ков условиями образования и отвода стружки. Кроме того, толщина срезаемого слоя на переходном лезвии меньше, чем на главном, и деформируется значительно больше. Следовательно, увеличивается общее количество выделяющегося тепла, что и приводит к возрастанию температуры резания. Меньшие значения температуры резания у стандартного сверла с двойной заточкой и плоской задней поверхностью объясняются увеличением передних углов поперечного режущего лезвия.

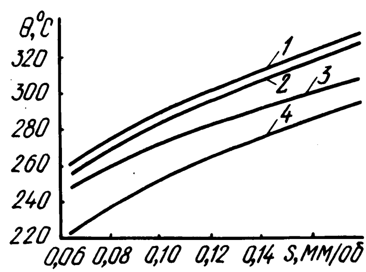

Рис. 1. Влияние формы заточки сверла на температуру резания: 1— шнековое сверло для обработки стали 12Х21Н5Т; 2— шнековое сверло со специальной заточкой для сверления стали 20; 3— спиральное сверло с винтовой заточкой задней поверхности; 4— спиральное сверло с двойной заточкой и плоской задней поверхностью.

Таким образом, для каждого материала заготовки, материала сверла и других условий обработки существуют свои оптимальные значения геометрических параметров и формы заточки шнекового сверла, обеспечивающие минимальные значения температуры резания.

Литература

1. Закономерности процесса резания сталей спиральными сверлами. Материалы научно-технического симпозиума / П.И. Ящерицын, Э.М.Дечко, Э.Я.Ивашин и др. - Вильнюс, 1974.
2. Даниелян А.М. Влияние формы заточки сверл на температуру и усилия резания. - Вестник машиностроения, 1955, № 11.

УДК 621.01

Е.А.Вставский, А.Я.Гольбин

ОБ ОСНОВНЫХ УРАВНЕНИЯХ СТРУКТУРЫ МЕХАНИЗМОВ

В настоящем исследовании полностью решается проблема формализации понятия кинематической пары, подчиненной голономным связям. Ниже кинематические и динамические винты [1] рассматриваются как векторы шестимерного линейного вещественного пространства. Понятиям [2] придается новый аналитический смысл.

Пусть имеем некоторую кинематическую пару. Если δS – винт возможного относительного перемещения в паре, то и $\alpha\delta S$ (где α – вещественное число) – также винт возможного перемещения. Далее, если δS_1 и δS_2 – винты возможных перемещений, то и их сумма $\delta S_1 + \delta S_2 = \delta S_3$ – также винт возможного перемещения. Отсюда следует, что множество винтов возможных перемещений в паре образует линейное вещественное пространство подвижностей $\{\delta S\}$; размерность r этого пространства равна степени свободы в относительном движении. Из проекций базисных винтов пространства $\{\delta S\}$ формируется матрица подвижностей пары $\|\delta S\| = (\delta S^{o}_{\nu i})$. Индекс i означает номер базисного винта, индекс ν – номер плюккеровой координаты ($i = \overline{1,r}$; $\nu = \overline{1,6}$). В окрестности данной точки пространства конфигураций возможное перемещение раскладывается по базису

$$\delta S = \sum_{i=1}^{r} q_i \delta S_i^{o} \; ; \qquad (1)$$

здесь q_i – обобщенная координата номер i.

Пространству $\{\delta S\}$ изоморфно пространство возможных скоростей $\{\dot S\}$. Из проекций базисных винтов пространства $\{\dot S\}$ формируется матрица скоростей пары $\|\dot S\| = (\dot S^{o}_{\nu i})$. Разложение (1) можно записать в виде

$$\delta S = \sum_{i=1}^{r} \delta q_i \dot S_i^{o} \qquad (1')$$

или в форме скоростей

$$\dot S = \sum_{i=1}^{r} \dot q_i \dot S_i^{o} \; ; \qquad (1'')$$

в (1') δq_i – вариация i-ой обобщенной координаты, в (1'') $\dot q_i$ – i-ая обобщенная скорость.

Аналогично рассматривается линейное пространство динамических винтов возможных реакций связей в паре $\{Q\}$; размерность его равна классу пары. Из проекций базисных винтов формируется матрица реакций пары $Q = (Q_j)$, ($j = 1, k$). Всякая возможная реакция раскладывается по базису

$$Q = \sum_{j=1}^{k} \alpha_j Q_j^{o} \; ;$$

здесь α_j – j-ая обобщенная сила реакции в паре.

Наконец из матриц подвижностей и реакций пары формируется матрица пары

$$\| T \| = \| \, \|\delta S\| \quad \|Q\| \, \| .$$

Связи, накладываемые парой, идеальны тогда и только тогда, когда пространства $\{\delta S\}$ и $\{Q\}$ взаимны.

