

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильштейн А.И., Либерман Ю.М., Мельников Е.А. и др. Методы расчета целиков и потолочин камер рудных месторождений. М., 1964. 70 с.
2. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1977. 508 с.

УДК 622.284.54: 531.3

Г.С. ЖЕТЕСОВА

Расчет подвижных посадок в соединениях гидростоек механизированных крепей, испытывающих динамические воздействия

Наиболее характерной особенностью работы соединений машин, испытывающих динамические воздействия, является непрерывное нагружение всех сопрягаемых деталей ударными волнами, которые в виде импульсов упругой деформации распространяются вдоль соударяющихся деталей [1, 2]. При каждом ударе штока с поршнем по основанию гидростойки упругие волны деформаций распространяются в соударяющихся деталях со скоростью

$$a = \sqrt{E/\rho}, \quad (1)$$

где E — модуль упругости материалов;
 ρ — плотность материала (предполагается, что соударяющиеся детали изготовлены из одного материала).

В определенные моменты времени каждое сечение соударяющихся деталей сначала увеличивается (расширяется) в поперечном направлении, а затем сужается. Величина поперечной (пуассоновой) деформации круглого стержня, нагруженного продольным ударом, определяется по формуле

$$\Delta d = \pm \mu \frac{\sigma_{имп}(t)}{E} d, \quad (2)$$

где μ — коэффициент Пуассона материала;
 $\sigma_{имп}(t)$ — амплитуда напряжения ударного импульса;
 d — диаметр стержня.

Если по стержню пробегает волна сжатия, то правая часть равенства (2) является положительной величиной. Отрицательное значение Δd соответствует сужению стержня при волне растяжения.

При сложных конфигурациях деталей, в результате отражения волн напряжений от границ изменения акустической жесткости и их интерференции с прямыми волнами, образуется сложное поле напряжений в каждой точке детали, меняющееся не только от сечения к сечению, но и в каждом сечении со временем. Поэтому деформации в каждом сечении необходимо рассматривать как некоторую сумму последовательных ударных волн, таких как продольная и поперечная, прямая и отраженная, поверхностная волна Рэлея и др. [2]. В конструкциях гидростоек механизированных крепей детали (поршни, втулки, штоки и др.) имеют сложную конструктивную форму. В связи с этим, и форма ударных импульсов, сформированных соударениями этих деталей, очень сложная. Многочисленные частичные отражения и прохождения первоначальной волны, возникающей при ударе, вызывают изменения поперечных сечений.

Для предельного случая, когда при интерференции прямые и отраженные волны имеют одинаковый

знак, максимальную амплитуду напряжений в деталях, нагруженных ударом, например, в штоке после соударения с основанием стойки с учетом внецентренного удара из-за перекосов в соединениях с зазором, аналогично ударным машинам [3, 4], можно определить по формуле

$$\sigma_{\max} = \left(0,35 \frac{e}{\sqrt{J/F_0}} + \frac{1+r_1}{2} k_\phi \right) \frac{V_0}{a} E, \quad (3)$$

где e — величина зазора подвижной посадки;
 J — момент инерции сечения штока;
 F_0 — площадь сечения соударяемой со штоком детали;
 V_0 — скорость удара, принимается равной скорости осадки кровли;
 r_1 — коэффициент отражения волн напряжений;
 k_ϕ — коэффициент, учитывающий соотношение сечений, участвующих в ударе деталей.

Поперечная волна напряжений нагружает ударными импульсами охватывающие и другие детали, контактирующие с соударяющимися деталями, и имеет амплитуду

$$\tau = \sigma_{имп}(t) Q_c. \quad (4)$$

Коэффициент прохождения упругой волны через соединение может быть вычислен по формуле

$$Q_c = \frac{2F_k \rho_c b}{F_k \rho_c b + F_\gamma \rho_\gamma a_\gamma}, \quad (5)$$

где F_k — фактическая площадь контакта сопрягаемых шероховатых поверхностей;
 F_γ — площадь сечения нагруженной ударом детали;
 ρ_γ и ρ_c — плотности материалов нагруженной ударом детали и сопряженной с ней детали;
 b — скорость сдвиговой (поперечной) волны;
 a_γ — скорость продольной волны в нагруженной ударом детали.

В связи с этим все детали, входящие в соединение, изменяют свои диаметральные и линейные размеры пропорционально величинам проходящих в них волн напряжений. Одновременная деформация обеих деталей соединения, нагруженной ударом детали и сопряженной с ней детали, приводит к значительному увеличению зазора в динамике.

Величина изменения зазора в соединении, нагруженном ударом, может быть определена по формуле

$$\Delta S_{дин} = \mu \frac{d}{E} \sigma_{имп}(t) \left(1 + Q_c \frac{F_k}{F_{с.д.}} \right), \quad (6)$$

где $F_{с.д.}$ — площадь сечения детали, сопряженной с

нагруженной ударом деталью.

