

ВАРИАНТЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ МИКРОПОДАЧИ В ГИДРАВЛИЧЕСКОМ ПРИВОДЕ

Меры, направленные на повышение точности характеристик станков с ЧПУ, весьма разнообразны и, в частности, связаны с повышением точности изготовления и сборки станков, уменьшением дискретности перемещений подвижных узлов, снижением вибраций и тепловых деформаций, применением высокоточных отсчетно-измерительных устройств и т.д. Однако никакие меры не в состоянии обеспечить требуемую точность станков без привода, способного осуществлять необходимые точные управляемые перемещения исполнительных узлов.

Для точного позиционирования узлов станка необходимо наряду с ускоренными перемещениями на значительные расстояния иметь возможность осуществления микроперемещений. При этом достижение требуемой точности позиционирования обусловлено, главным образом, способностью привода осуществлять на конечном этапе позиционирования минимальные единичные управляемые перемещения.

Наиболее подходящим для реализации этих условий является гидравлический привод. Он имеет известные преимущества по сравнению с другими типами приводов: большую выходную мощность при малых габаритах, легкость бесступенчатого регулирования скорости в широких пределах, возможность работать в следящей системе, простота в конструктивном отношении, возможность вынесения источника тепла из рабочей зоны и т. д.

В гидравлических механизмах микроподачи перемещаемый узел непосредственно связан с движущимся цилиндром или штоком поршневого гидродвигателя, а так как скорость движения поршневого гидродвигателя прямо пропорциональна расходу рабочей жидкости и обратно пропорциональна полезной (рабочей) площади поршня, то для получения возможно меньшей скорости перемещения необходимо уменьшать расход рабочей жидкости и увеличивать диаметр цилиндра. При этом точное дозирование малых расходов жидкости, питающих гидродвигатель, производят дроссельным или объемным способами. Чем меньше стабильные расходы достигаются данными способами, тем лучших результатов можно добиться в осуществлении микроподачи и сокращения габаритных размеров гидроцилиндров.

Дроссельное регулирование при всей своей простоте осуществления имеет ряд недостатков, ограничивающих его применение для получения микроподачи, а именно: трудность в достижении высокой жесткости гидросистемы; большие и непостоянные тепловыделения в про-

цессе дроссельного регулирования, изменяющие свойства рабочей жидкости (например: сжимаемость, вязкость) и расход; влияние нагрузки, воспринимаемой штоком, на расход жидкости, а следовательно, и на скорость гидродвигателя; низкая разрешающая способность по минимальному расходу (распространенные конструкции дросселей с регуляторами надежно обеспечивают расход жидкости не менее $1,17 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$); необходимость отверстий и щелей малого проходного сечения, что приводит к облитерации ("зарастиванию" малых отверстий и щелей поляризованными молекулами) и их простому механическому засорению.

Существует ряд мер по устранению и уменьшению проявления указанных отрицательных факторов. Так, для повышения стабильности малых расходов жидкости, увеличения жесткости гидросистемы и лучшего теплообмена дросселирующие устройства рекомендуется устанавливать в сливной магистрали; для поддержания постоянной температуры рабочей жидкости производят ее искусственный подогрев в резервуаре или в дросселе с встроенным нагревателем; влияние переменной нагрузки на нестабильность расхода жидкости и скорость гидродвигателя устраняют применением дроссельных регуляторов с гидравлическим редуктором; тщательная фильтрация рабочей жидкости, разрушение слоя поляризованных молекул непрерывным относительным движением поверхностей, образующих рабочую щель, и другие меры позволяют хотя путем и усложнения конструкции привода преодолеть трудности с облитерацией и засорением и довести минимальный расход жидкости до $(0,05 \dots 0,083) \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$; зависимость расхода от температуры и засорений может быть уменьшена с увеличением пропускной способности дросселя путем применения гидропривода с дифференциальным гидроцилиндром и т.д. Однако следует заметить, что все перечисленные меры не могут полностью устранить недостатки дроссельного способа регулирования.

В отношении получения устойчивых расходов рабочей жидкости положительные результаты дают дискретные системы в которых постоянное открытие рабочей щели малой площади заменяется кратковременными открытиями рабочей щели значительно большей площади, т.е. постоянный расход малой величины заменяется импульсами сравнительно большого расхода при неизменном общем количестве рабочей жидкости, подаваемой в исполнительный двигатель. Изменяя амплитудное значение импульсного расхода, частоту подачи импульсов и их длительность, можно регулировать скорость движения поршня гидроцилиндра. При дискретном способе регулирования дроссель работает в режиме, близком к насыщению, что дает возможность стабильной подачи жидкости. Кроме того, отпадает необходимость тонкой очистки

рабочей жидкости и борьбы с облитерацией. Принцип дискретного регулирования в своей основе шире других методов и открывает большие возможности для построения приводов микроподачи.

Объемный способ регулирования подачи рабочей жидкости лишен многих недостатков, присущих дроссельному регулированию, и обеспечивает стабильные расходы жидкости до $(3,3...5) \cdot 10^{-8}$ м³/с. При объемном способе регулирование расхода жидкости осуществляется с помощью насосов с механизмами изменения расхода, путем бесступенчатого регулирования частот вращения насоса или его рабочего объема. Обычно в качестве регуляторов применяют поршневые насосы с регулированием рабочего объема изменением угла наклона ведущего диска, с помощью которого изменяется величина хода поршней.

При данном способе регулирования утечки жидкости являются основной причиной, препятствующей получению малых расходов, и в особенности при значительных колебаниях нагрузки и вязкости масла. Устранение утечек путем чрезмерного уменьшения зазоров в местах уплотнения нецелесообразно из-за возможности заедания движущихся частей при температурных колебаниях и повышенного износа. Для увеличения точности и стабильности предельно малых расходов жидкости при объемном регулировании применяют дифференциальные регуляторы расхода или другие специальные устройства и схемы, позволяющие компенсировать или уменьшать утечки жидкости и получить относительное постоянство расхода жидкости при изменяющейся рабочей нагрузке. Для устранения утечек там, где это позволяет в приводе вместо обычных гидроцилиндров применяют элементы типа сильфонов, мембран и другие элементы, устраняющие утечки.

*Работа выполнена под руководством к.т.н. доц. кафедры
«Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»
Лучкина В. К.*