

## Эффективность применения керамического инструмента при точении капролона

О.Ю. Еренков, С.А. Ковальчук

Тихоокеанский государственный университет, 680042, Хабаровск, ул.Тихоокеанская, 136, Россия  
e-mail: erenkov@list.ru

**Аннотация.** Цель исследования – сравнительный анализ токарной обработки капролона с применением сменных многогранных пластин, выполненных из различного материала, а именно: одна из вольфрамкобальтового сплава ВК8, другая из керамического материала – безвольфрамового твердого сплава КНТ16. Основу экспериментальной установки составляет лабораторно-исследовательский стенд STD.201-2, который применяется для исследования динамики технологической системы станок-приспособление – инструмент-заготовка и регистрации сил резания при токарной обработке. Функционально стенд состоит из головки-резцедержателя, интерфейсного блока, модуля подключения датчиков, персонального компьютера. Экспериментально доказано, что токарная обработка капролона как режущей пластиной из сплава ВК8, так и пластиной из керамического материала КНТ16 является стабильным процессом, о чем свидетельствуют незначительные изменения значений главной составляющей силы резания, однако диапазон изменений в случае точения керамической пластиной меньше по сравнению с вариантом точения пластиной из вольфрамкобальтового сплава для выбранных режимов обработки. Установлено экспериментально, что для обработки заготовок из капролона целесообразно применять сменные режущие пластины из керамического материала КНТ16, при этом при скорости резания 300 м/мин применение керамической пластины является более предпочтительным по сравнению с пластиной из твердого сплава ВК8, о чем свидетельствует тип полученной стружки.

Ключевые слова: капролон, точение, режущий инструмент, безвольфрамовый твердый сплав, сила резания, стружкообразование.

## The Effectiveness of a Ceramic Tool for Caprolon Turning

O.Yu. Erenkov, S.A. Kovalchuk

Pacific National University, 136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680042, Russia  
e-mail: erenkov@list.ru

**Abstract.** The aim of this study is a comparative analysis of turning caprolon with indexable inserts made from different materials, namely: one plate made from wolfram and cobalt alloy VK8, another from ceramic material tungsten free carbide KNT16. The basis of the experimental setup is a laboratory research stand STD.201-2, which is used to study a dynamics of a technological system machine-tool - tool - blank and registration of cutting forces during turning. Functionally the stand consists of a head-tool holder, an interface unit, module connecting sensors, PC. It is experimentally proved that turning caprolon as by a cutting plate from alloy VK8 and a plate of ceramic material KNT16 is a stable process as evidenced by the slight changes of values of the main component of a cutting force however the range of change in the case of turning with the ceramic plate is smaller in comparison with the option of turning by wolfram and cobalt alloy VK8 plate for the selected processing modes. It is experimentally established that for the machining of caprolon it is advisable to use interchangeable cutting inserts made from ceramic material KNT16, and at the cutting speed 300 m / min applying of the ceramic plate is preferred over the plate from VK8 carbide, as indicated by the type of received chips.

Key words: caprolon, turning, cutting tool, tungsten free alloy, cutting force, chip forming.

### Введение

Одним из технических решений, реализация которого позволит повысить качество изготовления изделий из полимерных композиционных материалов, а также понизить их себестоимость, является правильный выбор материала режущего инструмента и учет силовых параметров в процессе обработки. Традиционно для обработки ПКМ, в том числе и капролона, применяют инструменты на основе вольфрамокобальтовых, так называемых «твердых» сплавов типа ВК6 и ВК8. В настоящее время для обработки металлических материалов и сплавов резанием активно применяется режущий керамический инструмент [1, 2]. Режущая керамика характеризуется высокой твердостью, в том числе при нагреве, износостойкостью, химической инертностью к большинству металлов в процессе резания. По комплексу этих свойств керамика существенно превосходит традиционные режущие материалы – быстрорежущие стали и твердые сплавы [3–5].

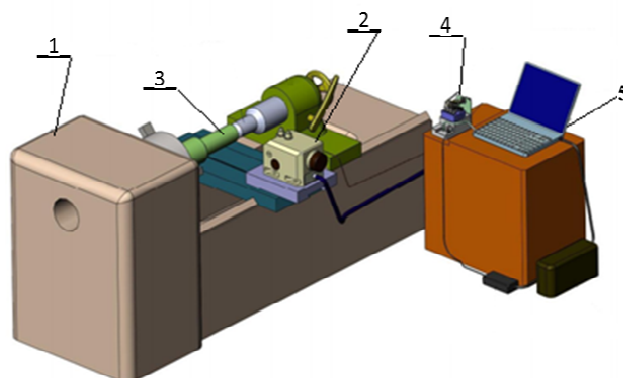
В данной работе целью исследования является сравнительный анализ токарной обработки капролона с применением сменных многогранных пластин, выполненных из различного материала.