Для нормальной работы подвижного соединения необходимо, чтобы наименьший конструктивный зазор S_{Kmin} был несколько больше суммарной величины диаметральных деформаций вала Δd и отверстия ΔD :

$$S_{Kmin} \geq \Delta d + \Delta D. \quad (7)$$

Если условие (7) не будет выдержано и начальный конструктивный зазор будет занижен, то вместо предусмотренного зазора в соединении образуется натяг, может появиться заклинивание деталей соединения. Во избежание таких явлений необходимо соблюдение условия (7), в том числе и при возникновении ударных нагрузок большей амплитуды, и при влиянии дру-

гих факторов. В связи с этим переписем неравенство (7) в следующем виде:

$$S_{min} = \Delta d + \Delta D + k_3 (RZ_d + RZ_D), \quad (8)$$

где RZ_d и RZ_D — высота микронеровностей поверхностей вала и отверстия;
 k_3 — коэффициент запаса подвижности соединения.

По предварительному анализу коэффициент запаса, учитывающий отклонения нагрузки и скорости от расчетных величин и наличие механических включений в рабочей жидкости [5], может быть принят равным 2–2,5. Его величина подлежит уточнению в дальнейших исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батуев Г.С., Голубков Ю.В., Ефремов А.К., Федосов А.А. Инженерные методы исследований ударных процессов. М.: Машиностроение, 1977. 240 с.
2. Харрис С.М., Крид Ч.И. Справочник по ударным нагрузкам. Л.: Судостроение, 1980. 360 с.
3. Соколинский В.Б. Машины ударного разрушения. Основы комплексного проектирования. М.: Машиностроение, 1982. 184 с.
4. Бегаен И.А., Бойко А.И. Повышение точности и долговечности бурильных машин. М.: Недра, 1986. 213 с.
5. Дунаев П.Ф., Леликов О.П., Варламова Л.П. Допуски и посадки. Обоснование выбора. М.: Высш. шк., 1984. 112 с.

УДК 622.232.8

Т.Е. ЕРМЕКОВ
В.А. СЕЛЕЗНЕВ

Обоснование параметров резания угля резцовой коронкой выемочного манипулятора

Отличительными особенностями выемочных манипуляторов от очистных комбайнов являются:

- уменьшение удельных энергозатрат;
- обеспечение селективной выемки угольных пластов;
- малая металлоемкость;
- маневренность при отбойке угольных пластов и породы в очистных и проходческих забоях;
- широкая область применения.

Выемочные манипуляторы разработаны на базе проходческих комбайнов со стреловидным исполнительным органом, поэтому их применение в очистных забоях обеспечивает создание высокоэффективных комплексов, агрегатов и роботизированных комплексов [1, 2]. Необходимо обосновать параметры резания и геометрические характеристики поворотных резцов от резцовых коронок проходческих комбайнов [3]. Например, для вычисления мгновенной толщины стружки h_i будем предполагать, что предшествующий резец в линии резания опережает i -резец на угол φ_i , что соответствует интервалу времени Δt (рис. 1):

$$\Delta t = \frac{\varphi_i}{2 \cdot \pi \cdot n_{об}}$$

Предположим (см. рис. 1), что плоскость вращения конца i -резца типа РКЗ за время Δt переместится в пространстве соответственно направлению и величине вектора $\overline{O'O}$; координаты точки O' в системе O_{xyz} равны:

$$\begin{cases} x_0 = -R_i \sin(\omega_c \Delta t) + \vartheta_n \cos \alpha_a \sin \varphi \cdot \Delta t; \\ y_0 = \vartheta_n \sin \alpha_a \cdot \Delta t; \\ z_0 = -R_i [1 - \cos(\omega_c \Delta t)] - \vartheta_n \cos \alpha_a \cos \varphi_c \cdot \Delta t. \end{cases} \quad (1)$$

Величина h_i будет определяться расстоянием между концом резца (точка Z) и точкой A , которая найдется как пересечение плоскости, проходящей через радиус вращения резца \overline{OZ} и перпендикулярной вектору скорости резания, и окружностью вращения резца с центром в точке O

$$h_i = |AZ|. \quad (2)$$

Точка Z имеет координаты $(p_i \cos j_i, p_i \sin j_i, 0)$.

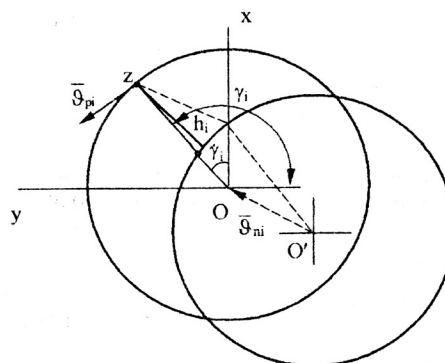


Рис. 1. Модель расчета мгновенной толщины стружки h_i

Для нахождения координат точки A необходимо решить систему уравнений:

$$\begin{cases} y = x \operatorname{tg} j'_i, \\ (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = p_i^2, \\ z = z_0, \end{cases} \quad (3)$$

где $j'_i = j_i - \pi/2$.

Решением системы (3) будут координаты точки A :