

## **СТРУЖКООБРАЗОВАНИЕ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ С РАЗВИТЫМИ ЗОНАМИ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ**

*А.В. Проскоков<sup>1</sup>, к.т.н., доц., Р.Х. Губайдулина<sup>1</sup>, к.т.н., доц. С. И. Петрушин<sup>2</sup>, д.т.н., проф  
<sup>1</sup>Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,  
Тел. (38451)-77-761*

*<sup>2</sup>Кузбасский политехнический университет, 6520025, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28  
E-mail: proskokov@tpu.ru*

Известные из литературы по теории резания и рассмотренные в [1] схемы стружкообразования с единственной условной поверхностью сдвига не могут дать ответа на вопрос о величинах и характере возникающих при резании в заготовке и стружке напряжений и деформаций, а также о контактных напряжениях на рабочих участках передней и задней поверхностей лезвия инструмента и, следовательно, рассчитать силу резания. В то же время экспериментально доказано, что превращение срезаемого слоя в стружку происходит в пластической зоне, имеющей сложную форму. Предпринимались многочисленные попытки моделирования этой зоны на основе построения полей линий скольжения. Согласно теории пластичности [2] линии скольжения представляют собой два семейства взаимно ортогональных криволинейных координат, вдоль которых действуют максимальные касательные напряжения. Если удастся построить кинематически возможное поле линий скольжения, то возможен и расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) в зоне образования стружки. Первая серьезная попытка построить поле линий скольжения в зоне стружкообразования при свободном ортогональном резании принадлежит Н.Н.Зореву [3]. Другие схемы [4,5,6] позволяют рассчитать напряжения в пластической зоне, но отдают предпочтение либо области первичных деформаций, прилегающей к свободной поверхности срезаемого слоя и стружки, либо области вторичных деформаций, окружающей лезвие. Поэтому задача разработки схемы полей скольжения в пластической зоне, правильно отражающей результаты экспериментов и в то же время поддающейся расчету, остается актуальной.

Предлагается [5,8] при построении сетки линий скольжения в пластической области в качестве исходных данных задавать законы распределения силовых контактных напряжений на рабочих площадках лезвия, а их величина, как и величина внутренних напряжений в зоне пластичности, являются расчетными. В этой концепции предполагается, что первопричиной изменения геометрии зоны пластичности являются контактные явления на трущихся площадках лезвия инструмента. Форма и размеры участка вторичной зоны пластичности, прилегающего к лезвию, зависят от условий трения на рабочих поверхностях, которые в свою очередь определяются закономерностями распределения контактных напряжений на трущихся площадках между передней поверхностью и стружкой, а также между задней поверхностью и заготовкой.

Обобщая большой экспериментальный материал, полученный проф. М.Ф. Полетикой [7], можно аппроксимировать распределение нормальных контактных напряжений на передней поверхности законом треугольника, а касательные принять постоянными на пластическом участке и линейно уменьшающимися до нуля в конце контакта – на упругом.

Пластический контакт между задней поверхностью и поверхностью резания происходит при большей скорости скольжения, но с физической точки зрения он мало чем отличается от контактных явлений на передней поверхности.

Положение сдвиговой области стружкообразования, выходящей на свободную поверхность срезаемого слоя и стружки зависит от условий трения на передней и задней поверхностях лезвия.

Поля линий скольжения не совпадают с текстурой материала, образующейся в результате процесса пластической деформации. Исходя из условий деформирования, для

любого момента течения металла образуется своя сетка линий скольжения, на которую в последующем накладываются другие поля линий скольжения. Поэтому для изучения полей скольжения при резании была разработана специальная методика и изготовлена экспериментальная установка, позволяющая после остановки процесса резания шлифовать боковую поверхность корня стружки совместно с инструментом, и затем вновь производить резание. В результате в первоначальный момент продолжения процесса образования стружки выявляются сетки полей линий скольжения, которые в дальнейшем превращаются в текстуру.

В данной работе представлены экспериментально полученные поля линий скольжения при резании стали марки Сталь 20. Из него следует, что до смещения резца, равного 2 мм, наблюдается два поля линий скольжения, одно из которых прилегает непосредственно к вершине инструмента, а другое - к участку перехода срезаемого слоя в стружку. На реальных скоростях резания металлов значение зоны первичных деформаций будет снижаться, а зоны вторичных деформаций, прилегающей к режущему клину, будет возрастать.

#### **Выводы**

1. Предложенная схема полей линий скольжения в пластической области позволяет определять напряженно-деформированное состояние при снятии стружки, задаваясь законами распределения контактных напряжений на лезвии инструмента.
2. Экспериментально полученные поля линий скольжения подтвердили обоснованность разработанной концепции аналитического описания пластических деформаций в зоне стружкообразования, возникающих при резании металлов.

#### **Список литературы:**

1. Petrushin S. I., Gubaydulina R. K. Analysis of operating engineered products // The European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. – 2017 – Vol. 26. – p. 276–285.
2. Сторожев М. В., Попов Е. А. Теория обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
3. Зоре Н. Н. Вопросы механики процесса резания металлов. – М.: Машгиз, 1956. – 368 с.
4. Армареги И. Дж. А., Браун Р. Х. Обработка металлов резанием. – М.: Машиностроение, 1977. – 325 с.
5. Петрушин С. И. Введение в теорию несвободного резания материалов. – Томск: Изд. ТПУ, 1999. – 97 с.
6. Гольдшмидт М. Г. Деформации и напряжения при резании металлов. – Томск: Изд. СТТ, 2001. – 180 с.
7. Полетика М. Ф. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента. – М.: Машиностроение. 1969. – 150 с.
8. Петрушин С. И., Проскоков А. В. Теория несвободного резания материалов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 162 с.