ВЫВОД

Основной вывод, следующий из содержания данной статьи, состоит в том, что конструкция книгохранилища Национальной библиотеки Республики Беларусь очень чувствительна к кинематическим возбуждениям колебаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. **СНиП 11-7–81.** Глава 7: «Строительство в сейсмических районах». – М., 1982. – 49 с.

2. **Заключение** по расчету деформаций основания, содержащего биогенные грунты фундаментной плиты под здание Национальной библиотеки Республики Беларусь. Исп. В. Е. Сеськов и др. – НИЭП УП «БелНИИС». – Мн., 2002. – 82 с.

3. **Бирбраер А. Н.** Расчет конструкций на сейсмостойкость. – СПб.: Наука, 1998. – 253 с.

4. **Вейнер Д., Цейтлин А. И.** Вибрационные повреждения в промышленности и строительстве // Защита сооружений. – М., 1994. – 338 с.

УДК 69.002.5-82

О СОЗДАНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МОДУЛЬНЫХ ДОЗИРУЮЩИХ СИСТЕМ ПРИВОДОВ МАШИН

Канд. техн. наук, доц. КОТЛОБАЙ А. Я., асп. КОТЛОБАЙ А. А., канд. экон. наук, доц. МАРОВ Д. В.

Белорусский национальный технический университет

При создании гидравлических приводов ходового и рабочего оборудования мобильных строительных, дорожных и сельскохозяйственных машин реализуются требования синхронизации движения гидравлических моторов привода ряда потребителей. Одной из задач, решаемых при создании многомоторных приводов, является обеспечение независимости работы контуров различных потребителей. Эта задача решается применением в контурах потребителей делителей потока, обеспечивающих работу контуров потребителей с различными параметрами рабочего процесса. В настоящее время применяются дроссельные и объемные делители потока.

Независимость параметров рабочего процесса различных контуров многомоторного гидропривода достигается при применении дроссельных делителей потока за счет дросселирования напорных магистралей контуров и коррекции параметров дросселей в соответствии с нагрузками контуров потребителей. Известные конструкции дроссельных делителей потока рассчитаны на применение в контурах не более двух потребителей. При работе таких устройств неизбежны потери давления жидкости в дросселях.

Объемные делители потока более предпочтительны. Область их применения широка. Целесообразно их использование в гидросистемах с несколькими независимыми контурами. Питание нескольких независимых контуров от одного насоса исключает необходимость многочисленных приводов насосов. Сокращается также общая длина гидролиний, соединяющих насосы с гидромоторами. Делитель потока обязателен в насыщенных исполнительными органами агрегатированных с шасси машинах, питающихся от насоса шасси.

Возможны два основных принципиальных технических решения объемного деления потока рабочей жидкости насоса. Первое, реализуемое в настоящее время в ряде конструкций, состоит в том, что гидравлический контур каждого потребителя питается автономной секцией насоса, обеспечивающей расход жидкости. Движение рабочего органа данной секции синхронизировано с движением рабочих органов остальных секций насоса посредством механической, гидравлической либо иной связи. Рабо-

чая жидкость подается одновременно по всем контурам гидросистемы. Использование данного принципиального технического решения характерно для гидравлических машин с рабочими органами роторного типа, обеспечивающими расход жидкости. Жесткая связь роторов обеспечивает независимость от нагрузки расходов жидкости по контурам потребителей. Реализация таких делителей потока возможна в виде блока шестеренных гидромашин с ведущими шестернями, жестко соединенными с одним ведущим валом, а ведомые шестерни свободно вращаются на общей либо собственных осях [1]. Гидромашины, объединенные в блок, обеспечивают полную независимость контуров потребителей.

В отличие от дроссельных шестеренный делитель потока практически не снижает КПД системы, так как разгруженная секция работает в режиме гидромотора.

Наряду с объемным делением потока посредством блоков гидромашин, обеспечивающих одновременную подачу рабочей жидкости по контурам потребителей, возможно принципиальное техническое решение, состоящее в дискретной подаче фиксированных объемов рабочей жидкости последовательно по напорным магистралям потребителей. При таком техническом решении насос многомоторного привода работает каждый дискретный промежуток времени с контуром одного потребителя. Далее насос последовательно подключается к контуру каждого потребителя гидросистемы. Нагрузочные режимы различных контуров не оказывают взаимного влияния.

Для реализации такого технического решения необходимо обеспечить дискретизацию потока жидкости, подаваемой насосом, на малые одинаковые объемы. Точность, достигаемая при дискретизации потока жидкости, определит точность деления потока по контурам потребителей.

