

Влияние режущей керамики на формирование надмолекулярной структуры термопластов

Influence of cutting ceramics on the formation of the thermoplastics supramolecular structure

О.Ю. ЕРЕНКОВ

O.YU. ERENKOV

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия

Pacific State University, Khabarovsk, Russia

erenkov@list.ru

Рассмотрен вопрос эффективности токарной обработки термопластичных полимерных материалов режущей керамикой. Экспериментально установлен факт снижения значений силы резания при точении исследуемых термопластов инструментом из керамического материала КНТ16. Доказано экспериментально, что точение капролона и фторопласта с использованием режущей пластины из кермета КНТ16 приводит к формированию надмолекулярной структуры высокой степени однородности.

Ключевые слова: режущая керамика, кермет, термопласты, точение, сила резания, надмолекулярная структура, растровая электронная микроскопия

The question of the efficiency of turning processing of thermoplastic polymer materials with cutting ceramics is considered. The fact of a decrease in the values of the cutting force when turning the investigated thermoplastics with a tool made of ceramic material KNT16 was experimentally established. It has been experimentally proven that turning caprolon and fluoroplastic using a KNT16 cermet cutting insert leads to the formation of a supramolecular structure of a high degree of homogeneity.

Keywords: cutting ceramics, cermet, thermoplastics, turning, cutting force, supramolecular structure, scanning electron microscopy

DOI: 10.35164/0554-2901-2022-11-12-40-42

Введение

Фактом достижения высокого качества обработанной поверхности деталей из капролона и фторопласта после их токарной обработки режущим керамическим инструментом являются результаты исследований, представленных в работе [1]. Доказано экспериментальным путем, что обработанная керамическим инструментом поверхность деталей из термопластов имеет более низкую шероховатость по сравнению с вариантом точения инструментом вольфрамокобальтового сплава. При этом процесс стружкообразования сопровождается образованием непрерывной сливной стружки.

Процесс резания материалов характеризуется несколькими параметрами. Сила резания – главный параметр процесса резания, от величины которого зависят мощность резания, стойкость режущего инструмента, конструктивное исполнение токарного станка [2, 3].

С другой стороны, на эксплуатационные свойства деталей из термопластов в известной степени влияет состояние надмолекулярной структуры материала заготовки [4, 5], которая формируется в процессе обработки резанием. Таким образом, информация о величине силы резания при точении термопластов режущей керамикой и характере трансформации надмолекулярной структуры материалов в процессе их обработки режущим керамическим инструментом имеет научную и практическую значимость.

Целью данной работы является сравнительный анализ состояния надмолекулярной структуры термопластов после токарной обработки полимерных материалов режущими инструментами из различных материалов.

Методика экспериментальных исследований

Термопластичные материалы капролон В (ТУ 5.966-13411-93) и фторопласт-4 (ГОСТ 1007-80) были выбраны в качестве исследуемых. Оборудование, режимы резания, геометрические параметры режущей части инструмента были выбраны на основе рекомендаций [6].

Для контроля значений составляющей P_z силы резания во время точения заготовок использовали балочный датчик силы СВ1А-К3. Данный датчик монтируется под резцом. Числовые значения со-

ставляющей P_z силы резания отображаются на жидкокристаллическом экране индикатора DN-10 [6].

Исследования надмолекулярной структуры термопластов проводили методом растровой электронной микроскопии с применением сканирующего электронного микроскопа JSM-6460 (производство компании Jeol, Япония).

В работе проводились исследования теплофизических свойств образцов исследуемых полимерных материалов методом лазерной вспышки на установке Netzsch LFA-457 (Германия). При проведении измерений методом лазерной вспышки нижняя поверхность образца нагревается коротким лазерным импульсом, рис. 1. В результате происходит изменение температуры на верхней поверхности образца, которая регистрируется с помощью инфракрасного детектора. Чем выше теплопроводность образца, тем больше увеличение сигнала. Таким образом, фиксируется температуропроводность изучаемого образца. Как известно, температуропроводность характеризует скорость изменения (выравнивания) температуры вещества в неравновесных тепловых процессах.

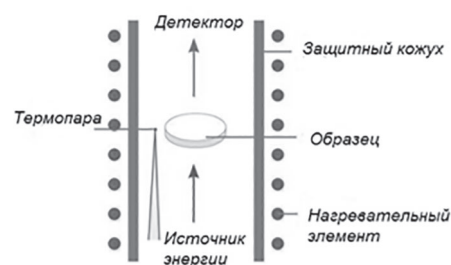


Рис. 1. Принципиальная схема метода измерения температуропроводности.

