

В результате сравнения гидросистема с клапанной адаптацией к нагрузке имеет преимущество перед гидросистемой с дроссельным регулированием по уровню потерь мощности.

Анализ гидросистемы рубильной машины «Belarus MP-40» показывает, что применение принципа клапанной адаптации к нагрузке по показателю энергетической эффективности является лучшим решением, чем стандартное дроссельное регулирование. Также по показателю быстродействия системы с клапанной адаптацией к нагрузке являются лучшими из систем, представленных в современном машиностроении. Однако на широкое внедрение данного типа систем существенным образом влияет ограниченность заданных параметров работы. При работе в системах со средним и высоким давлением клапанная адаптация проигрывает объемной по множеству факторов. В связи с этим применение клапанной адаптации к нагрузке в каждом конкретном случае должно быть обосновано и подкреплено совокупностью положительных факторов системы.

Литература

1. Машина рубильная «Belarus MP-40». Руководство по эксплуатации «MP40-00010» РЭ. – Мозырь : Мозыр. машиностр. завод, 2009. – 129 с.
2. Гинзбург, А. А. Сравнение однопоточных гидросистем с объемной и клапанной адаптацией к нагрузке по уровню потерь мощности / А. А. Гинзбург, Д. Л. Стасенко // Механика машин, механизмов и материалов. – 2018. – Вып. 3. – С. 67–74.
3. Шошиашвили, М. Э. Системы управления гидропневмоприводами : учеб.-метод. пособие для практ. занятий / М. Э. Шошиашвили ; Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М. И. Платова. – Новочеркасск : ЮРГПУ(НПИ), 2017. – 94 с.

АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ОБЪЕМНОЙ АДАПТАЦИЕЙ К НАГРУЗКЕ

Е. В. Хазеев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

В современном машиностроении разработчики при проектировании наиболее часто выбирают гидравлические системы с адаптацией к нагрузке (*LS*-системы, от словосочетания *Load sensing*), которые решают ключевую проблему одновременного дроссельного регулирования скоростей нескольких рабочих органов гидравлического привода – проблему излишнего уровня потерь мощности в гидросистеме. Достоинствами гидросистем с *LS*-регулированием являются низкие потери энергии, экономичность, малый нагрев от дросселирования и, следовательно, меньшее окисление и больший срок эксплуатации рабочей жидкости по сравнению с системами с дроссельным управлением. Недостатки *LS*-систем заключаются в высокой стоимости и технической сложности элементов, а также трудности ремонта и диагностики данных систем.

Одним из видов широко применяемых *LS*-систем являются системы с объемной адаптацией к нагрузке. Массовость использования таких систем обусловлена тем, что по уровню потерь мощности данные *LS*-системы являются более эффективными, чем системы с дроссельным регулированием или системы с клапанной адаптацией к нагрузке. В качестве рассматриваемого примера системы с объемной адаптацией к нагрузке представлена гидросистема энергонасыщенного трактора «Belarus 3022В» [1].

Целью настоящей работы является анализ гидравлической системы энергонасыщенного трактора «Belarus 3022В».

В тракторе «Belarus 3022В» установлена универсальная гидросистема управления рабочими органами с регулирующим насосом, с объемной адаптацией к нагрузке управляемая при помощи пропорциональных и логических клапанов сравнивающих давление по сливу и напору (гидравлическое управление) имеет ряд достоинств и недостатков.

Основным достоинством данной гидросистемы трактора является ее энергетические возможности (см. таблицу). Гидросистема работает с различными системами трактора независимыми друг от друга, с гидравлической запиткой от одного насоса с регулируемым расходом. Такими системами, в частности, являются автоматическая система регулирования положением навесного орудия, система управления бортовыми, выносными гидроцилиндрами. Также следует отметить, что данная следящая система работает непрерывно, так как используется гидравлическое управление.