Возможны два варианта дискретизации потока жидкости, подаваемой насосом. Первый вариант предполагает фиксацию времени связи насоса с контурами последовательно всех потребителей. Эта задача решается посредством установки в цепи гидролиний связи насоса с рядом потребителей гидрораспределителя, подключающего насос последовательно в контур каждого потребителя на малое, точно фиксированное время. Такой гидрораспределитель может быть решен как золотниковый с электромагнитным включением и роторный с гидравлическим либо механическим приводом.

Второй вариант дискретизации потока жидкости, подаваемой насосом, предполагает использование промежуточных устройств с малыми объемами, периодически заполняемых насосом, и опорожняемых в контур последовательно каждого потребителя.

Отличительной особенностью поршневых возвратно-поступательных гидромашин является периодическое изменение объема гидравлической полости, образованной поршнем в гидроцилиндре. В зависимости от подвода энергии к поршню (либо жидкости) устройство работает в режиме насоса (или мотора). Несмотря на сложность взаимного преобразования поступательного движения поршней и вращательного вала, возвратно-поступательные гидромашины имеют преимущества, обеспечивающие их широкое применение, а именно: возможность достижения высоких давлений; простоту и надежность конструкции, технического обслуживания и ремонта; высокий коэффициент полезного действия.

Основным недостатком возвратно-поступательных гидромашин является цикличность работы каждого отдельного гидроцилиндра. Эти недостатки устраняются объединением ряда гидроцилиндров в единый блок, оснащение гидросистем аккумуляторами.

Анализ работы возвратно-поступательных гидромашин свидетельствует о возможности использования их в качестве данных систем, обеспечивающих объемное дозирование потока по напорным магистралям ряда потребителей.

Основной принцип работы дозирующих систем на основе возвратно-поступательных гидромашин состоит в том, что в напорные магистрали ряда потребителей циклически подается малая дискретная доза рабочей жидкости одного насоса в очередности, заданной алгоритмом работы дозирующей системы. Насос работает каждый малый промежуток времени в контуре одного потребителя.

Структура таких дозирующих систем может быть сформирована на основе модульного принципа, предполагающего увязку количества

дозирующих модулей с числом контуров потребителей.

В качестве дозирующих модулей могут быть использованы одноцилиндровые возвратно-поступательные гидромашины. Плунжер дозирующего модуля образует две торцевые рабочие полости, каждая из которых циклически связана с напорной магистралью потребителя, источником давления и баком, при использовании дозирующего модуля в режимах делителя и сумматора потоков. Цикл работы каждой рабочей полости дозирующего модуля состоит из двух тактов: наполнения из напорных магистралей источника давления (либо потребителя) и опорожнения в напорную магистраль потребителя (либо в бак гидросистемы).

Основным условием объединения дозирующих модулей в систему является наличие конструктивных элементов, обеспечивающих одинаковое (либо заданное) количество циклов работы дозирующих модулей и стабильность расходных характеристик цикла всех дозирующих модулей.

Заданное количество циклов реализуется при:

- одновременном включении такта работы дозирующими модулями всех контуров потребителей;
- заданной очередности включения такта работы каждого последующего дозирующего модуля по окончании такта работы предыдущего.

Стабильность расходных характеристик достигается надежным обеспечением крайнего положения плунжера по окончании такта работы.

При одновременном включении такта работы дозирующими модулями очередность тактов работы определяется нагрузкой контуров потребителей. При заданной очередности включения очередность тактов работы дозирующих модулей сохраняется независимо от нагрузки контуров потребителей.

Рассмотрим примеры реализации модульных дозирующих систем, обеспечивающих синхронный привод исполнительных органов потребителей.

Модульная дозирующая система (рис. 1) [2] обеспечивает деление потока рабочей жидкости источника давления по напорным магистралям потребителей 2–4 и суммирование потоков из них в бак гидросистемы. Дозирующие модули 6–8 включают гидроцилиндры дозирования и гидрораспределители управления. Торцевые рабочие полости гидроцилиндров дозирования, образованные плунжерами 13, соединены через диаметрально расположенные каналы и кольцевые канавки плунжеров 14 гидрораспределителей управления с напорными магистралями потребителей, и через гидрораспределитель переключения с источником давления и баком. Управляющие полости гидрораспределителей управления соединены через диаметрально расположенные каналы и кольцевые канавки плунжеров 13 гидроцилиндров дозирования с источником давления и баком.

