасосы. Один из которых Н1 работает на рабочий орган, а другой на гидроаккумуляторный блок, который служит для аккумуляирования недоиспользованной энергии. Гидропневмоаккумулятор имеет заданный порог насыщения, при достижении которого он отдает свою энергию в гидросистему, снижая при этом мощность, потребляемую ДВС, либо суммирует свою энергию с энергией ДВС, если нагрузка на рабочий орган превышает номинальную (заданную).

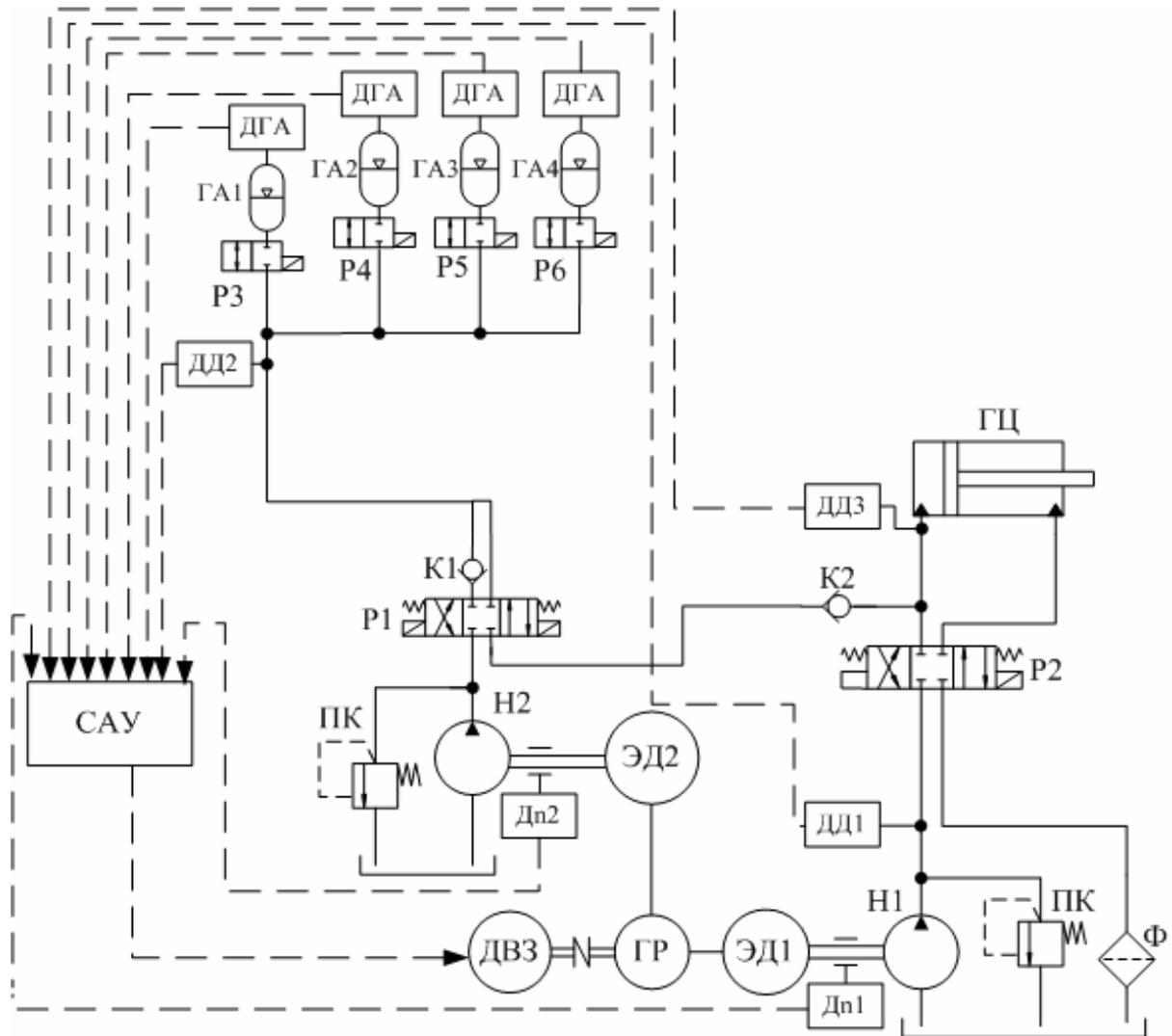


Рисунок 2 – Дизель-электро-гидравлическая система

Обозначения, приведенные на рис. 2 соответствуют следующему: ГР – генератор; Н1, Н2 – гидронасосы; Р1...Р6 – гидрораспределители; ЭД1, ЭД2 – электродвигатели; К1, К2 – гидроклапаны обратные; ГА1...ГА4 – гидроаккумуляторы; ГЦ – гидроцилиндр (потребитель); РД – регулируемый дроссель; ПК1, ПК2 – предохранительные клапаны; Ф – фильтр; ДД1...ДД3 – датчики давления рабочей жидкости; Дн1, Дн2 – датчики, определяющие частоту вращения вала насоса, ДГА – датчики давления азота в гидроаккумуляторах; САУ – система автоматического управления.

