

Рис. 4. Интерфейс записанных сигналов крутящего момента и составляющих силы резания

Предполагается проведение экспериментов, где в качестве заготовок будут использованы Ст.40Х, ШХ15 и 18ХН10Т, в качестве СОТС – эмульсия, масло минеральное и масло синтетическое, инструмент – сверло спиральное и с внутренней подачей СОТС.

Предлагаемая методика позволяет за один проход инструмента определить контактные нагрузки, температуру, колебание инструмента, крутящий момент и составляющие силы резания. Необходимо отметить, что при комплексном подходе к исследованию процесса сверления присутствующие погрешности технологической системы равнозначны для всех определяемых значений параметров.

Л и т е р а т у р а

1. Быкадор, В. С. Повышение точности обработки глубоких отверстий спиральными сверлами на основе раскрытия нелинейных эффектов динамики процесса : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.07 / В. С. Быкадор. – Ростов н/Д, 2011. – 242 с.
2. Огневенко, Е. С. Повышение производительности обработки отверстий путем выбора оптимальных режимов резания на основе анализа динамики процесса сверления : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.07 ; 05.02.08 / Е. С. Огневенко. – Барнаул, 2010. – 150 с.
3. Афанасьев, К. В. Диагностирование зоны резания методами бесконтактного контроля при сверлении углеродсодержащих сплавов : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.07 / К. В. Афанасьев. – М., 2012. – 168 с.
4. Шашин, А. Д. Исследование влияния СОЖ на процесс взаимодействия инструмента и заготовки при обработке металлов резанием : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / А. Д. Шашин. – М., 2003. – 118 с.

АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С КЛАПАННОЙ АДАПТАЦИЕЙ К НАГРУЗКЕ

Е. В. Хазеев, С. А. Рогов

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

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

В последнее время в области машиностроения появляется большое количество машин, гидравлические системы которых основаны по принципу адаптации к нагрузке, т. е. по принципу *LS*-регулирувания. Одна из главных проблем современных

гидроприводов – излишние потери мощности в гидросистемах при одновременном дроссельном регулировании нескольких исполнительных органов, системы с *LS*-регулированием успешно решают данную проблему. Достоинствами гидросистем с *LS*-регулированием являются экономичность, низкие потери энергии, большой срок эксплуатации рабочей жидкости по сравнению с системами с дроссельным управлением. Недостатком таких систем является высокая стоимость элементов, а также трудности при ремонте данных гидросистем.

Одним из видов гидросистем *LS*-регулирования, получивших широкое применение, являются гидросистемы с клапанной адаптацией к нагрузке. В гидросистеме с клапанной адаптацией к нагрузке для поддержания постоянной разности давлений между входным давлением системы и наибольшим давлением на рабочих органах используются гидравлические клапана разности давлений. Примером гидросистемы с клапанной адаптацией к нагрузке является гидросистема машины рубильной «Belarus МР-40» [1].

Целью работы является анализ гидравлической системы машины рубильной «Belarus МР-40».

В гидросистеме рубильной машины «Belarus МР-40» (рис. 1) применяется нерегулируемый аксиально-поршневой насос с рабочим объемом 28 см³. Пропорциональные распределители PVG 32 являются чувствительными к нагрузке. Расход рабочей жидкости в гидросистеме машины рубильной «Belarus МР-40» регулируется клапанным способом с адаптацией к нагрузке при помощи данных пропорциональных распределителей [1].

В гидросистеме рубильной машины «Belarus МР-40» (рис. 1) применяется два данных типа распределителей: для аутригеров и кабины машины – 3-секционный пропорциональный распределитель «PVG32»; для манипулятора – 6-секционный пропорциональный распределитель «PVG32». Это позволяет обеспечить в гидросистеме отсутствие взаимных помех при совмещении рабочих операций нескольких исполнительных органов и индивидуально устанавливать величину давления для каждой рабочей гидролинии. Также при работе системы наблюдается быстрое реагирование на требования системы к расходу и давлению, и питание нескольких исполнительных механизмов от одного нерегулируемого насоса.

Основные параметры работы гидросистемы рубильной машины «Belarus МР-40» представлены в таблице.

Основные показатели, гидросистемы рубильной машины «Belarus МР-40»

Показатель	Значения
Мощность рубильной машины	156 кВт
Максимальное давление	21 МПа
Максимальный расход	60 л/мин

