

*Сундуков А. С.*

## **КОПИРОВАЛЬНЫЕ ПРИВОДЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ**

*Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Лучкина В. К.*

*ТГТУ, Кафедра «Технология машиностроения,  
металлорежущие станки и инструменты»*

Наибольшее распространение среди приводов копировальных станков получили электроприводы и гидроприводы.

Широкое использование гидроприводов в станкостроении определяется рядом их существенных преимуществ перед другими типами приводов и прежде всего возможностью получения больших усилий и мощностей при ограниченных размерах гидродвигателей. Гидроприводы обеспечивают широкий диапазон бесступенчатого регулирования скорости (при условии хорошей плавности движения), возможность работы в динамических режимах с требуемым качеством переходных процессов, защиту системы от перегрузки и точный контроль действующих усилий. С помощью гидроцилиндров удастся получить прямолинейное движение без кинематических преобразований, а также обеспечить определенное соотношение скоростей прямого и обратного ходов. Гидроприводы имеют и недостатки, которые ограничивают их использование в станкостроении. Это потери на трение и утечки, снижающие коэффициент полезного действия гидропривода и вызывающие разогрев рабочей жидкости. Необходимость применения фильтров тонкой очистки для обеспечения надежности гидроприводов усложняет техническое обслуживание [3].

Электрический привод обеспечивает удобство регулирования скорости в широком диапазоне с высокой точностью и быстродействием. Электродвигатели постоянного и переменного тока, выпускаемые промышленностью, имеют широкий ряд мощностей, моментов и скоростей. Электроприводы технологичны в изготовлении, достаточно просты и надежны в эксплуатации, но требуют сложной системы управления [2].

При больших величинах крутящего момента и больших тяговых силах рекомендуется применять гидропривод. Стоимость проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации этого привода значительно ниже, чем электрического той же мощности; первоначальная стоимость гидроагрегата в 2,5—3 раза меньше.

Быстродействие системы и ее динамическая характеристика практически оцениваются отношением наибольшего крутящего момента  $M_{\max}$  (или наибольшей тяговой силы  $P$ ) к моменту инерции  $J$  ротора, т. е. вели-

чиной  $\alpha = \frac{M_{\max}}{J}$ . В электротехнике, как известно, существует предел

этого отношения, ограниченный величиной крутящего момента на единицу веса железа якоря электродвигателя. С увеличением мощности отношение  $\alpha$  падает. Наибольший крутящий момент, развиваемый гидроагрегатом, ограничивается только прочностью деталей, следовательно, выбором материала.

Динамическую характеристику проектируемого гидравлического привода и его быстродействие можно улучшить уменьшением движущихся масс. Современные гидравлические приводы могут иметь весовую характеристику примерно 5,5—8 Н/кВт, что пока еще недостижимо для электрического привода. Недостаток гидравлических следящих систем — склонность к вибрациям при больших величинах подачи.

Габаритные размеры электрооборудования и электроаппаратуры определяются температурным режимом и плотностью магнитного потока; для высококачественной электротехнической стали и сплава пермендюр она не превышает 0,20—0,25 Тл, что соответствует удельной силе момента примерно  $20 \cdot 10^5$  Н/м<sup>2</sup> и конструктор здесь ограничен в отношении выбора материала. При проектировании же гидроустройств конструктор может выбирать материал значительно свободнее.

Практика эксплуатации гидросистем машин вообще и станков, в частности, показывает, что наибольшая протяженность трассы давления (напорной трассы) обычно не превышает 40—50 м. Напротив, протяженность электротрассы ничем не ограничена.

В части достижения точности срабатывания возможности электро- и гидроаппаратов примерно одинаковы. В отличие от электрических копируемых следящих систем гидравлические следящие системы не требуют усилителей мощности сигналов и вследствие меньшей инерционности обладают большим быстродействием. Гидропривод позволяет регулировать скорости и давления бесступенчато по любому заданному закону, притом более простыми средствами, чем при применении электрических или электронных устройств. Точность перемещения под нагрузкой, в гидрокопируемых станках, составляет в среднем 0,01 мм.

Наладка гидросистемы после монтажа производится только по одному параметру — давлению, тогда как системы электрические, а тем более электронные требуют наладки по нескольким параметрам. Поэтому отыскать дефекты сборки и монтажа гидросистемы значительно легче [1].

