

Лавриненко С.Н., д-р техн. наук, Харьков, Украина

ОСОБЕННОСТИ ИЗНОСА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ БИОИНЖЕНЕРНЫХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

У статті висловлено припущення про те, що знос інструменту при обробці лезом біоінженерних термопластичних полімерів відбувається за рахунок утворення майданчиків зносу і локального збільшення радіусу округлення головної різальної кромки. Розглянута гіпотеза протікання зносу як крихкого мікроруїнування інструментального матеріалу під впливом адсорбційно-адгезійних факторів і факторів механічної взаємодії з оброблюваним матеріалом.

В статье высказано предположение о том, что износ инструмента при лезвийной обработке биоинженерных термопластичных полимеров происходит за счет образования площадки износа и локального увеличения радиуса округления главной режущей кромки. Рассмотрена гипотеза протекания износа как хрупкого микроразрушения инструментального материала под воздействием адсорбционно-адгезионных факторов и факторов механического взаимодействия с обрабатываемым материалом.

The article suggested that the edge cutting tool wear during processing of bioengineered thermoplastic polymers is due to the formation of wear and the local area to increase the radius of rounding of the main cutting edge. The hypothesis as the occurrence of brittle microfracture wear of the tool material under the influence of adsorption-adhesion factors and mechanical factors interact with the material being treated.

При механической обработке биоинженерных термопластичных полимеров (БИТП) и, в частности, композиций на основе ПС и ПММА износ режущего инструмента в том виде, в котором его принято оценивать при обработке металлов и целого ряда других материалов практически отсутствует. Однако и предположение о том, что инструмент в данном случае будет сколько угодно долго сохранять свои исходные режущие свойства, обеспечивая заданное качество поверхности не является правомерным. Таким образом, для оценки износостойкости инструмента при резании БИТП необходимо выработать новые критерии, учитывающие физико-химические аспекты взаимодействия обрабатываемого и инструментального материалов и позволяющие обеспечивать стабильное высокое качество поверхностного слоя и, следовательно, заданный уровень эксплуатационных характеристик готового изделия.

Следует также отметить, что при высоких скоростях резания ($v > 100$ м/мин) и больших значений глубины ($t > 0,5$ мм), а также при обработке без смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) на передних поверхностях инструмента образуются поверхностные пленки и "налипы", являющиеся продуктом термической деструкции БИТП в процессе деформации и разрушения обрабатываемого материала при контакте с передней поверхно-

стью инструмента (см. рис. 1). "Налипы" полимера приводят к изменению первоначальных геометрических параметров режущего инструмента, ухудшают процесс стружкоотделения и сход стружки. При этом прочность адгезионного контакта полимерной пленки с передней поверхностью инструмента является довольно высокой. Основным эффективным средством, препятствующим налипанию полимера на инструмент наряду с применением оптимальных режимов резания является применение СОТС, имеющих в своем составе химические компоненты, уменьшающие адгезионный контакт обрабатываемого материала с инструментальным [1].



Рисунок 1 – Полимерный слой на передней поверхности режущего инструмента

Продукты механодеструкции полимерных материалов обладают высокой адсорбционной активностью и способны изменять исходную структуру и механические свойства контактирующих с ними материалов [2 - 4]. Механически деструктурируемые полимеры способны активизировать поверхностное диспергирование твердых тел, выступая в роли поверхностно активного вещества (ПАВ). Явление активизации разрушения твердых тел в данном случае соответствует эффекту Ребиндера. Адсорбирующиеся молекулы полимера вызывают снижение поверхностной энергии твердого тела, что способствует облегчению его диспергирования [5]. Таким образом, интенсивность износа инструмента, как следствие разрушения инструментального материала в процессе резания, в значительной мере зависит от физико-химических процессов, протекающих на контактирующих площадках. При этом в контакт вступают ювенильные поверхности обрабатываемого и инструментального

материалов. Под действием высоких контактных давлений и температур идут процессы изменения свойств поверхностных слоев трущейся пары. В зоне контакта в результате деструкции полимера протекают вторичные химические реакции и образуется тончайшее третье тело, свойства которого определяются условиями процесса резания [2]. Третье тело представляет собой деструктурированный низкомолекулярный продукт, который находится в вязкотекучем состоянии. Представляя собой поверхностно-активное вещество (ПАВ), которое, мигрируя в микропоры и микротрещины на поверхности инструмента, оказывает расклинивающее действие, приводящее к отрыву микрочастиц инструментального материала.

Учитывая явление адсорбционного снижения прочности инструментального материала при обработке БИТП, следует отметить, что наряду с исходной твердостью инструмента, являющейся наиболее важным фактором при абразивном износе, в данном случае важным является состояние поверхностного слоя инструмента, т.е. отсутствие микродефектов и концентраторов напряжений в виде рисок, сколов, каверн, пор и т.п., что достигается тщательной доводкой рабочих поверхностей и качественным подбором инструментального материала.

Для наиболее полного раскрытия механизма износа режущего инструмента кроме физико-химических аспектов адсорбционного износа следует также учитывать фактор усталостного микроразрушения инструментального материала под действием циклических нагрузок в процессе резания, несмотря на низкую твердость обрабатываемого БИТП. Особенно характерно влияние таких нагрузок на износостойкость острозаточенного инструмента из сверхтвердых материалов (СТМ), так как их поликристаллы обладают низкой ударной прочностью, а БИТП – высоким уровнем ударной вязкости. Сочетание этих свойств может приводить к микроразрушениям режущей кромки в момент контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом. Исходя из этого, инструмент из СТМ целесообразно применять на чистовых операциях фрезерования, когда сечение срезаемого слоя являются наименьшими, а на обдирочных и черновых операциях применять доведенный инструмент из быстрорежущей стали или особомелкозернистого твердого сплава.

