

Системы питания с адаптивным управлением для гидростатических направляющих Анохин В. В.

*Анохин Валерий Валериевич / Anokhin Valery Valerievich – магистр,
кафедра Станки, факультет машиностроительных технологий и оборудования,
Московский государственный технологический университет «Станкин», г. Москва*

Аннотация: в статье рассмотрены системы питания с адаптивным управлением с диафрагменными дросселями для гидростатических систем линейных перемещений.

Ключевые слова: гидростатика, направляющие, АСП, дроссель.

В металлорежущих станках для прецизионной и высокоскоростной обработки, а также в тяжёлых и уникальных станках находят применение гидростатические направляющие, которые позволяют получить точность и чистоту обработки, нагрузочные характеристики и виброустойчивость, недостижимые для других типов направляющих. При высокоскоростной обработке с применением сверхтвёрдых режущих инструментов требуется высокая виброустойчивость технологической системы станка, которую могут обеспечить только гидростатические направляющие [1].

На современном этапе развития станков их технический уровень, технологические возможности, надёжность и долговечность зависят от направляющих основных узлов. Модульные гидростатические направляющие позволяют успешно решить стоящие перед станкостроением задачи, а применение адаптивной системы питания - добиться наилучшего результата.

Применение адаптивных систем питания (АСП) является одним из способов повышения надёжности работы гидростатических направляющих. Среди проблем, возникающих при применении гидростатических опор: возможность засорения дросселей, сложность контроля состояния деталей опор и систем питания [2].

Засорение дросселей может происходить даже при тщательной фильтрации масла. Посторонние частицы всегда остаются в трубопроводах, на узлах и деталях станка и постепенно снижают пропускную способность дросселя. При достаточно большом взаимном перемещении элементов, образующих дроссельную щель, засорения такого рода легко разрушаются.

Адаптивные системы питания обеспечивают постоянное отношение давления насоса к давлению в карманах независимо от условий эксплуатации (вязкости и загрязнённости масла, тепловых и упругих деформаций деталей, фрикционного движения масла в рабочем зазоре при высоких скоростях скольжения, износа деталей и т.п.). Эти факторы сказываются на работе опор со всеми известными системами питания, их влияние растёт с увеличением жесткости масляного слоя. Кроме того, при применении АСП исключается необходимость регулирования давления в карманах при монтаже и эксплуатации направляющих, что по степени простоты обслуживания приближает их к направляющим качения. Одним из важнейших преимуществ АСП является отсутствие засорения дросселей, регулирующих объем поступления масла в карманы, так как дроссели образованы поверхностями, перемещаемыми относительно друг друга (отверстием d_4 и торцом крышки 6 рис. 1). При засорении дросселирующих отверстий d_4 золотник 5 перемещается вниз под действием давления P_n , открывая полностью дросселирующие отверстия d_4 . Это очень важное преимущество, поскольку расход через карман лежит в пределах от 400 до 1000 см³/мин, а для обеспечения таких расходов требуется небольшой диаметр (около 1 мм.) дросселирующих отверстий. Одна и та же конструкция АСП может использоваться в направляющих с различным расходом масла.

Преимущества АСП, относительно традиционных систем питания:

- Точность направляющих при АСП выше, благодаря более стабильной жесткости масляного слоя;
- Надёжность направляющих, оборудованных АСП выше, чем направляющих с дроссельной системой питания, что объясняется отсутствием чувствительности к засорению системы питания;
- Исключается необходимость регулирования давления в карманах при монтаже и эксплуатации;
- Универсальность. Возможность использовать один блок АСП для направляющих с различным расходом масла;
- АСП исключают ограничения по максимальной длине перемещений, так как допускается использование стыкованных рельсов.

Виды АСП и принцип работы

Рассмотрим адаптивные системы питания с диафрагменными дросселями.

АСП с диафрагменными дросселями

На рис. 1 изображен блок АСП с диафрагменными дросселями. На цилиндрической поверхности золотника 5 выполнены дросселирующие отверстия 4 диаметром d_4 , которые образуют с торцом крышки 6 диафрагменные дроссели. Питание четырех карманов каждой каретки осуществляется от двух

одинаковых автономных блоков АСП, что обеспечивает независимую установку давления в каждой паре карманов. Золотник 5 находится в положении равновесия под действием давления P_H насоса, подводимого в полость 3, и давлений в противоположных карманах 7 и 8 направляющей, соединенных полостями 1 и 2. Площади $S_1 \approx S_2 \approx S_3$ полостей соответственно 1, 2 и 3 подобраны таким образом, чтобы обеспечить требуемое постоянное соотношение давлений $P_1 + P_2 = \frac{P_H S_3}{S_1}$. Сопротивление дросселей АСП

изменяется при перемещении золотника вдоль оси. Например, уменьшение давлений P_1 и P_2 приводит к нарушению равновесия золотника, его смещению вниз и восстановлению расчетного соотношения давлений. По существу АСП реализует новый способ регулирования расхода через карманы гидростатической направляющей, при котором независимо от условий эксплуатации поддерживается постоянным среднее значение давления $P_{cp} = (P_1 + P_2)/2$ в противоположных карманах. Это обуславливает возможность адаптации направляющей к изменяющимся условиям работы [3].