Режим переключения гидрораспределителей, насыщением гидроаккумулятора обеспечивает созданная система автоматического управления. Система автоматики считывает показания датчиков, ДД2...ДД3 и Дн1, Дн2 на рабочем органе, анализируя мощность по формуле:

$$N = P_1 \cdot V k_1 \cdot n + P_2 \cdot V k_2 \cdot n = const ; \quad (1)$$

$$P_1 \cdot V k_1 \cdot n_1 = N_{nom} ; \quad (2)$$

$$P_2 \cdot V k_2 \cdot n_2 = N_{ак} , \quad (3)$$

где N – суммарная мощность, используемая насосами Н1 и Н2; $N_{ном}$ – мощность используемая потребителем; $N_{ак}$ – мощность, отбираемая аккумулятором; P_1, P_2 – давление жидкости, развиваемое насосами Н1 и Н2; V_{k1}, V_{k2} – объем рабочей камеры насоса, n_1, n_2 – частота вращения вала насосов Н1 и Н2, соответственно.

Рассмотрим подробнее работу гидроаккумуляторного блока. Так как уравнивание мощностей происходит по давлению, а внешняя нагрузка переменна, то система должна аккумулировать рабочую жидкость каждый цикл с разным давлением. По этой причине все гидроаккумуляторы имеют различное давление в газовых камерах. Система автоматики каждый цикл отслеживает, какой из гидроаккумуляторов будет накапливать энергию, в зависимости от уровня мощности используемой потребителем, и позволяет поддерживать работу двигателя в режиме постоянной мощности.

При проектировании данной системы необходимо особое внимание уделить выбору гидроаккумуляторного блока, поскольку его объем оказывает значительное влияние на эффективность работы предлагаемой системы.

При ориентировочных расчетах объем аккумулятора принимают равным трехминутной производительности насоса. Если аккумулятор обслуживает группу одновременно работающих механизмов, то максимальный объем аккумулятора теоретически определяется, как сумма

$$q_A = q_{A1} + q_{A2} + \dots + q_{Ak} = \sum_{i=1}^k q_{Ai}, \quad (4)$$

где q_A – рабочий объем аккумулятора; q_{Ai} – рабочие объемы i -тых потребителей.

В некоторых случаях одновременная работа всех k -тых механизмов маловероятна – чаще всего работает только J механизмов из общего их числа [7]. Поэтому необходимый объем аккумулятора $q_{A.H}$ рассчитывается по формуле:

$$q_{A.H} \geq \frac{J}{K} q_A. \quad (5)$$

Выводы. При выборе накопителей энергии для конкретной энергосберегающей системы необходимо учитывать энергетические и эксплуатационные показатели в процессе работы СДМ. К основной характеристике аккумуляторов энергии относят удельную мощность, удельную энергию, удельную стоимость накопителя энергии, срок заряда-разряда, срок службы, КПД, сам разряд, безопасность, простоту обслуживания [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Рустанович А.В. Семинар по приводам для мобильной техники / А.В. Рустанович // Строительные и дорожные машины. – 1995. – №6. – С. 29–30.

2. Оскерко В.Е. Повышение топливной экономичности строительно-дорожных машин / В.Е. Оскерко // *Строительные и дорожные машины*. – 2006. – №7. – С. 2–7.
3. Якушев А.Е. Исследование энергосберегающих систем / А.Е. Якушев // *Строительные и дорожные машины*. – 2003. – №12. – С. 35–38.
4. Радионов Ю.В. Ресурсосбережение при эксплуатации СДМ на холостом ходу / Ю.В. Радионов // *Строительные и дорожные машины*. – 2005. – №10. – С. 32–35.
5. Грязнов В.Н. Система автоматического управления двигателем экскаватора / В.Н. Грязнов, А.М. Михайлов // *Строительные и дорожные машины*. – 1986. – №9. – С. 8–9.
6. Щемелев А.М. Энергосберегающая система торможения фронтального погрузчика / А.М. Щемелев, А.С.Шибeko // *Строительные и дорожные машины*. – 2004. – №5. – С. 35–38.
7. Ермаков В.В. Основы расчета гидропривода / В.В.Ермаков. –М., 1951. – 247с.
8. Кудря С. Акумулявання тепла з відновлювальних джерел енергії / С. Кудря // *Ринок інсталяцій*. – 2008. – №1. – С. 8–12.