

совершенствование технологии металлообработки и всех элементов СПИД, создание агрегатированных модульных конструкций станков и обоснование технических требований к структуре, функциональным возможностям и параметрам КЭ и КУ;

комплексный синтез и совершенствование всех элементов КЭ и КУ с оптимальным распределением функций между элементами и создание новых серий КЭ и КУ на базе унифицированных модулей для станков различных технологических групп;

технологическая подготовка и организация автоматизированного производства всех элементов и модулей КЭ и КУ с централизованной их сборкой; наладкой и поставкой комплектов на станкозаводы.

Результаты анализа технического уровня и перспективы развития комплектных регулируемых электроприводов для станков с ПУ и САУ, обоснование' предложений по повышению технического уровня и унификации изготавливаемых электроприводов и технических требований к перспективным сериям электроприводов, а также возможности и целесообразность создания на их базе комплектов

электрооборудования и комплектных устройств управления является свидетельством того, что отечественные станкостроители правомерно ставят вопрос о необходимости существенного повышения технического уровня и конкурентоспособности металлообрабатывающего оборудования за счет совершенствования систем регулируемого электропривода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Г. И., Богачев Ю. П., Кондриков А. И. Электропривод для станков с ЧПУ. — «Станки и инструмент», 1978, № 9.
2. Андреев Г. И., Богачев Ю. П., Нацдис В. А. Основные технические требования к быстродействующим приводам для механизмов подачи станков с ЧПУ. — «Оборудование с ЧПУ», 1976, вып. 4.
3. Андреев Г. И., Богачев Ю. П., Кондриков А. М. Основные технические требования к электроприводам для механизмов главного движения станков с ЧПУ. — «Оборудование с ЧПУ», 1977, вып. 4.
4. Богачев Ю. П. Комплексное электрооборудование для станков с ЧПУ и САУ. — «Оборудование с ЧПУ», 1980, вып. 5.

УДК 007.52-229.

И. И. ПАВЛЕНКО

Трехпальцевые схваты промышленных роботов

Трехпальцевые схваты — наиболее перспективная конструкция, так как при сравнительной простоте они обладают достаточно высокой универсальностью [1]. Исполнение трехпальцевых схватов может быть с различным расположением пальцев (плоскостей, в которых они перемещаются) друг относительно друга.

Ниже рассматриваются схваты с параллельным и наклонным расположением пальцев, обеспечивающие значительные захватные возможности по удержанию плоских, цилиндрических, шарообразных и других деталей, а также по выполнению различных операционных движений. В таких схватах один из пальцев противостоит двум другим, причем положение его может быть симметричным и ассиметричным относительно плоскостей перемещения крайних пальцев.

Возможности захвата цилиндрических деталей по диаметру и плоских деталей по ширине и толщине трехпальцевыми схватами с параллельным расположением пальцев такие же, как и двухпальцевыми [2, 3]. При оценке захватных возможностей шарообразных предметов необходимо исходить из того, что плоскость, в которой перемещается каждый из пальцев, образует в сечении с шаром круг, по наружной линии которого контактируют звенья пальцев. Для выполнения этого условия кинематические пары в пальцах, оси которых параллельны между собой, обеспечивают вращательные степени свободы. Зная величину захватных возможностей пальцев по окружности (для деталей типа тел вращения) [2, 3], можно определить размеры удерживаемого шара. Величина радиуса удерживаемого шара R для схемы с параллельным расположением пальцев равна:

$$R = \sqrt{r^2 + \frac{b^2}{4}},$$

где r — максимальный радиус окружности, которую захватывают крайние пальцы;

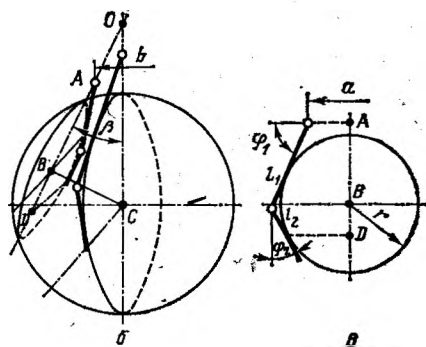
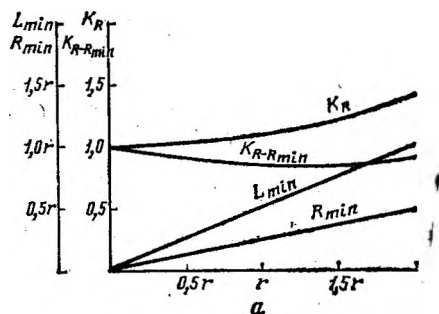
b — расстояние между крайними пальцами.