Основные показатели, характеризующие энергетические возможности гидросистемы трактора «Belarus 3022В»

Показатель	Значения
Мощность трактора	220 кВт
Максимальное давление	20 МПа
Максимальный расход	120 л/мин
Функциональные свойства:	
– регулирование расхода	Объемное
– автоматическое регулирование навески	Электронное
– ограничение расхода для внешних потребителей	Объемное

Сравнительный анализ систем с адаптацией к нагрузке возможно выполнить, используя известные зависимости [2]:

$$\Delta N_0 = \Delta p_{iso} \sum_{i=1}^n Q_i + \sum_{i=1}^n (\max(p_i) - p_i) Q_i, \quad (1)$$

где Δp_{iso} – разность давлений между входным давлением гидросистемы и давлением на наиболее нагруженном рабочем органе (LS -перепад) для гидросистем с объемной адаптацией к нагрузке; p_i – давление в рабочей полости i -го исполнительного органа; Q_i – расход на i -м исполнительном органе.

В гидроприводах с объемной адаптацией к нагрузке характерный уровень максимального давления составляет от 10 до 25 МПа, но среднее значение максимального давления в гидросистеме p_0 за цикл является меньшим. Такие гидросистемы можно подразделить на системы низкого (со средним значением $p_0 < 12$ МПа), среднего ($12 < p_0 < 20$ МПа) и высокого ($p_0 > 20$ МПа) давления [2].

Результаты анализа показывают, что применение в тракторе «Belarus 3022В» гидросистемы с объемной адаптацией к нагрузке – более разумное решение, чем применение стандартного дроссельного управления.

