

Л.А. МУТАФЯН, Р.Е. АВАКЯН, А.Б. БАЛАСАНЯН

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ
МАТЕРИАЛА ПРИ ПРЕРЫВИСТОМ РЕЗАНИИ НА КАЧЕСТВО
ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Рассматриваются вопросы протекания пластических деформаций в зоне стружкообразования при прерывистом резании металлов. Разработано специальное приспособление для качественной оценки поверхностного слоя, позволяющее получить объем материала срезаемого слоя и стружки без дополнительного деформирования.

Ключевые слова: прерывистое резание, пластическая деформация, качество поверхности, корень стружки.

Введение. Исследованиям процесса резания металлов посвящено достаточно много работ. Однако, несмотря на то, что отечественными и зарубежными исследователями представлена физическая суть процесса резания металлов, многие вопросы еще требуют детального изучения. Если в исследованиях процесса свободного резания достигнуты определенные успехи, то относительно процессов прерывистого резания, где превалируют явления врезания инструмента с ударами, холостых пробегов с охлаждением, наличие переменности сечения стружки и других факторов, достижения гораздо скромнее. С другой стороны, с учетом наличия значительной доли прерывистого резания в общем объеме резания металлов изучение его основных проблем становится актуальным.

Теоретическое исследование. В процессе прерывистого резания пластическая деформация срезаемого слоя протекает в чрезвычайно сложных условиях. Так, например, в случае фрезерования плоскостей цилиндрической фрезой при отсутствии упругих отжатию обрабатываемого материала, стола станка и оправки траектория зуба фрезы изобразилась бы кривой PP_2 , а линия среза – прямой XX (рис. 1а). Однако под действием силы резания оправка, стол станка и заготовка отжимаются. Возникаемые упругие отжатия по мере увеличения площади срезаемого слоя все больше возрастают и к моменту выхода зуба из заготовки достигают своего максимального значения. При этом относительная траектория зуба фрезы уже изобразится кривой PP_1 . Следующий зуб начинает врезаться в материал уже в точке q ($pq = S_z$) и соответственно выйдет из него в точке q_1 . Траектория второго зуба изобразится qq_1 , эквидистанта - кривой PP_1 . Однако в случае, когда количество одновременно участвующих в работе зубьев больше одного, картина полностью меняется. При этом (установившемся процессе) зуб уже входит в материал не при нулевом, а при каком-то отжатии PP' , что и определяется

положением предыдущего зуба. Траектория зуба изобразится кривой $P'P_1$, а линия среза - $X'X'$ (рис. 1а). Не принимая во внимание упругие свойства обрабатываемого материала, нельзя выявить многие вопросы процесса фрезерования. Так, например, на протяжении участка ab резание не происходит (см. рис. 1б) вследствие упругих отжатию обрабатываемого материала, производимых зубом фрезы. По мере передвижения зуба на участке bb' , помимо упругих, появляются также пластические деформации. Затем с какой-то точки b' начинается процесс резания. Траектория зуба, благодаря упругому отсеснению обрабатываемого материала, изобразится кривой $abb'm_1$ вместо am_2 . На участке ab , пока толщина срезаемого слоя меньше радиуса округления лезвия зуба фрезы, резание не происходит, поверхностный слой материала по мере передвижения зуба из-за упругих отсеснений перемещается вверх. В случае, когда напряжение на контакте превышает $H \approx c\sigma_T$ (H - твердость материала, c - коэффициент упрочнения, σ_T - предел текучести), упругое отсеснение постепенно переходит к пластическому, которое будет происходить до тех пор, пока слой материала не затормозится относительно внедряющегося материала.

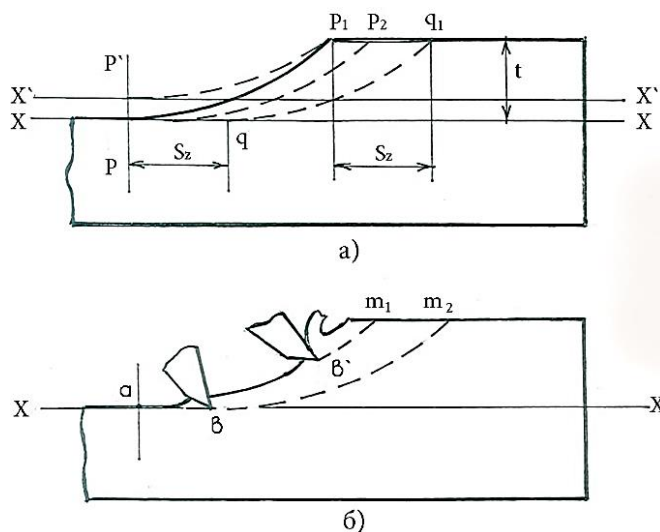


Рис. 1. Влияние упругих отжатию на процесс фрезерования

Указанные условия работы инструмента, переменность толщины и ширины срезаемого слоя материала, вызывающая переменное значение сил, моментов и мощности, должны своеобразно влиять на процесс пластического деформирования срезаемого слоя материала.