Знание температуропроводности крайне важно, так как без неё невозможно определить теплопроводность образца. Приведенные значения теплопроводности рассчитываются прибором автоматически исходя из полученных значений температуропроводности. Температуропроводность и теплопроводность являются высокочувствительными индикаторами структурных изменений твердых тел [7].

Результаты экспериментальных исследований и их анализ

Результаты исследования составляющей P_z силы резания при точении термопластов представлены в табл. 1. Анализ представленных данных позволяет сделать вывод о проявлении устойчивой тенденции снижения силы резания при точении термопластов пластиной из керамического сплава КНТ16. При этом имеет место снижение силы резания во всем диапазоне значений глубины резания. Эффект повышения силы резания с увеличением глубины резания объясняется увеличением объема деформированного материала при точении за счет увеличения длины контакта режущих кромок с обрабатываемым материалом [6].

Таблица 1. Результаты исследования составляющей P_z силы резания при точении термопластов.

Вариант токарной обработки	Составляющая P_z силы резания, Н					
	Глубина резания, мм					
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Точение капролона инструментом из твердого сплава ВК8	223	234	247	263	278	301
Точение капролона инструментом из кермета КНТ16	196	204	221	242	259	287
Точение фторопласта инструментом из твердого сплава ВК8	86	91	95	99	107	111
Точение фторопласта инструментом из кермета КНТ16	65	74	82	89	97	102

На рис. 2 представлены результаты исследования надмолекулярной структуры капролона. Сравнительный анализ представленных данных показывает, что надмолекулярная структура капролона после точения пластиной из вольфрамокобальтового сплава ВК8, рис. 2а, является неоднородной, сферолитной, так как состоит из сферолитов фибриллярного типа с выраженной анизотропией.

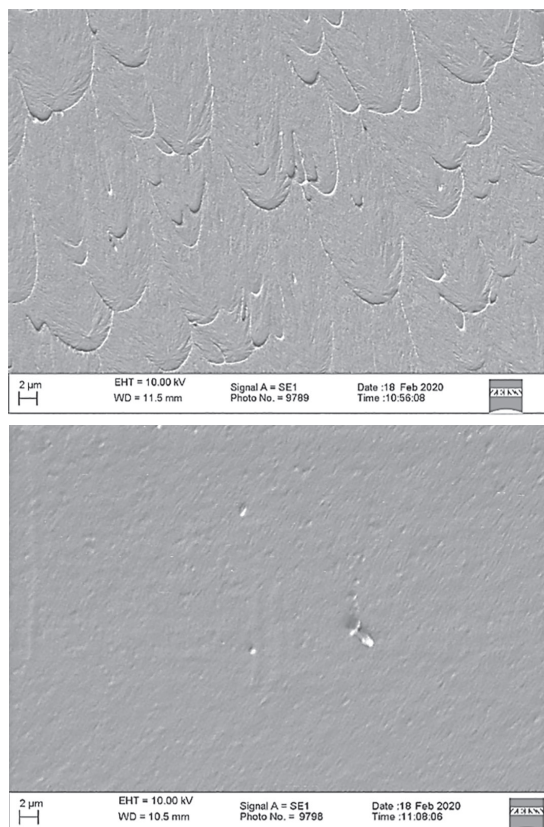


Рис. 2. Надмолекулярная структура капролона: а – точение пластиной из ВК8; б – точение пластиной из КНТ16.

При этом отчетливо проявляются межсферолитные границы – области, обогащенные низкомолекулярными фракциями, примесями, концами цепей и дефектами. Надмолекулярная структура

капролона после точения пластиной из кермета КНТ16 является сплошной фибриллярной, с минимально выраженной анизотропией полимерных цепей и пачек, из которых и состоят фибриллы.

На рис. 3 представлены результаты исследования надмолекулярной структуры фторопласта. Сравнительный анализ представленных данных показывает, что надмолекулярная структура фторопласта после точения пластиной из вольфрамокобальтового сплава ВК8, рис. 2а, аналогична структуре капролона – неоднородная, сферолитная, так как состоит из сферолитов фибриллярного типа с выраженной анизотропией.