Как показали проведенные исследования, при механической обработке БИТП на основе ПС и ПММА на рабочих поверхностях инструмента отсутствуют ярко выраженные следы износа. Износ инструмента происходит за счет локального образования микроплощадок износа, что приводит к косвенному увеличению радиуса округления режущей кромки, как показано на рис. 2. Это справедливо как для быстрорежущей стали и твердого сплава, так и для сверхтвердых материалов.

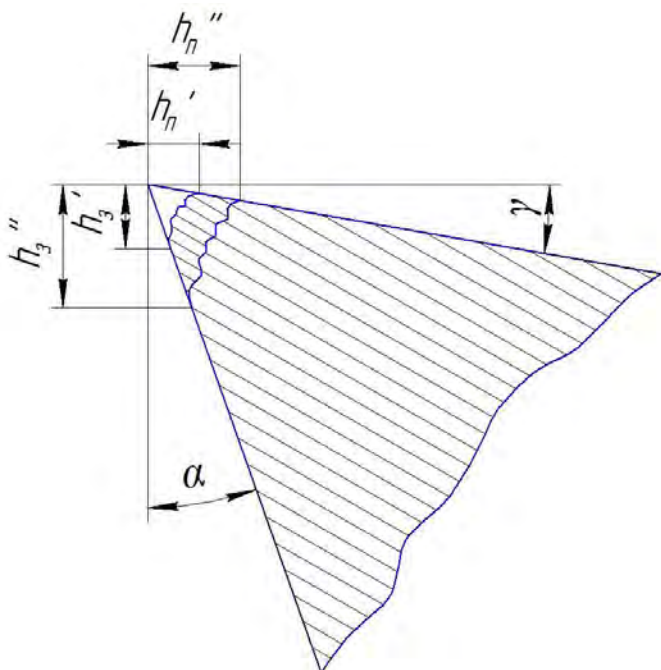


Рисунок 2 – Увеличение радиуса округления режущей кромки инструмента за счет образования площадки износа

Радиус округления режущих кромок контролировался с помощью монохромного профилографа WYKO RST-500. Режущая вставка при помощи трехповоротного штатива располагалась так, чтобы биссектриса угла заострения режущего клина совпадала с вертикалью к плоскости установки. Равные значения величины горизонтального и вертикального увеличения позволяли получать неискаженную 3D топограмму острия режущего клина.

Начальный радиус округления отобранных и доведенных режущих вставок находился в пределах: быстрорежущая сталь Р6М5 – $\rho = 1 \dots 3$ мкм; твердый оплав ВК60М – $\rho = 0,9 \dots 1,2$ мкм; сверхтвердый материал СКМ-Р – $\rho = 0,5 \dots 0,7$ мкм. Большое значение начального радиуса округления инструмента из твердого сплава объясняет высокий уровень дефектности и низкое качество обработки при использовании этого материала для механической обработки БИТП.

Следует отметить, что увеличение радиуса округления до значений $\rho = 1,8 \dots 2,5$ мкм приводит к резкому росту числа дефектов на обработанной по-

верхности БИТП. Таким образом, в качестве критерия затупления целесообразно применять технологический признак ухудшения качества обработки. При этом для обеспечения стабильности эксплуатационных свойств готовых изделий за счет наименьшей дефектности в соответствии с выбранными критериями оценки качества поверхностного слоя величина радиуса округления режущих кромок инструмента не должна превышать значение $\rho = 2,5$ мкм. Для выполнения вышеизложенного требования инструмент из быстрорежущей стали, рекомендуемый к использованию на черновых операциях фрезерования должен подвергаться принудительной смене и доводке по истечении 500 ... 600 минут непрерывной работы (или один раз в смену), а инструмент из СКМ-Р, используемый на чистовых операциях – по результатам визуального контроля за качеством обработки.

Период приработки в развитии износа, характерный для обработки широкого диапазона различных материалов, при обработке БИТП не выражен, что объясняется, видимо, особенностями адгезионно-усталостного характера износа.

Выводы:

1. Высказано предположение, что износ инструмента при лезвийной обработке БИТП происходит за счет образования площадки износа и локального увеличения радиуса округления главной режущей кромки.

2. Рассмотрена гипотеза протекания износа как хрупкого микроразрушения инструментального материала под воздействием адсорбционно-адгезионных факторов и факторов механического взаимодействия с обрабатываемым материалом.

3. В качестве критерия затупления режущего инструмента выбран технологический признак – ухудшение качества обработанной поверхности.

Список использованных источников: 1. Влияние состава СОТС при лезвийной механической обработке на стабильность эксплуатационных показателей биоинженерных полимерных изделий / Лавриненко С.Н., Лавриненко И.С. // Вісник СевНТУ. 36. наук. праць, Вип. 129/2012. – С. 114–118. 2. Гороховский Г.А. Поверхностное диспергирование динамически контактирующих полимеров и металлов. К.: Наукова думка, 1972. – 152с. 3. Гороховский Г.А. Полимеры в технологии обработки металлов. – К.: Наукова думка, 1975. – 224 с. 4. Костецкий Б.И. Надежность и долговечность машин. – К.: Техніка, 1975. – 404 с. 5. Лихтман В.И., Щукин Б.Д., Ребиндер П.А. Физико-химическая механика металлов. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 302 с.

Поступила в редколлегию 15.06.2012