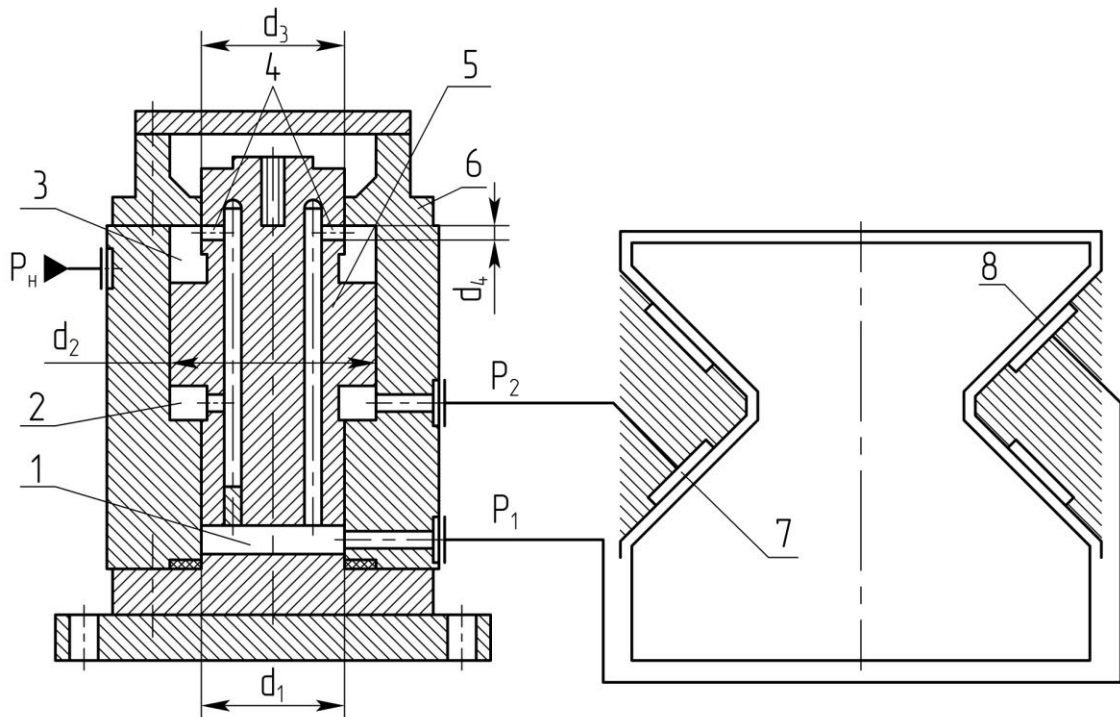


Рис. 1. Схема системы питания с адаптивным управлением и диафрагменными дросселями

Основные требования, предъявляемые к АСП

1. Диапазон регулирования расхода. Для поддержания постоянного давления в карманах АСП должна обеспечивать возможность изменения расхода в широких пределах в зависимости от характера изменения давления. Для уменьшения потерь мощности, вызванных прокачиванием большого объема масла, целесообразно предусмотреть параллельную установку двух насосов. Второй насос включается только при падении давления P_H ниже расчетного уровня вследствие уменьшения сопротивления истечению [3].

2. Погрешность давления в карманах зависит от трения золотника и оказывает влияние на жесткость масляного слоя и температуру опоры. Отклонение значения m на 10 % от оптимального приводит к изменению жесткости на 3 %, что вполне допустимо. Средняя температура масла в опоре изменяется обратно пропорционально изменению давления, обусловленному зоной нечувствительности золотника. Другие параметры опор мало зависят от m , поэтому можно считать допустимой погрешность установления давления, равную 10 % [3].

3. Разница сопротивлений потоков. Разница расходов масла, подводимого к карманам опоры, может приводить к смещению и перекосу каретки направляющей.

При АСП, имеющей диафрагменные дроссели (рис. 1), идентичность расходов обеспечивается путем точного изготовления дросселирующих отверстий диаметром d_4 . Погрешность расхода может быть

вызвана погрешностью изготовления отверстий d_4 (отклонением размера), перекосом золотника в зазоре, перетеканием масла в зазоре между поверхностями диаметром d_2 [3].

Литература

1. *Шатохин С. Н.* Теория и методы проектирования адаптивных гидростатических и аэростатических опор и направляющих металлорежущих станков. Диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук. Красноярск, 2010 г.
2. *Бушуев В. В.* Гидростатическая смазка в станках. 2-е издание, перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 176 с.: ил.
3. *Бушуев В. В., Цытунов О. К., Павлов В. А.* Системы питания с адаптивным управлением для шпиндельных гидростатических опор. М.: «Станки и инструмент» № 7, 1990 г.