Это условие имеет место в том случае, если средний палец длиннее крайних и позволяет осуществлять захват по большей окружности, чем крайние пальцы. В случае одинаковой длины пальцев радиус захватываемого шара будет равен радиусу захватываемой окружности средним пальцем ($R=r$) при дополнительном сближении крайних пальцев.

На рисунке (поз. а) представлена зависимость максимального радиуса удерживаемого шара (в относительных единицах $K_R = R/L$, где $L = l_1 + l_2$ — длина крайнего пальца) от расстояния между пальцами (b) при условии, что средний палец длиннее крайних. Из этой зависимости следует, что начальное увеличение расстояния между пальцами незначительно влияет на размер захватываемого шара и только при увеличении b свыше $(0,8 \div 1)$ r интенсивность роста R начинает увеличиваться. При одинаковом соотношении длин звеньев пальцев и одинаковых условиях охвата ими окружностей сферы средний палец должен быть длиннее крайних на столько, на сколько увеличился радиус R от изменения расстояния между пальцами по отношению к R при $b=0$.

Увеличение расстояния между пальцами ведет к прямо пропорциональному ограничению минимальных длин ($L_{\min}$) захватываемых цилиндрических и плоских деталей и минимальных радиусов ($R_{\min}$) удерживаемых шаров. Если изменение b не влияет на диаметр захватываемых деталей враще-

ния и ширину плоских деталей, то максимальные и минимальные размеры удерживаемых шарообразных деталей изменяются. Диапазон радиусов удерживаемых шаров ($K_R - R_{min} = R - R_{min}/L$) в начале увеличения b снижается и достигает минимума при $b = (1 \div 2,5) r$, после чего начинает возрастать.



С увеличением расстояния между пальцами обеспечивается более жесткая фиксированность удержания деталей пальцами от поворота их вокруг оси схвата. Это особенно важно для фиксации цилиндрических и плоских деталей, исключение поворота которых относительно среднего пальца (как и относительно крайних пальцев) ограничивается моментом:

$$M = P \cdot \frac{b}{2}.$$

Операционные возможности трехпальцевых схватов дополнительно к двухпальцевым [2, 3] позволяют выполнять ряд новых движений. Наиболее важным следует считать возможность поворота деталей еще вокруг двух координатных осей Y и Z (поворот вокруг оси X возможен с помощью двух пальцев). Эти повороты достигаются за счет перемещения деталей крайними пальцами в противоположные стороны. Так, поворот вокруг оси Y осуществляется, например, при перемещении детали левым пальцем вверх на величину z , а правым — вниз. Подобным образом осуществляется поворот деталей пальцами вокруг оси Z . Величины углов поворота при этом равны:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{2z}{b}; \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{2y}{b}.$$

С уменьшением размеров удерживаемых деталей возможные углы поворота увеличиваются. Максимальные их значения соответственно будут:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{L}{b}; \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{2L}{b}.$$

Величина угла поворота обратно пропорциональна расстоянию между пальцами, так как возможные перемещения крайних пальцев с деталями в конкретных условиях постоянны. Следовательно, увеличение расстояния b ведет к уменьшению углов поворота деталей, а соответственно, и операционных движений. Аналогичное условие имеет место и при повороте деталей относительно крайних пальцев.

Из вышеприведенного следует, что, как с точки зрения захватных, так и операционных возможностей более предпочтительным является уменьшение расстояния между пальцами, причем для придания схватам способности надежного фиксирования деталей от поворота необходимо соответствующим образом подобрать ширину пальцев.

В конструкции с несимметричным положением среднего пальца относительно крайних захватные возможности практически такие же, как и при симметричном расположении пальцев, с тем отличием, что длина среднего пальца может быть уменьшена. При совпадении плоскостей действия среднего и одного из крайних пальцев появляется возможность захвата деталей с длинами и радиусами, близкими нулю, что требует участия в работе практически двух пальцев при минимальной фиксированности удержания деталей от поворота и значительном ограничении операционных движений. Поэтому схваты с постоянным несимметричным расположением пальцев имеют меньшие возможности, чем симметричные.

Схваты с наклонным расположением пальцев могут быть с наклоном крайних пальцев в наружную и внутреннюю стороны относительно среднего пальца.

При наклоне крайних пальцев на какой-то угол β в наружную сторону (рисунок, поз. б) удержание шара будет в том случае, если точки контакта концов пальцев с шаром будут не выше положения центра шара. Это достигается при условии

$$BC \sin \beta \leq BD \cos \beta,$$

где BC — расстояние от центра окружности, охватываемой крайним пальцем, до центра шара;

BD — расстояние от точки контакта конца пальца до горизонтальной оси, проходящей через центр окружности и расположенной в плоскости этой окружности.