Критический анализ преимуществ и недостатков приводов различного типа применительно к конкретным условиям того или иного станка позволяет обоснованно выбрать оптимальное техническое решение. Опыт показывает, что наиболее эффективно применение гидропривода в металлорежущих станках с возвратно-поступательным

движением рабочего органа, копирувальными и следящими системами; в высокоавтоматизированных многоцелевых станках типа «обрабатывающий центр», агрегатных станках и автоматических линиях.

В приводах подачи электроэрозионных станков предъявляются наивысшие требования к чувствительности и быстродействию следящей системы. Необходимость стабильного удержания электрода в рабочей зоне, которая в ряде случаев не превышает 0,01 мм, его плавного перемещения со средней скоростью до нескольких сотых долей миллиметра в минуту и практически мгновенной реакции привода на возникновение короткого замыкания требуют применения специальных электрогидравлических следящих приводов [4].

В связи с повышением требований к точности работы механизмов, машин и приборов возрастают требования к точности обработки их деталей, точности линейных перемещений узлов станка, равной нескольким микрометрам. С увеличением точности обработки ужесточаются требования к дискретности и быстродействию приводов.

Развитие сверхпрецизионного станкостроения выдвинуло новые требования к приводам подач. Они должны обеспечивать широкий диапазон подач, а также точность позиционирования в долях микрометров. При использовании электромеханических приводов эти требования удовлетворяются лишь частично (что обусловлено недостатками механизмов преобразования вращательного движения в поступательное).

В связи со сказанным для сверхпрецизионных станков целесообразно использовать современные гидроприводы обеспечивающие поступательное движение. Это обусловлено тем, что направляющие таких станков, как правило, гидростатические; поршень и шток имеют гидростатические направления. Кроме того, следящие приводы в этих станках не имеют жестких механических обратных связей, а сигналы от датчиков обратных связей поступают на электрогидравлический усилитель или шаговые преобразователи, обеспечивающие распределение жидкости по полостям цилиндра.

Основными показателями качества обработки являются точность и шероховатость обработанных деталей. Погрешности формы и взаимного расположения поверхностей обрабатываемых деталей возникают в процессе обработки из-за следующих причин: неточности и деформации станка, инструмента и приспособления; деформации обрабатываемого изделия; неравномерности припуска на обработку; неоднородности материала заготовки; недостаточной жесткости и невысокого быстродействия приводов главного движения и подач. Различные отклонения профиля продольного сечения значительной степени зависят от равномерности движения приводов. Наиболее существенной причиной неравномерного движения привода является его недостаточная динамическая жесткость

(невысокое быстродействие при возмущающем воздействии). Неравномерное движение приводов так же отрицательно сказывается и на шероховатости обработанной поверхности [2].

Так как следящая система реагирует на расхождение положений копирующего органа и инструмента, то в самом принципе следящего управления процессом копирования заложены неизбежные искажения поверхности обрабатываемого изделия. Эти искажения могут быть уменьшены путем надлежащего выбора системы управления, но полностью устранить их достаточно сложно.

Искажение обработанной поверхности определяются статическими, кинетическими и динамическими погрешностями (ошибками) следящей системы. Статические погрешности - расхождение положений копирующего органа и инструмента в неподвижном состоянии при выключенной задающей подаче. Кинетические погрешности характеризуют расхождение копирующего органа и инструмента при установившихся значениях скорости задающей и следящей подач. Наконец, динамические погрешности возникают в переходных режимах при изменении скоростей подачи. Погрешности следящей системы определяются структурой выбранной схемы и значениями ее параметров[5].

### Список литературы

1. Ачеркан Н. С. Металлорежущие станки. М.: Машиностроение, 1965. 757 с.
2. Лебедев А. М. и др. Следящие электроприводы станков с ЧПУ. М.: Энергоатомиздат, 1988. 223 с.
3. Лещенко В. А. Гидравлический следящий привод. М.: Машиностроение, 1968. 555 с.
4. Свешников В. К., Усов А. А. Станочные гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982. 460 с.
5. Соколов Т. Н., Дружинский И. А. Автоматическое управление процессами копирования на металлорежущих станках. Машгиз.: 1954. 326 с.