

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ КОМПОЗИТА

Колешев И. Д.

научный руководитель канд. техн. наук Тюкпиеков В. Н.

Хакасский технический институт – филиал СФУ

Тенденции развития науки и техники, требующие постоянного совершенствования параметров машин, ведут к поиску новых конструктивных решений и проведенных исследований по применимости новых материалов. Появляясь вследствие естественного стремления к совершенствованию существующих конструкций, новые материалы, в свою очередь открывают возможности для реализации новых конструктивных решений и технологических процессов. В настоящее время перспективы прогресса в машиностроении в основном связываются с разработкой и широким применением композиционных материалов.

Вместе с тем, недостаточно изучено поведение данных материалов в процессе изготовления из него деталей и узлов при обработке резанием. Обработка резанием композита обладает рядом особенностей, отличающих ее от аналогичной обработки металлов. Это объясняется особыми характерными свойствами и структурой обрабатываемого материала.

Исследование процесса резания композиционного материала на основе матрицы из высокопрочных гранитных заполнителей до 90% и полимерного связующего будем сводить к определению его обрабатываемости. Поскольку материал в зоне резания подвергается хрупкому разрушению, естественным является определение напряжений, возникающих в прирезцовой зоне.

Для расчета распределения напряжений в области срезаемого слоя рассмотрим полупространство ZOY , на которое действуют сосредоточенные силы резания P_y и P_z (рис. 1).

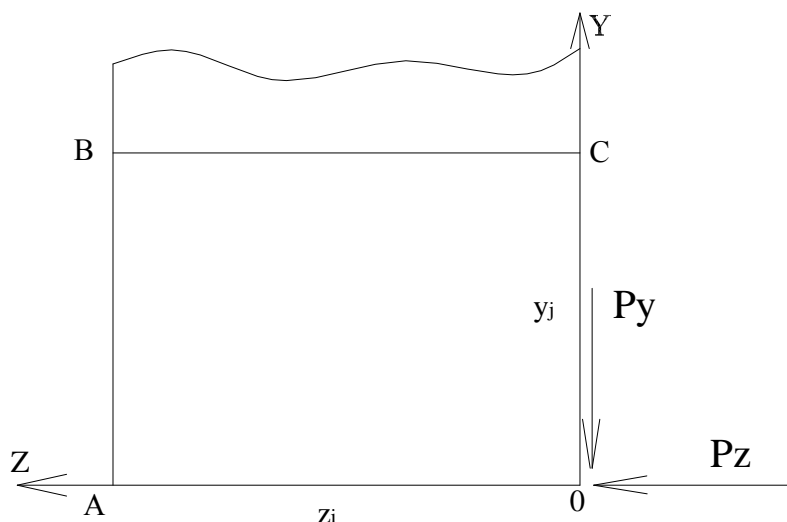


Рис. 1. Расчетная схема для определения напряжений в срезаемом слое

Рассечем полупространство по оси Z , при этом расстояние по оси Y выбираем из равенства координаты Y толщине среза. Тогда в любой точке прямолинейного участка BC возникают напряжения, рассчитываемые по формулам

$$\sigma_{yi} = -\frac{2P_Y}{\pi} \frac{y^3}{W} - \frac{2P_Z}{\pi} \frac{z_i y^2}{W};$$

$$\sigma_{zi} = -\frac{2P_Y}{\pi} \frac{z_i^2 y}{W} - \frac{2P_Z}{\pi} \frac{z_i^3}{W};$$

$$\tau_{yzi} = -\frac{2P_Y}{\pi} \frac{z_i y^2}{W} - \frac{2P_Z}{\pi} \frac{z_i^2 y}{W},$$

где $W = (y^2 + z_i^2)^2$.

Для их компенсации необходимо приложить в i -ой точке нагрузку в виде нормального и тангенциального давления

$$q_i(z) = -\sigma_{yi};$$

$$t_i(z) = -\tau_{yzi}.$$

Затем для того, чтобы определить распределение напряжений в плоскости OABC от действия $q_i(z) = -\sigma_{yi}$ и $t_i(z) = -\tau_{yzi}$ заменим данную распределенную нагрузку на участке BC системой сосредоточенных сил, действующих на малых площадках.

Для этого в середине каждой площадки наметим точки приложения сосредоточенной силы, определим координаты таких точек и величину сосредоточенных сил. Нормальные и тангенциальные сосредоточенные силы в серединах площадок рассчитываем по формулам

$$N_i = S\sigma_{yi};$$

$$T_i = S\tau_{yz};$$

где S – площадь элементарной площадки.

Тогда поля нормальных и касательных напряжений в срезанном слое определяют по формулам

$$\sigma_{yij} = -\frac{2N_i}{\pi} \frac{(z_i - h_i)^2 y_j}{((z_i - h_i)^2 + y_j^2)^2} - \frac{2T_i}{\pi} \frac{(z_i - h_i)^3}{((z_i - h_i)^2 + y_j^2)^2};$$

$$\sigma_{zij} = -\frac{2N_i}{\pi} \frac{y_j^3}{((z_i - h_i)^2 + y_j^2)^2} - \frac{2T_i}{\pi} \frac{(z_i - h_i) y_j^2}{((z_i - h_i)^2 + y_j^2)^2};$$

$$\tau_{yzij} = -\frac{2N_i}{\pi} \frac{(z_i - h_i) y_j^2}{((z_i - h_i)^2 + y_j^2)^2} - \frac{2T_i}{\pi} \frac{(z_i - h_i)^2 y_j}{((z_i - h_i)^2 + y_j^2)^2},$$

где h_i – расстояние точек приложения сил N_i и T_i по оси Z до начала координат. Окончательное распределение напряжений в плоскости срезаемого слоя получаем с помощью суперпозиции напряжений, вызываемых каждой из сил N_i , T_i и P_Y , P_Z .

При помощи данной математической модели можно проводить вычислительные эксперименты по выявлению влияния параметров процесса обработки на выходные процессы резания, такие как износ инструмента и шероховатость полученной поверхности. Например, обратив напряжения в срезаемом слое по осям Oy , Oz , и заменив их системой сосредоточенных сил, действующих на передней и задней поверхностях режущего клина, можно найти напряжения в любой точке режущей кромки инструмента.

Имитируя условия стружкообразования композита, когда контактные давления на передней и задней поверхности инструмента изменяются по какому-то периодическому закону и, наблюдая за динамикой поведения поля напряжений на режущем лезвии можно оценивать усталостную прочность инструмента.