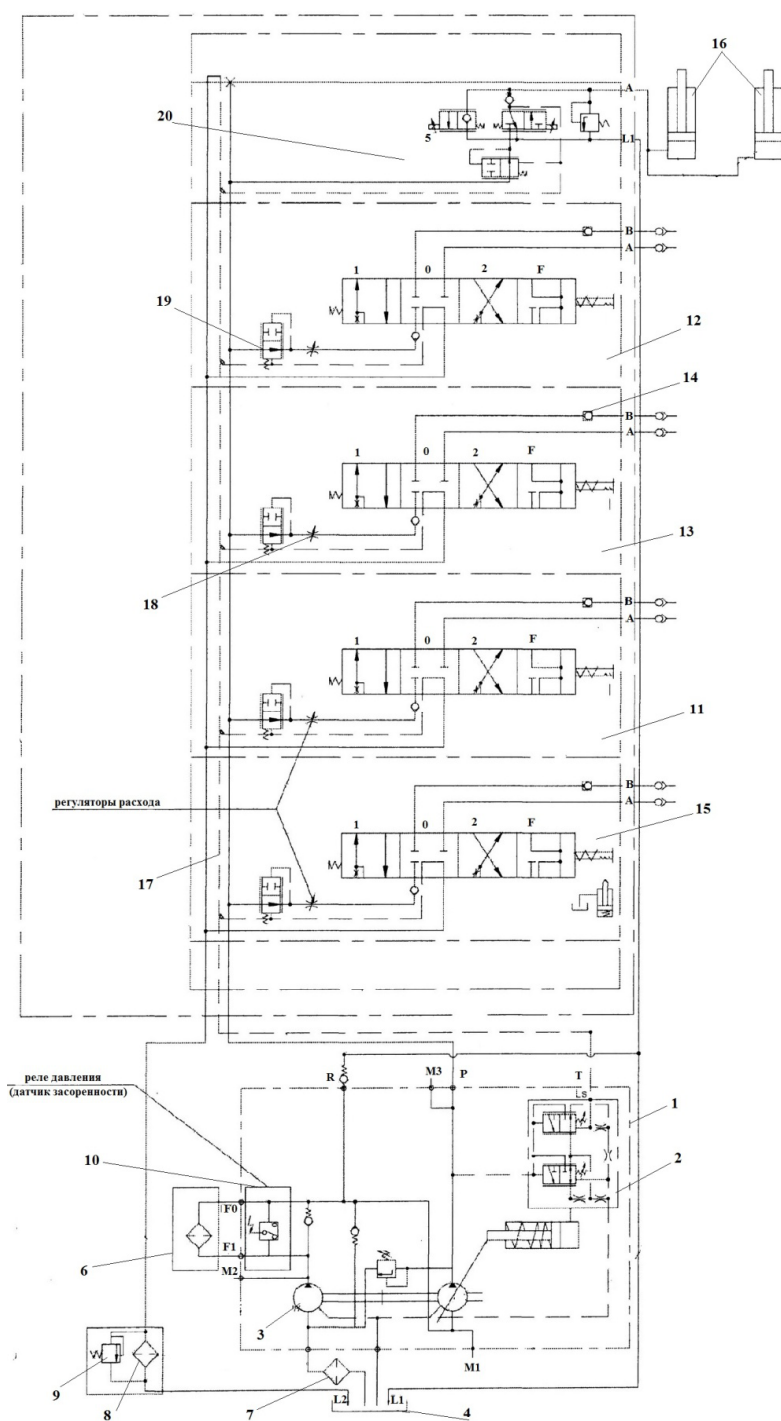


Рис. 1. Схема принципиальная гидравлическая трактора «Belarus 3022В»:
 1 – насос аксиально-поршневой; 2 – регулятор аксиально-поршневого гидронасоса;
 3 – насос подпитки; 4 – масляный бак; 5 – клапан редукционный;
 6–8 – фильтры; 9 – предохранительный клапан; 10 – реле давления (датчик засорения фильтра); 11–13 – секции выносных гидроцилиндров;
 14 – обратный клапан; 15 – секция подъемника; 16 – гидроцилиндр подъемника;
 17 – клапан управления; 18 – регуляторы расхода (дрессели);
 19 – клапаны редукционные; 20 – регулятор; p – магистраль нагнетания;
 R – магистраль слива; T – магистраль управления; M_1 , M_2 , M_3 – отверстия (порты) для подключения манометра

Сравним энергетический баланс для каждого типа систем при полезной мощности [4]:

$$N_{\text{пол}} = \frac{85 \text{ л/мин} \cdot 12 \text{ МПа}}{60} = 17 \text{ кВт.}$$

Стандартное дроссельное управление:

$$N_{\text{потр}} = \frac{100 \text{ л/мин} \cdot 20 \text{ МПа}}{60} = 33,3 \text{ кВт.}$$

Система с объемной адаптацией к нагрузке:

$$N_{\text{потр}} = \frac{85 \text{ л/мин} \cdot 15 \text{ МПа}}{60} = 21,2 \text{ кВт.}$$

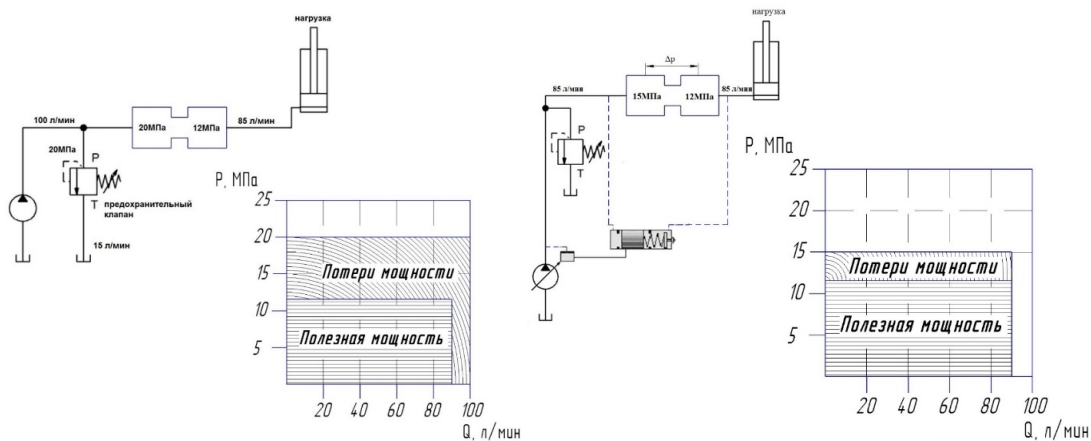


Рис. 2. Энергетический баланс систем с дроссельным регулированием и регулированием с объемной адаптацией к нагрузке

