

УДК 658.51:512.09

Ю.А.Егорова (6 курс, каф. ТМ), С.Н.Степанов, к.т.н., доц.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОНКОМ ТОЧЕНИИ

Аналитическое исследование силового режима в зоне резания имеет ряд затруднений, вызванных сложностью процесса резания и многообразием условий его протекания: большие пределы скорости обработки, большой диапазон подач и глубин резания, различная геометрия режущего инструмента. Несмотря на это, значительная часть работ в области резания металлов направлена на теоретическое определение действующих сил, при этом исследователи базируются на отдельных положениях теории пластичности и физике твердого тела. Основным недостатком этих работ является то, что определяя условия равновесия режущего инструмента и действующих на него сил, они обычно относили составляющие силы резания P_z и P_y или их равнодействующую R только к площади отделяемого слоя или к площади сечения стружки, или только к плоскости сдвига и считали силу равномерно распределенной по соответствующей площади. При таком подходе область лежащая ниже линии среза совсем не рассматривается хотя на отдельных ее участках напряжения не меньше чем в срезаемом слое. Таким образом, сила резания приравнивается не ко всем напряжениям, действующим в зоне резания, а только части напряжений, действующих в отделяемом слое. В этом случае вычисления по предлагаемым формулам приводят к значительным ошибкам. При тонком точении, в виду малости толщины срезаемого слоя, рассмотрение силового режима в зоне резания облегчается следующими условиями:

1. Сила трения стружки по передней поверхности инструмента будет очень мала, вследствие малой жесткости стружки и может не учитываться. Это утверждение подтверждается многочисленными экспериментами по износу режущего инструмента при тонком точении, почти полным отсутствием износа на передней поверхности резцов и значительным износом по задней поверхности.

2. При малой глубине резания, соизмеримой с радиусом скругления режущей кромки резца, и отсутствии сил на передней грани можно считать, что все силы приложены к режущей кромке резца, причем они могут быть приведены к одной равнодействующей.

3. Вследствие того, что при тонком точении отношение толщины среза a к ширине среза b всегда меньше единицы то это вполне можно отнести к условиям плоского деформированного состояния и считать, что все силы могут быть приняты равномерно распределенными по ширине среза.

4. Тонкий отделяемый слой, расположенный выше линии среза, отсекает часть деформируемой области которая, будет подчиняться тем же законам пластического деформирования, что и вся деформируемая область и в силу своей малости не вызовет существенных изменений в распределение напряжений во всей деформируемой области.

Рассмотрим следующую систему сил (рис. 1) действующих при тонком точении. Составляющие P_z и P_y легко можно определить с помощью динамометра. Напряженное состояние вызываемое силами P_z и P_y или их равнодействующей R , представляет собой простое радиальное распределение напряжений. Любой элемент S , расположенный на расстоянии r от точки приложения силы, подвергается простому сжатию в радиальном направлении.

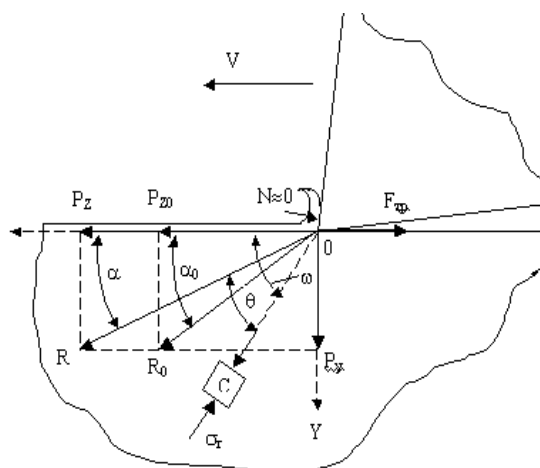


Рис. 1. Силы, действующие на обработанную поверхность при тонком точении

Решая задачу о распределении напряжений в деформируемой зоне аналитическим путем, вывели формулу для расчета силы резания.

$$P_Z = \frac{0,577 \sigma_T a b \pi \cdot \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \cdot (\mu + \operatorname{tg} \beta)}$$

где μ - коэффициент трения; β - угол скалывания.

Формула выведена для случая тонкого точения и не является универсальной. Формула не может быть применена для большой толщины среза, так как с увеличением толщины среза жесткость стружки возрастает и оказывает существенное воздействие на переднюю поверхность резца.

Таким образом, теоретически рассчитав силу резания можно с достаточной точностью аналитически рассчитать деформации в поверхностном слое деталей обработанных тонким точением.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Джонсон К. Механика контактного взаимодействия. – М.: Мир, 1989.
2. Дрозд М.С., Матлин М.М., Судякин Ю.И. Инженерные расчеты упругопластической контактной деформации. – М.: Машиностроение, 1986.