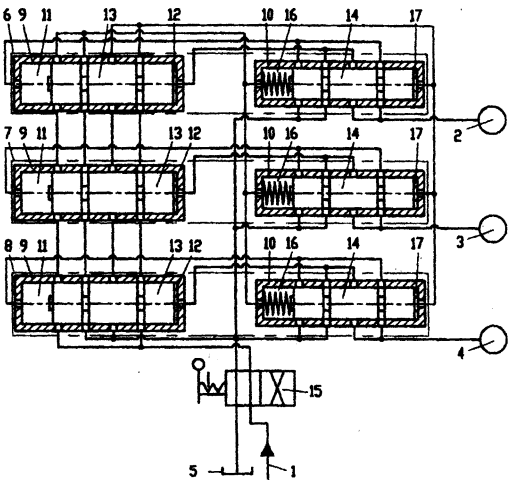

Рис. 1. Модульная дозирующая система с одновременным началом работы дозирующих модулей: 1 – источник давления; 2–4 – потребители; 5 – бак гидросистемы; 6–8 – дозирующие модули; 9 – гидроцилиндр дозирования; 10 – гидрораспределитель управления; 11, 12 – торцевые рабочие полости; 13, 14 – плунжеры; 15 – гидрораспределитель переключения; 16, 17 – торцевые управляющие полости

При работе модульной дозирующей системы в режиме «Деление потока» жидкость через гидрораспределитель переключения во второй его позиции, гидрораспределители управления поступает в торцевые рабочие полости 12. Из полостей 11 жидкость через гидрораспределители управления поступает в напорные магистрали потребителей. При одновременном начале такта работы всех дозирующих модулей первым начинает работу модуль с наименее нагруженным контуром потребителя, далее при достижении плунжером 13 данного модуля крайнего положения – второй и третий.

При достижении плунжерами 13 всех модулей дозирования крайнего положения жидкость поступает в управляющие полости 17, а полости 16 соединяются с баком. Гидрораспределители управления переводятся во вторую позицию, деформируя возвратные пружины малой жесткости.

Жидкость поступает в торцевые рабочие полости 11, а из полостей 12 через гидрораспределители управления – в напорные магистрали потребителей. Аналогично при одновременном начале такта работы всех дозирующих модулей очередность работы устанавливается в соответствии с нагруженностью контуров потребителей.

При достижении плунжерами 13 всех модулей дозирования крайнего положения жидкость поступает в управляющие полости 16, а полости 17 соединяются с баком. Гидрораспределители управления возвращаются в первую позицию, и цикл деления потока жидкости продолжается, как описано выше.

При работе модульной дозирующей системы в режиме «Суммирование потоков» жидкость из напорных магистралей потребителей поступает в торцевые рабочие полости 11, а из полостей 12 через гидрораспределители управления, переключения, в первой его позиции – на слив в бак.

При крайнем положении плунжеров 13 гидрораспределители переводятся во вторую позицию.

Далее жидкость из напорных магистралей потребителей поступает в торцевые рабочие полости 12, а из полостей 11 – на слив в бак. При достижении плунжерами 13 крайнего положения гидрораспределители управления возвращаются в первую позицию, и цикл суммирования потоков продолжается.

Модули предлагаемой дозирующей системы начинают работу одновременно. Структура связей модулей обеспечивает выполнение требования: модули не начинают новый цикл работы до окончания предыдущего цикла работы всеми модулями.

Возможны также иные конструктивные решения модулей рассмотренной выше дозирующей системы.

Модульная дозирующая система с одновременным началом цикла работы всех модулей может быть реализована с одним, общим для всех гидроцилиндров дозирования, гидрораспределителем управления [3, 4]. Алгоритм работы модульной дозирующей системы не меняется, поскольку в обоих случаях перевод гидрораспределителей управления в следующую позицию осуществляется одновременно для всех гидроцилиндров дозирования.

В модульной дозирующей системе (рис. 2) для обеспечения независимости работы контуров потребителей каждый дозирующий модуль начинает такт работы по окончании такта работы предыдущего [5].