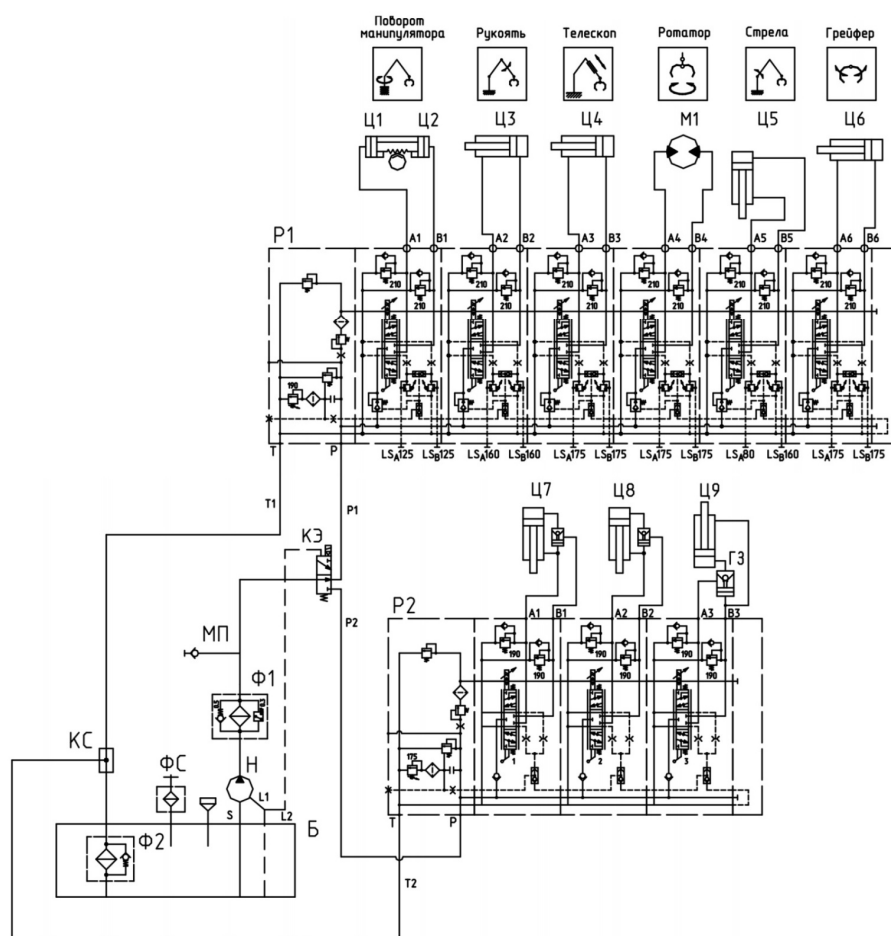


Рис. 1. Схема принципиальная гидравлическая гидроманипулятора, аутригеров и кабины машины рубильной «Belarus MP-40»:
 Н – насос аксиально-поршневой; Б – бак; КЭ – клапан электромагнитный;
 КС – кодовка сливная; М1 – гидромотор ротора; P1, P2 – распределители;
 Ф1, Ф2, ФС – фильтры; Ц1, Ц2 – гидроцилиндры поворота манипулятора;
 Ц3 – гидроцилиндр рукоятки; Ц4 – гидроцилиндр телескопа; Ц5 – гидроцилиндр
 стрелы; Ц6 – гидроцилиндр грейфера; Ц7, Ц8 – гидроцилиндры аутригеров;
 Ц9 – гидроцилиндр кабины; ГЗ – гидрозамок

Анализ систем с клапанной адаптацией к нагрузке по уровню потерь мощности возможно выполнить, используя известные зависимости [2]:

$$\Delta N = \Delta p_{lsk} \cdot Q_0 + \max(p_i) \left(Q_0 - \sum_{i=1}^n Q_i \right) + \sum_{i=1}^n (\max(p_i) - p_i) Q_i, \quad (1)$$

где Δp_{lsk} – разность давлений между входным давлением гидросистемы и давлением на наиболее нагруженном рабочем органе (LS -перепад) для гидросистем с клапанной адаптацией к нагрузке; p_i – давление в рабочей полости i -го исполнительного органа; Q_i – расход на i -м исполнительном органе; Q_0 – входной расход гидропривода (подача насоса) однопоточной системы с клапанной адаптацией.

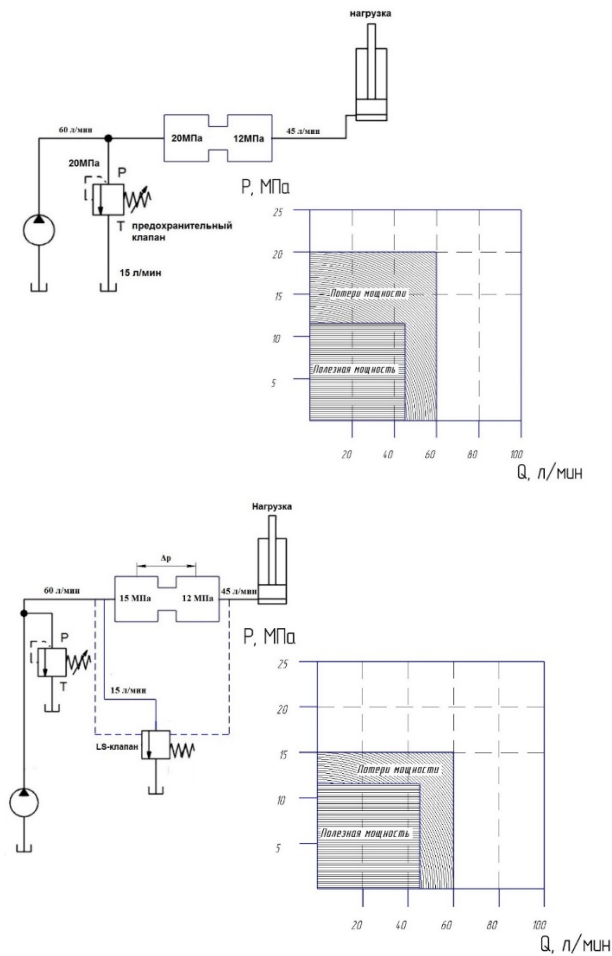


Рис. 2. Энергетический баланс систем с дроссельным регулированием и с регулированием клапанной адаптацией к нагрузке

Применение в рубильной машине «Belarus МР-40» гидросистемы с клапанной адаптацией к нагрузке весьма выгодное и разумное решение, поскольку по показателю потерь мощности данный тип системы эффективнее, чем применение дроссельного управления.

Сравним энергетический баланс для каждого типа систем при полезной мощности [3]:

$$N_{\text{пол}} = \frac{45 \text{ л/мин} \cdot 12 \text{ МПа}}{60} = 9 \text{ кВт.}$$

Система с дроссельным управлением:

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

Система с клапанной адаптацией к нагрузке:

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

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 МР-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 МР-40». Руководство по эксплуатации «МР40-00010» 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].