Пластическая деформация под воздействием высоких гидростатических давлений, температур и интенсивного охлаждения приводит к структурным измене-

ниям, наклепу поверхностного слоя, оказывающих существенное влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.

Постановка вопроса. Физическое состояние поверхностного слоя металла можно количественно и качественно оценить металлографическими снимками, которые в увеличенном масштабе дают картину внутренних сдвигов и разрушений пластически деформированного материала, раскрывая механизм образования новых поверхностей, наростов и трещин. Металлографические исследования дают полную информацию для выявления общих закономерностей протекания пластических деформаций в зоне стружкообразования [1,2]. При этом объектом съемки является объем материала срезаемого слоя и стружки, прилегающей к лезвию режущего инструмента, получивший название “корень стружки”. Для получения корня стружки необходимо с помощью специального приспособления прекратить процесс резания. При этом такие приспособления должны обеспечить прекращение процесса резания без нарушения картины деформации в корне стружки. Последнее достигается за счет отбрасывания инструмента со скоростью, превышающей скорость резания, по траектории, обеспечивающей отсутствие взаимодействия режущего инструмента со стружкой и обрабатываемой поверхностью заготовки, после прекращения процесса резания. Для некоторых видов обработки (особенно при цилиндрическом фрезеровании) в настоящее время не существует приспособлений для получения корня стружки, не приводящих к нарушению картины деформации в корне стружки. Недостатком известных способов получения корня стружки [3] является то, что при выключении главного движения инструмент с зафиксированной стружкой находится в контакте с заготовкой. Вследствие этого заготовка и детали приспособления из состояния покоя начинают ускоренно вращаться до скорости вращения инструмента. При этом корень стружки испытывает дополнительное действие силы инерции и подвергается дополнительной деформации, что приводит к искажению действительной картины зоны стружкообразования.

Хотя известная конструкция приспособления для получения корня стружки при фрезеровании [4] характеризуется достаточной точностью, к сожалению, ее фиксация возможна только при определенном взаимном расположении зуба фрезы и заготовки. Для их иного расположения требуется изменение траектории дополнительным движением образца относительно фрезы. Это существенно усложняет конструкцию приспособления, требует его частых трудоемких переналадок и не позволяет получение корня стружки для всех одновременно режущих зубьев фрезы.

Результаты. Нами разработана конструкция приспособления для получения корня стружки, обеспечивающая его получение при дисковом и цилиндрическом фрезеровании без нарушения картины зоны пластического деформирования.

Согласно данной конструкции, основанию образца сообщают плоско-параллельное движение с одинаковой круговой траекторией всех ее точек. При этом радиусы вращения полученных стружек устанавливают под углом на линии, параллельной основанию образца, в направлении перпендикуляра к касательной, проведенной из нижней точки задней поверхности второго режущего зуба фрезы к поверхности образованной стружки первого режущего зуба (рис. 2). Скорость их вращения выбирают из условия

$$\frac{V_o}{V_f} > \frac{R_o \left(\arccos \left(\frac{R_o^2 + a^2 - R_f^2}{2aR_o} \right) - \arccos \left(\frac{R_o^2 + a^2 - (R_f - r)^2}{2aR_o} \right) \right)}{R_f \left(\arccos \left(\frac{R_f^2 + a^2 - R_o^2}{2aR_f} \right) - \arccos \left(\frac{(R_f - r)^2 + a^2 - R_o^2}{2a(R_f - r)} \right) + \right) - r},$$

где V_f - скорость вращения зуба фрезы; V_o и R_o - соответственно скорость и радиус вращения центра стружки, образованной при резании первым режущим зубом фрезы; R_f - радиус фрезы; a - межцентровое расстояние между осями вращения фрезы и стружки, образованной при резании первым режущим зубом фрезы; r - радиус стружки [5].