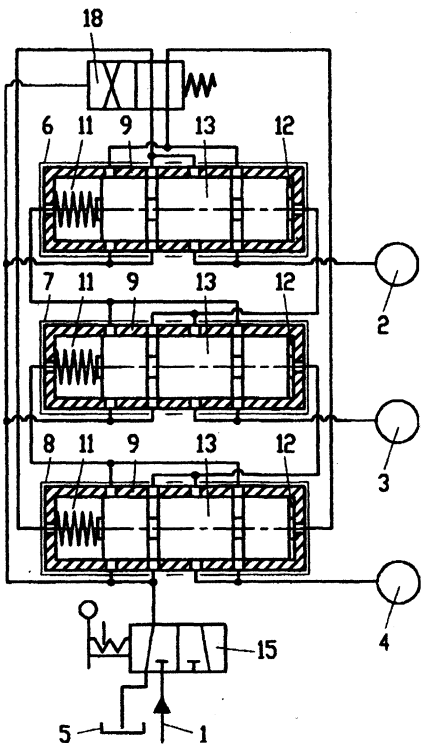

Рис. 2. Модульная дозирующая система с последовательным началом работы дозирующих модулей (обозначения – на рис. 1)

Дозирующие модули состоят из гидроцилиндров дозирования. Торцевые рабочие полости 11, 12 гидроцилиндров дозирования, образованные плунжерами, соединены через диаметрально расположенные каналы и кольцевые канавки плунжеров предыдущих гидроцилиндров дозирования с напорными магистралями потребителей 2–4 и через гидрораспределитель переключения с источником давления и баком. Плунжеры гидроцилиндров дозирования подпружинены: дозирующих модулей 6, 7 – со

стороны полостей 11, 12; дозирующего модуля 8 – со стороны полости 11. Пружины имеют незначительную жесткость и не оказывают значимого влияния на нагруженность системы при работе.

В цепи гидролиний связи торцевых рабочих полостей гидроцилиндра дозирования дозирующего модуля 8 с каналами гидроцилиндра дозирования дозирующего модуля 6 установлен гидрораспределитель согласования, применяемый в модульных дозирующих системах с нечетным числом потребителей при использовании в режимах «Деление потока» и «Суммирование потоков». Торцевая управляющая полость гидрораспределителя согласования соединена с источником давления и баком через гидрораспределитель переключения.

При работе модульной дозирующей системы в режиме «Деление потока» жидкость через гидрораспределитель переключения (во второй позиции) последовательно поступает в торцевые рабочие полости 12, 11, 12 гидроцилиндров дозирования модулей дозирования 7, 6, 8 и вытесняется из полостей 11, 12, 11 в напорные магистрали потребителей 4, 3, 2.

Для работы модульной дозирующей системы в режиме «Суммирование потоков» гидрораспределитель переключения переводится в первую позицию. Жидкость из напорных магистралей потребителей 4, 3, 2 последовательно поступает в торцевые рабочие полости 11, 11, 12 гидроцилиндров дозирования модулей дозирования 7, 6, 8 и вытесняется из полостей 12, 12, 11 в бак через гидрораспределитель переключения.

Отличительной особенностью работы данной модульной дозирующей системы является то, что такт работы каждого дозирующего модуля начинается после завершения такта работы предыдущего дозирующего модуля.

ВЫВОД

Модульные дозирующие системы позволяют реализовать многомоторный гидравлический привод ходового и рабочего оборудования мобильных строительных, дорожных и сельскохозяйственных машин. Положенный в основу создания модульных дозирующих систем принцип дискретизации потока рабочей жидкости обеспечивает работу насоса с контуром каждого потребителя в малый дискретный промежуток времени. Модульные дозирующие системы позволяют достигнуть:

- независимости работы контуров потребителей при дискретно синхронном расходе рабочей жидкости по напорным магистралям потребителей;
- возможности модульного изменения числа контуров потребителей в соответствии с потребностями реализуемого гидропривода.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гидропневмоавтоматика** и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашины и передачи: Учеб. пособие для вузов / А. Ф. Андреев, Л. В. Барташевич, Н. В. Богдан и др.; Под ред. В. В. Гуськова. – Мн.: Выш. шк., 1987. – 310 с.

2. **Пат. РБ № 724U.** Делитель – сумматор потока / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай // Афіцыйны бюлетэнь. – 2002. – № 4 (35).

3. **Пат. РБ № 702U.** Гидрообъемная трансмиссия самоходной машины / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай // Афіцыйны бюлетэнь. – 2002. – № 4 (35).

4. **Пат. РБ № 703U.** Делитель – сумматор потока / А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай // Афіцыйны бюлетэнь. – 2002. – № 4 (35).

5. **Пат. РБ № 921U.** Делитель – сумматор потока / В. М. Пилипенко, А. Я. Котлобай, А. А. Котлобай // Афіцыйны бюлетэнь. – 2003. – № 2 (37).