Для предельного случая, когда удержание достигается за счет сил трения:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{BD}{BC}$$

С другой стороны:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{BO} = \frac{BC}{AB + \frac{b}{2 \sin \beta}}.$$

Решая эти уравнения, определяем предельно допустимые значения угла β , при которых еще возможно удержание шарообразных деталей:

$$\sin \beta = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 16(AB + BD)BD}}{4(AB + BD)}$$

Величины AB и BD определяются в зависимости от длин звеньев пальцев l_1 и l_2 , а также углов их поворота φ_1 и φ_2 (рисунок, поз. в).

Радиус удерживаемого шара

$$R = \sqrt{r^2 + BC^2} = \sqrt{r^2 + \frac{1}{\cos^2 \beta} \left(AB \sin \beta + \frac{b}{2} \right)^2}$$

По полученным формулам построены зависимости допустимых углов наклона пальцев β и радиусов удерживаемых шаров (K_R) от углов поворота φ_1 и φ_2 двухзвенных пальцевых схватов при $a/L=0,5$; $b/L=0,5$. Эти зависимости показывают, что наклон пальцев, как правило, ведет к уменьшению радиусов удерживаемых шарообразных деталей R . Возможности захвата плоских деталей по толщине и цилиндрических по диаметру с увеличением угла наклона β также уменьшаются. Предельно допустимый угол наклона пальцев β находится в пределах $30-35^\circ$. С увеличением расстояния между пальцами b максимальное значение β снижает-

ся. Ограничение линий K_R указывает на отсутствие удержания деталей при дальнейшем увеличении или уменьшении углов φ .

Из сказанного следует, что схваты с постоянным наклонным расположением пальцев практически целесообразны, так как при этом уменьшаются захватные и операционные возможности. Изменяющийся наклон пальцев позволяет расширить общие возможности схватов, повысить фиксированность удержания предметов, что в особенности важно при малых расстояниях между пальцами.

Постоянный наклон пальцев во внутреннюю сторону относительно среднего пальца, как и постоянный поворот вокруг собственной оси, несмотря на возможность улучшения решения частных задач, в целом снижает их захватные и операционные возможности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камышный Н. И. Автоматизация загрузки станков. М., 1977.
2. Павленко И. И. Пальцевые захваты промышленных роботов. — См. «Оборудование с числовым программным управлением», М., 1979, № 3.
3. Павленко И. И. Трехзвенные пальцевые захваты. — Сб. «Оборудование с числовым программным управлением», М., 1980, № 2.

УДК 007.52:621.86.05

А. Н. НИКИТИН, Н. М. ТВЕРДОВ, В. А. ШИРОКОВ, Л. В. ПУЗЫРЕВ

Шарнирно-балансирный манипулятор модели ШБМ-150 с электронным блоком управления

Для механизации и автоматизации ряда операций применяются манипуляторы — невстроенные технические устройства, предназначенные для воспроизведения некоторых двигательных функций, главным образом верхних конечностей человека.

Манипуляторы в большинстве случаев представляют собой сложную пространственную систему с большим числом степеней свободы, оборудованных в случае необходимости сервоприводом.

Шарнирно-балансирный манипулятор типа ШБМ-150 является устройством, позволяющим одному оператору маневрировать грузом массой до 150 кг в пределах зоны обслуживания, прикладывая усилие не более 20 кгс. Манипулятор поднимает и опускает грузы, выполняет горизонтальные перемещения, диагональный перенос и поворот со скоростью, задаваемой рукой оператора через рукоятку управления.

Манипулятор может использоваться для загрузки и разгрузки металлообрабатывающих станков, обслуживания линий сборки машин, механизмов, для перегрузочных операций на конвейерах.

Манипулятор оснащен сменными грузозахватными приспособлениями. Предусмотрена возможность установки на место захвата различного инструмента с автономным приводом, например наждачного круга для зачистки отливок и сварных швов, электродрели для сверления отверстий большого диаметра.

Преимущества манипулятора по сравнению с другими грузоподъемными механизмами (электроталиями, кранами и т. п.), выполняющими аналогичные операции:

жесткое крепление груза на конце стрелы, что позволяет перемещать груз точно в заданную позицию;

возможность горизонтальной или диагональной подачи груза в любом направлении от колонны;

широкий диапазон регулирования скорости подъема и опускания груза, что при высокой производительности труда обеспечивает возможность установки груза с высокой точностью;

удобство и простота управления.

Основные данные

манипулятора модели ШБМ-150

Грузоподъемность, кг	150
Скорость перемещения груза в вертикальной плоскости, м/с	0,005—0,5
Вылет стрелы, мм	600—3000
Наибольшая высота перемещения груза, мм	1750.
Предел бесступенчатого регулирования грузоподъемности, кг	25—150
Бесступенчатое регулируемое усилие давления вниз, кгс	60—150
Угол поворота вокруг вертикальной оси, град	360
Угол поворота головки схвата вокруг своей оси	Не ограничен