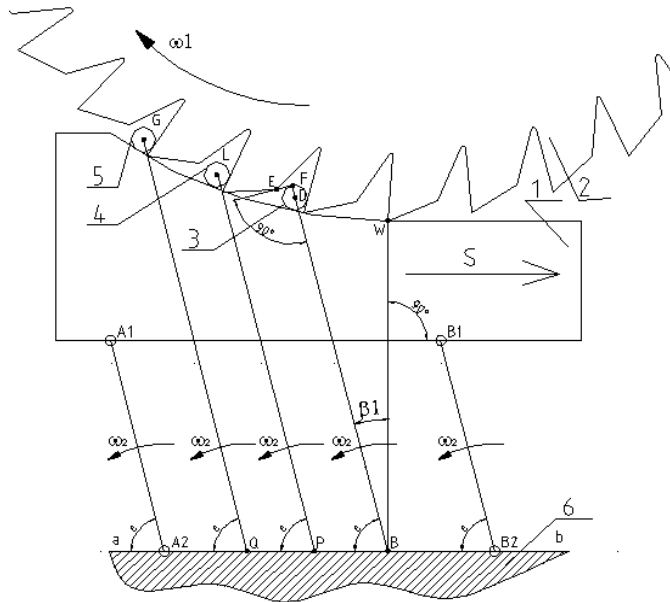


Рис. 2. Схема устройства с четырехзвенным шарнирным механизмом

На рис. 2 представлена схема устройства для получения корня стружки с применением четырехзвенного шарнирного механизма, где $A_1 A_2$, $A_1 B_1$ и $B_1 B_2$ - подвижные звенья четырехзвенного механизма, а 6 – неподвижное звено.

При этом $A_1 A_2 = B_1 B_2$, которые имеют возможность вращения вокруг соответствующих осей A_2 и B_2 , а звено $A_1 B_1$ совершает плоскопараллельное движение с круговой траекторией всех ее точек, что позволяет практически реализовать процесс получения корня стружки.

На рис. 3 представлен металлографический снимок корня стружки и его шлифов, полученный вышеизложенным методом.

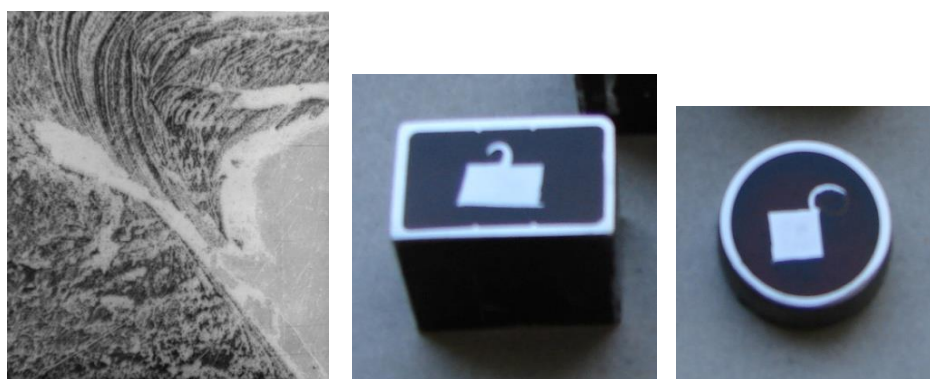


Рис. 3. Корень стружки, полученный описанным методом

Заключение. Результаты исследования показывают, что разработанная конструкция приспособления обеспечивает возможность фиксации корня стружки без его дополнительного деформирования при скорости вращения центра стружки, превышающей в 1,12 раза скорость вращения ее вершины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов.-М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.
2. Ташлицкий Н.И. Особенности изнашивания твердосплавного инструмента при прерывистом резании // Вестник машиностроения. – 2005. - № 7 – С. 55-56.
3. А.с. СССР №439354, кл. B231349/00.- 1973.
4. А.с. СССР №629016, кл. B23C9/00.- 1977.
5. А.с. РА №2475.- 2011.

ГИУА (ПОЛИТЕХНИК). Материал поступил в редакцию 11.05.2014.

Լ.Հ. ՄՈՒԹԱՖՅԱՆ, Ռ.Ե. ԱՎԱԳՅԱՆ, Ա.Բ. ԲԱԼԱՍԱՆՅԱՆ

**ՄՇԱԿՎԱԾ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻ ՈՐԱԿԻ ՎՐԱ ՊԼԱՍՏԻԿ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԸՆԴՀԱՏ ԿՏՐՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ**

Դիտարկված են ընդհատ կտրման գործընթացում տաշեղագոյացման գոտում պլաստիկ դեֆորմացիայի ընթացքի առանձնահատկությունները: Մշակված մակերևույթի որակի ճշգրիտ գնահատման եղանակներից մեկը տաշեղի արմատի ստացումն է՝ առանց լրացուցիչ դեֆորմացման:

Առանցքային բառեր. ընդհատ կտրում, պլաստիկ դեֆորմացիա, մակերևույթի որակ, տաշեղի արմատ:

L.H. MUTAFYAN, R.E. AVAGYAN, A.B. BALASANYAN

**THE INFLUENCE PECULIARITIES OF PLASTIC DEFORMATION OF A
MATERIAL ON THE MACHINED SURFACE QUALITY AT INTERRUPTED
CUTTING**

Issues concerning the behavior of plastic deformations in the area of chip formation at interrupted metal cutting are considered. For a qualitative evaluation of the surface layer, it is necessary to obtain the volume of the material of the cut layer and chip without its additional deformation that provides a special device developed by the authors.

Keywords: interrupted cutting, plastic deformation, surface quality, root of the chip.