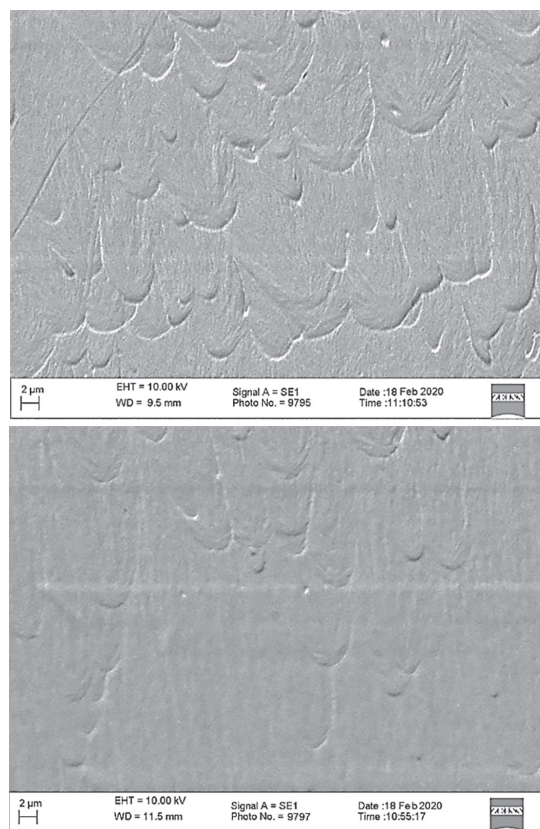


Рис. 3. Надмолекулярная структура фторопласта: а – точение; б – точение пластиной из КНТ16

Надмолекулярная структура фторопласта после точения пластиной из кермета КНТ16 является более однородной, сферолитной, с выраженной анизотропией, но размеры сферолитов меньше по сравнению с базовой НМС, и видна тенденция перехода от сферолитной структуры к фибриллярной. При этом межсферолитные границы практически размыты.

В таблице 2 приведены значения теплофизических параметров капролона и фторопласта в зависимости от вида инструментального материала режущей части инструмента при точении заготовок.

Таблица 2. Значения теплофизических свойств капролона и фторопласта.

Вариант токарной обработки	Температуропроводность, мм ² /с	Теплопроводность, Вт/мК
Точение капролона инструментом из твердого сплава ВК8	0,112	0,421
Точение капролона инструментом из кермета КНТ16	0,156	0,588
Точение фторопласта инструментом из твердого сплава ВК8	0,107	0,405
Точение фторопласта инструментом из кермета КНТ16	0,113	0,426

Анализ представленных данных позволяет сделать заключение о том, что в случае точения инструментом из керамического материала КНТ16 имеет место прирост значений теплофизических свойств капролона и фторопласта по сравнению со случаем точения инструментом из сплава ВК8.

Данные факты коррелируют с вышеприведенными результатами исследований надмолекулярной структуры методом растровой электронной микроскопии и являются подтверждением более

высокой степени однородности данных структур по сравнению с типами структур, полученных после точения исследуемых материалов инструментом из сплава ВК8.

Выводы

Таким образом, экспериментально доказано, что токарная обработка заготовок из капролона и фторопласта инструментом из керамического материала КНТ16 приводит к формированию надмолекулярной структуры высокой степени однородности. Об этом свидетельствуют результаты исследования надмолекулярной структуры термопластов методом растровой электронной микроскопии и результаты исследования теплофизических свойств методом лазерной вспышки. Наличие такой структуры позволяет обеспечивать стабильное распространение опережающей трещины вдоль линии резания при точении, что приводит к снижению шероховатости обработанной поверхности деталей из термопластов, как доказано результатами ранее проведенных исследований [1].

Экспериментально установлен факт снижения значений силы резания при точении исследуемых термопластов инструментом из керамического материала КНТ16. В свою очередь, эффект снижения силы резания, при прочих равных условиях, приводит к повышению скорости резания при точении и, соответственно, производительности всего процесса обработки, увеличению стойкости режущего инструмента.

Литература

1. Еренков О.Ю. Оценка эффективности точения капролона керамическим режущим инструментом/ О.Ю. Еренков, В.В. Куц, А.Г. Ивахненко// Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2017. №9. С. 47–48.
2. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов/ В.Н. Подураев. – М.: Высшая школа, 1974. 587 с.
3. Полетика М.Ф. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента/ М.Ф. Полетика. – М.: Машиностроение, 1969. 149 с.
4. Ратнер С.Б. Физическая механика пластмасс/ С.Б. Ратнер, В.П. Ярцев. – М.: Наука, 1982. 245 с.
5. Гуль В.Е. Структура и механические свойства полимеров/ В.Е. Гуль, В.Н. Кулезнев. – М.: Высшая школа, 1972. 320 с.
6. Еренков О.Ю. Комбинированные способы точения полимерных материалов: монография /О.Ю. Еренков. – Курск: Университетская книга, 2021. – 194 с.
7. Новиченок Л.Н. Теплофизические свойства полимеров/ Л.Н. Новиченок, З.П. Шульман. – Минск: Наука и техника, 1971. – 120 с.