

К. Х. КАЗАРЯН

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛ ПРИ СВОБОДНОМ РЕЗАНИИ

Состояние предрезцово́й зоны, предопределяющее характер и величину усилий, воспринимаемых режущим инструментом, зависит от величины температуры, возникающей в ней при воздействии реза, ее распределения, величины и степени неравномерности напряжений и деформаций в этой же зоне. Таким образом, усредненный показатель состояния этой зоны можно представить в виде:

$$U = f(\bar{\theta}, \mu, \varepsilon, \sigma).$$

С другой стороны температура предрезцово́й зоны, возникающая в зоне деформации, является в основном функцией используемых элементов режимного поля $(\bar{v}, a)$ и параметров режущего инструмента (γ, λ, r) при обработке одного и того же вязкого металла. Существенным является соотношение между скоростью резания $\bar{v}$ и скоростью распространения пластической деформации $\bar{v}_\kappa$.

Величина скорости распространения пластической деформации может быть определена из общезвестного выражения

$$\bar{v}_\kappa = \sqrt{\frac{M}{P}},$$

где M — модуль пластической деформации; P — плотность материала

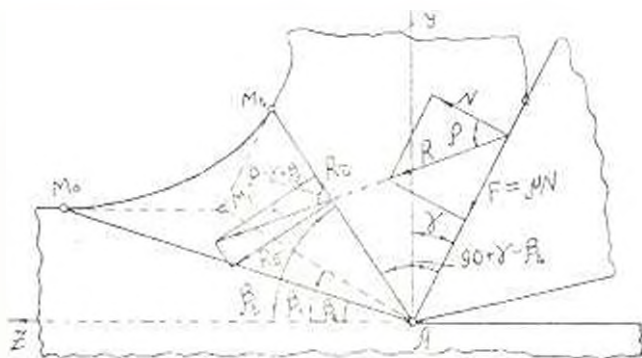


Рис. 1.

В этих условиях предрезцовый объем в динамике может быть рассмотрен как состоящий из трех зон (рис. 1). Первая зона влево от линии AM_0 характеризуется как структурно-нечувствительная, поскольку плотность, теплопроводность, модуль упругости, температура плавления и др., остаются строго определенными в процессе резания.

Вторая зона, заключенная в условном объеме AM_0M_1 , характеризуется как структурно-чувствительная, поскольку ее свойства зависят не только от состава и структуры, а также от несовершенства кристаллов (накавали, дислокации) и, следовательно, от измененного сопротивления деформированию, пластичности, вязкости и др.

Третья зона, лежащая вправо от линии AM_1 , может быть названа зоной минимальных структурно-чувствительных и максимальных структурно-нечувствительных свойств, поскольку металл, переходя в эту зону, расходует располагаемый запас структурно-чувствительных свойств. Степень израсходования этого запаса является функцией периода прохождения средней зоны и отношения v/v_0 .

Рассматривая процесс резания, как процесс пластического сдвига, можно предположить, что величина касательных напряжений на поверхности AM_0 составляет

$$\tau = G \cdot \gamma \quad (1)$$

и показателем структурно-нечувствительных свойств является модуль сдвига G . Однако, поскольку эта поверхность является граничной, то естественно, что касательные напряжения на поверхности сдвига со стороны передней грани реза отличаются от приведенной величины. Если предположить, что в зоне прилегающей к этой поверхности имеем идеально-вязко-пластичный металл, пользуясь уравнением Бингама, можем написать

$$\tau = \tau_0 + \mu \dot{\epsilon} \quad (2)$$

где τ_0 — предел текучести неупрочненного металла; μ — коэффициент вязкости; $\frac{d\epsilon}{dt} = \dot{\epsilon}$ — скорость пластической деформации.

Здесь показателем структурно-чувствительных свойств является коэффициент вязкости μ .

Однако, в реальных металлах в обычных условиях резания, скорость деформации не остается постоянной; и кроме того, сказываются влияния упрочнения и отдыха. Эти изменения происходят в структурно-чувствительной зоне с плавным изменением от AM_0 до AM_1 . В этом случае

$$\tau = \tau_0 + f(\epsilon) + \mu \dot{\epsilon} \quad (3)$$

Для первого приближения принять

$$f(\epsilon) = A \cdot \epsilon^m; \quad \dot{\epsilon} = K_\epsilon \left(\frac{A}{B} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot \epsilon^{\frac{m}{n_1}}, \quad (4)$$

где коэффициенты A и B характеризуют, соответственно, предел текучести металла при относительном сдвиге и скорости деформации, равной единице.

Коэффициенты m и n , отражают чувствительность металла, со-

ответственно, к упрочнению и скорости деформации. K_g — коэффициент динамичности процесса определяется из соотношения

$$K_g = \frac{\tau_2}{\tau_1}$$

Здесь τ_1 и τ_2 являются, соответственно, сопротивление пластическому сдвигу при данной степени деформации и скорости деформации. Таким образом, касательные напряжения без учета отдыха

$$\tau = \tau_1 + \tau^m \left[A + n K_g^n \left(\frac{A}{B} \right)^n \varepsilon^n \right] \quad (5)$$

где $n = \frac{1}{n_1}$.

Проектируя на оси Z и Y (рис. 1), с учетом величин элементов среза и геометрии процесса, получим составляющие силы резания при $\lambda=0$ и $r=0$ без учета краевых эффектов

$$P_Z = \frac{\tau_1 + \varepsilon^m \left[A + n K_g^n \left(\frac{A}{B} \right)^n \varepsilon^n \right]}{\cos(\gamma - \beta_s) \cos(\varphi - \gamma + \beta_s)} ab \varepsilon \cos(\varphi - \gamma), \quad (6)$$

$$P_Y = \frac{\tau_1 + \varepsilon^m \left[A + n K_g^n \left(\frac{A}{B} \right)^n \varepsilon^n \right]}{\cos(\gamma - \beta_s) \cos(\varphi - \gamma + \beta_s)} ab \varepsilon \sin(\varphi - \gamma), \quad (7)$$

где ε — коэффициент усадки стружки.

По предлагаемому методу, следуя [1], можно разработать физически обоснованную классификацию стружкообразования.

Высказывается предположение, что материал предрезцово́й зоны находится в вязко-пластическом состоянии, обладающим упрочнением. Это дает возможность установить зависимость между усилием резания и скоростью деформации.

Имеется возможность использовать богатые экспериментальные данные [2] для определения коэффициента динамичности при резании металла.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Поступило 2.V.1967

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Чалмерс Б. Физическое металловедение. М., МИЛ, 1963.
2. Волошенко-Климовицкий Ю. Я. Динамический предел текучести. М., 1965.