Пусть имеем простую открытую кинематическую цепь A_o, A_1, A_2,...,A_n.

Звено A_o будем считать стойкой. Возможные перемещения конечного звена A_n этой цепи лежат в пространстве

$$\{\delta S_{o,n}\} = \{\delta S_{o,1}\} + \{\delta S_{1,2}\} + \ldots + \{\delta S_{n-1,n}\} ,$$

где $\{\delta S_{\rho,\rho+1}\}$ – пространство подвижностей пары звеньев A_ρ и $A_{\rho+1}$. Возможные реакции связей, передаваемые от стойки к конечному звену A_n, лежат в пространстве

$$\{Q_{o,n}\} = \bigcap_{\rho=o}^{n-1} \{Q_{\rho,\rho+1}\} ,$$

где $\{Q_{\rho,\rho+1}\}$ – пространство реакций пары звеньев A_ρ и $A_{\rho+1}$. Если теперь $A_o \equiv A_n$, т.е. цепь замкнута, то пространство $\{Q_{0,n}\} \equiv \{Q_{o,o}\}$ естественно назвать пространством избыточных связей контура. Размерность пространства $\{\delta S_{o,n}\}$ (в случае контура – $\{\delta S_{o,o}\}$) равна рангу кинематической цепи. Размерность пространства $\{Q_{o,o}\}$ равна числу избыточных связей в контуре.

Для структурного анализа сложных замкнутых кинематических цепей с точки зрения подвижностей запишем систему уравнений замкнутости в виде

$$\sum_{\rho_\mu = 0_\mu}^{n_\mu - 1} \; \sum_{i_{\rho_\mu,\rho_\mu+1}=1}^{r_{\rho_\mu \rho_\mu+1}} \delta q_{i_{\rho_\mu,\rho_\mu+1}} \, \dot{S}^{o}_{i_{\rho_\mu,\rho_\mu+1}} = 0; \qquad (2)$$

Здесь μ – номер замкнутого контура фундаментальной системы контуров; ρ_μ – номер звена μ-го контура; n_μ – число звеньев в μ-ом контуре; 0 – нуль-винт.

Из (2) вытекает структурная формула [3]

$$W = F - R ,$$

где W – степень свободы кинематической цепи, F – сумма подвижностей пар, R – ранг системы (2).

Для структурного анализа сложных замкнутых кинематических цепей с точки зрения реакций связей зададимся ориентацией реакций в парах и запишем уравнение равновесия τ-го звена в виде

$$\sum_{\sigma_\tau^+=1}^{m_\tau^+} \sum_{j_{\sigma_\tau^+}=1}^{k_{\sigma_\tau^+}} \alpha_{j_{\sigma_\tau^+}} Q^{o}_{j_{\sigma_\tau^+}} - \sum_{\sigma_\tau^-=1}^{m_\tau^-} \sum_{j_{\sigma_\tau^-}=1}^{k_{\sigma_\tau^-}} \alpha_{j_{\sigma_\tau^-}} Q^{o}_{j_{\sigma_\tau^-}} + \Gamma_\tau + \Phi_\tau = 0; \quad (\tau = \overline{1,l}). \qquad (3)$$

Здесь Φ_τ – винт инерции звена τ; Γ_τ – винт внешних силовых факторов, действующих на это звено; σ_τ^+ – номер пары, в которую входит звено τ и в которой ориентация реакции принята "на звено"; σ_τ^- – номер пары, в которую входит звено τ и в которой ориентация реакции принята "от звена"; $K_{\sigma_\tau^\pm}$ – класс соответствующей пары; m_τ^+ – число пар с ориентацией реакции "на звено"; m_τ^- – число пар с ориентацией "от звена".

Из (3) вытекает структурная формула [4]

$$W = 6l - R_д,$$

где l – число подвижных звеньев; $R_д$ – ранг системы.

Итак, найден общий и вместе с тем эффективный метод локального исследования голономных кинематических пар и цепей. Эффективность метода естественным образом вытекает из его соответствия природе изучаемого объекта. В самом деле, в матрице кинематической пары заключена вся ее локальная структура. В уравнениях (2) и (3) содержится вся локальная кинематика, кинетостатика, а вместе с тем и вся структура голономных кинематических цепей.

Литература

1. Диментберг Ф.М. Винтовое исчисление и его приложения в механике. – М., 1965. 2. Морошкин Ю.Ф. Основы аналитической теории механизмов. – Тр.семинара по ТММ, 1954, вып. 54, т. 14. 3. Морошкин Ю.Ф. Вопросы геометрии сложных кинематических цепей. – ДАН СССР, 1958, № 1, т. 119. 4. Акулов В.Я. Связь структуры и кинетостатики механизмов. – Изв. вузов. Машиностроение, 1973, № 11.