Анализ гидросистемы трактора «Belarus 3022В» показывает, что применение принципа объемной адаптации к нагрузке по показателю энергетической эффективности является весьма разумным решением нежели применение иных типов гидросистем. По показателю потерь мощности системы с объемной адаптацией к нагрузке являются лучшими из систем, представленных в современном машиностроении. Однако на повсеместное внедрение данного типа систем существенным образом влияет стоимость насосов. В связи с этим выбор той или иной схемы гидросистемы в каждом конкретном случае необходимо определять не только показателями энергоэффективности, но и иными факторами.

Литература

1. Рунов, А. В. Руководство по эксплуатации «Беларус 2522В/2522ДВ 2822ДЦ /3022В/3022ДВ» / А. В. Рунов. – Минск : Мин. трактор. завод, 2008. – 395 с.
2. Гинзбург, А. А. Сравнение однопоточных гидросистем с объемной и клапанной адаптацией к нагрузке по уровню потерь мощности / А. А. Гинзбург, Д. Л. Стасенко // Механика машин, механизмов и материалов, 2018. – Вып. 3 – С. 67–74.

3. Шошиашвили, М. Э. Системы управления гидродневоприводами : учеб.-метод. пособие для практ. занятий / М. Э. Шошиашвили ; Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М. И. Платова. – Новочеркасск : ЮРГПУ(НПИ), 2017. – 94 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИТРОЦЕМЕНТИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

М. В. Синявский, А. И. Кулаев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Г. В. Петришин

Цель работы – определение технологических свойств нитроцементированных порошков для магнитно-абразивной обработки.

Надежность всей машины, как и отдельных ее элементов, снижается вследствие их износа во время эксплуатации. Долговечность механических передач машины во многом определяется долговечностью элементов, наиболее подверженных износу: зубчатых, червячных колес, червяков и др. Известно, что на скорость износа рабочих элементов механических передач наибольшее влияние оказывает качество их изготовления – точность геометрической формы, шероховатость рабочей поверхности, состояние ее поверхностного слоя. Современные технологические методы обработки не обеспечивают должного качества изготовления элементов передач; кроме того, существующие методы финишной обработки сложнопрофильных поверхностей трудоемки и дорогостоящи, требуют применения специальной оснастки и инструмента. Предлагаемый метод финишной обработки деталей, имеющих сложный профиль, позволяет повысить качество изделий и при этом избежать ненужных трудозатрат. При магнитно-абразивном полировании режущий инструмент под воздействием магнитного поля формируется из ферромагнитного порошка, обладающего абразивными свойствами. При этом на качество обработки и в первую очередь на шероховатость обработанной поверхности и производительность процесса оказывает существенное влияние магнитно-абразивный порошок. Выбор магнитно-абразивных порошков для финишной обработки сложнопрофильных поверхностей зависит от многих факторов: заданной шероховатости обработанной поверхности, физико-химических свойств материала (твердости, вязкости, склонности к адгезионному схватыванию и др.), схемы обработки и конструктивных особенностей технологического оборудования. В настоящее время разработана широкая гамма порошков для процесса магнитно-абразивной обработки, однако эти порошки дорогостоящие ввиду сложности их производства, так как они должны отвечать таким взаимоисключающим свойствам, как высокие магнитные свойства и высокая твердость (присуща в основном немагнитным материалам). Такие порошки изготавливают многослойными, состоящими из ферромагнитного ядра (как правило, сталь) и равномерно распределенных по поверхности немагнитных твердых включений (корунд, нитрид бора, карбиды вольфрама, титана и др.). В результате их стоимость резко возрастает, что повышает себестоимость обработки.

Под *технологическими свойствами порошков* понимают: насыпную массу порошка; текучесть; прессуемость.

Насыпная масса порошка – это масса единицы его объема при свободной насыпке. Она определяется плотностью материала порошка, размером и формой его частиц, плотностью укладки частиц и состоянием их поверхности. Например, сфе-