

чего органа (координата X) станка при одностороннем подходе, а в таблице 1 усредненные показатели точности позиционирования: P_a , P_r - точность позиционирования при одностороннем подходе в прямом и обратном направлении соответственно; P_{s_a} , P_{s_r} - стабильность позиционирования при одностороннем подходе в прямом и обратном направлении; P_a - точность позиционирования при двухстороннем подходе; P_{s_a} - стабильность позиционирования при двухстороннем подходе; U - зона нечувствительности при реверсировании, определенные для трех значений скорости позиционирования - 1000, 1500, 2000 мм/мин.

Проведенные испытания показали, что характеристики системы привод-стол станка не соответствуют нормативно-техническим условиям, поскольку допуски соответствующих параметров для станков класса П на длине перемещения от 160 до 250 мм составляют: P_a , $P_r = 10$ мкм; $P_{s_a} = 12$ мкм; $P_s = 5$ мкм; $U = 4$ мкм.

Таким образом, результаты испытаний точности позиционирования позволяют объективно оценить качество станка и разработать мероприятия по повышению его эксплуатационных точностных характеристик.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕДАЧ С ГИБКОЙ СВЯЗЬЮ

*Борисенко Л.А., Алексеева О.В., Машаров А.А.
Могилевский машиностроительный институт*

Важнейшая задача, стоящая перед промышленностью Республики Беларусь - достижение мирового уровня развития техники и технологий. В настоящее время промышленность Беларуси соответствует четвертому технологическому укладу, ядром которого является автомобиле- и тракторостроение, производство химических волокон, нефтехимия. Основу пятого технологического уклада, к которому постепенно переходят развитые капиталистические страны, составляют информационные технологии и робототехника. Поэтому создание и применение разнообразных машин автоматического действия, исключаящих использование живой силы человека и обеспечивающих наивысшую производительность труда и мировой уровень качества, следует признать одним из самых приоритетных направлений развития техники и технологий на ближайшую и

последующую перспективу.

В машиностроительном институте разработана приводная система манипуляционного робота, основанная на использовании передаточных механизмов, главным передаточным элементом которых является гибкая связь. Рука современного промышленного робота представляет крайне неблагоприятную с точки зрения динамики и виброактивности конструкцию. Это связано с тем, что в большинстве случаев приводы роботов размещаются непосредственно на звеньях руки. Поскольку рука (в отличие от обычных механических систем) представляет разомкнутую кинематическую цепь, возникает конструкция консольного типа со всеми вытекающими из этого отрицательными моментами. Это налагает существенные ограничения на скорость движения, снижает быстродействие и точность позиционирования - основные качественные характеристики робота. Робот постоянно работает в неустановившемся режиме с чередованием периодов разгона и торможения, что еще более усугубляет ситуацию.

Необходима разработка систем приводов специального робототехнического назначения, учитывающих специфику устройств, для которых жесткость и точность являются первостепенными критериями. На основании накопленного опыта установлено, что наилучшими характеристиками в отношении указанных выше параметров обладают роботы с размещением приводов на поворотном основании робота. По этой схеме, в частности, выполнены роботы шведской фирмы «АСЕА». Из отечественных роботов можно назвать робот ТУР-10, выпускавшийся до недавнего времени на одном из заводов г. Могилева. Саму схему этих роботов следует признать удачной, но она требует усовершенствования, как в части исполнения самих приводов, так и в части передачи движения к звеньям.

Используемый в приводах робота ТУР-10 волновой редуктор обладает неудовлетворительными качествами в отношении жесткости и долговечности. Кроме того, он сложен в изготовлении. В качестве альтернативы предлагается использовать привод с шарико-винтовой парой. В настоящее время это наиболее совершенная механическая передача, что подтверждается опытом использования ее в станкостроении. Но шарико-винтовая передача является передачей, в которой выходное движение поступательное, в то время как для робота рассматриваемой схемы нужно вращательное движение. В нашем предложении эта проблема решается двумя способами. В первом варианте шарико-винтовая пара включается в схему рычажного кулисного механизма с ведущим движением камня по кулисе.

В этой схеме диапазон вращения ведомого звена ограничен до 90-120 градусов. Анализ требований к манипуляционным возможностям роботов показывает, что такой диапазон вполне достаточен для осуществления региональных и локальных движений (ближайший аналог исполнительного органа робота - рука человека обладает ограниченным диапазоном движений в суставах в таких же пределах).

Вторая предлагаемая схема приводного механизма обладает увеличенным диапазоном вращений вплоть до 300 градусов. Она реализуется в виде механизма, в котором преобразование поступательного движения гайки шарико-винтовой пары во вращательное движение выходного звена осуществляется посредством гибкой связи.

Отказ от полноповоротного движения является нетрадиционным решением, но он позволяет качественно повысить технические параметры привода. Шарико-винтовая пара реализуется с выборкой зазора и предварительным натягом, что осуществляется путем разворота полуаек. Смена направления выборки зазора обеспечивает смену выработанных беговых дорожек на неработавшие, тем самым, увеличивая долговечность механизма. Шарико-винтовая пара обладает высоким к.п.д. - до 95. Наличие непрерывного зацепления в отличие от зубчатой передачи, в которой зубья входят в зацепление дискретно, обеспечивает пониженную виброактивность, что чрезвычайно важно для робота с его консольной рукой. Немаловажно и то, что технология изготовления шарико-винтовой пары хорошо отработана.

В предлагаемом механизме основной силовой элемент, винт, работает на сжатие, обеспечивая высокую жесткость передачи. В конструкции с полым винтом внутрь его может встраиваться двухколесная планетарная передача. Это обеспечивает возможность применения высокооборотных двигателей, что снижает удельную металлоемкость привода.

Изготовление такого привода на специализированном производстве в необходимой гамме параметров позволит получить высококачественное изделие для широкого применения. Он может заменить применяемый в настоящее время в роботах ТУР-10 без принципиальной переделки схемы и конструкции.

Помимо описанной выше задачи усовершенствования приводных механизмов в настоящей работе выполнено исследование по разработке системы трансляции вращательного движения от приводов к исполнительному органу. В этой части будут изучены возможности использования в качестве передаточных звеньев гибких связей, разработанных авторами.

В основе этих гибких связей - металлокордные нити, сплетенные по оригинальной технологии. Используется металлокорд, производимый на Белорусском металлургическом заводе.

В робототехнике в принципе можно использовать все известные в механике устройства передачи движения, однако, не все они обеспечивают требуемые эксплуатационные характеристики. Технические условия передачи определяются на основе ряда критериев, характеризующих конкретные условия работы системы передачи движения. Критерии качества передачи в основном связываются с массами или моментами инерции движущихся тел. Движения происходят в большинстве случаев как повороты вокруг осей. При этом требования малых инерционных нагрузок несовместимы с требованиями высокой жесткости. Для получения заданной точности предъявляются высокие требования к зазорам в соединениях (по терминологии теории механизмов - кинематических парах).

Независимо от конструкции роботов в них всегда имеет место передача движения от модуля системы, задающей движение, к механизму, непосредственно реализующему манипуляционные функции всего устройства. Механизм передачи движения, как и любой другой механизм, обладает присущими ему погрешностями (зазоры в соединениях, сухое трение или вязкое сопротивление, гибкость звеньев), которые неблагоприятно сказываются на основных характеристиках робота, накладывают дополнительные ограничения на методы управления механизмами в динамическом режиме, порождают непредсказуемые изменения, увеличивают погрешность, а также ухудшают вибрационную устойчивость конструкции. Все указанные обстоятельства должны приниматься во внимание при разработке совершенных систем приводов роботов.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ЗУБКОВ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Монтик С.В.

Брестский политехнический институт

Основным породоразрушающим инструментом при бурении нефтяных и газовых скважин являются шарошечные долота. Оснащение их твердосплавным вооружением в виде зубков значительно повысило про-