Научная новизна работы заключается в полученных результатах, доказывающих возможность и целесообразность применения керамического инструмента на основе карбонитрида титана с добавками никеля и молибдена для токарной обработки капролона, о чем свидетельствуют значения колебания силы резания и характера стружкообразования.

### Материалы и методика

В качестве исследуемого материала был выбран капролон – конструкционный полимер, широко используемый в машиностроении благодаря своим антифрикционным свойствам, износостойкости, высокой механической прочности и хорошей способностью к обработке резанием.

На рис. 1 представлена схема экспериментальной установки. Основу экспериментальной установки составляет лабораторно-исследовательский стенд STD.201-2, который применяется для исследования динамики технологической системы станок-приспособление – инструмент-заготовка и регистрации сил резания при токарной обработке. Функционально стенд состоит из головки-резцедержателя, интерфейсного блока, модуля подключения датчиков, персонального компьютера. Диапазон измерений динамических нагрузок лабораторного стенда STD.201-2 от 0 до 14710 Н. Для сравнительного анализа процесса токарной обработки была выбрана



**Рис.1.** Экспериментальная установка: 1 – токарный станок; 2 – головка резцедержателя; 3 – заготовка; 4 – интерфейсный блок; 5 – персональный компьютер

наиболее важная составляющая силы резания  $P_z$ , от которой зависит качество и производительность процесса точения [6].

Для токарной обработки применяли сборные резцы, которые оснащались сменными многогранными пластинами, выполненными из разных инструментальных материалов, а именно: одна из вольфрамокобальтового сплава ВК8, другая из керамического материала – безвольфрамового твердого сплава КНТ16. Сплав КНТ16 производится ООО «Вириал» (Россия, г. Санкт-Петербург) и имеет следующий химический состав: карбонитрид титана – 74 %, никель – 19,5 %, молибден – 6,5 %.

Выбранные пластины применяют для точения труднообрабатываемых материалов, к которым относятся и ПКМ, включая капролон. Режимы резания и геометрические параметры для данных пластин были выбраны исходя из рекомендаций [6]. Исследование структуры стружки капролона, полученной при разных вариантах токарной обработки, проводилось на электронном микроскопе Primo Star. Таким образом, экспериментальные исследования содержали следующие виды научной работы: точение заготовки исследуемыми пластинами при выбранных режимах резания, регистрация силы резания, отбор стружки и исследования ее структуры, анализ полученных результатов.

### Результаты и обсуждение

На рис. 2 в графическом виде представлены данные экспериментальных исследований по токарной обработке заготовок из капролона твердосплавными пластинами ВК8 и КНТ16. Анализ полученных данных позволяет сделать заключение о том, что для всех вариантов точения изменение силы резания  $P_z$  имеет место в незначительных интервалах.

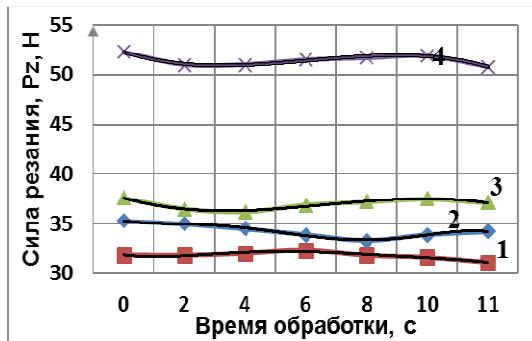


Рис. 2. Сила резания при токарной обработке капролона  $P_z$ : 1 – пластина КНТ16,  $V=160$  м/мин; 2 – пластина ВК8,  $V=160$  м/мин; 3 – пластина ВК8,  $V=300$  м/мин; 4 – пластина КНТ16,  $V=300$  м/мин

В таблице сведены максимальные и минимальные значения силы резания  $P_z$  для исследуемых вариантов обработки. Как следует из данных, общий интервал изменения значений силы резания  $P_z$  составляет 2,6–5,7 %, что позволяет с уверенностью заявить о стабильности процесса точения заготовок из капролона выбранными пластинами при вышеописанных параметрах резания. Стабильность процесса точения, в свою очередь, является убедительным подтверждением получения высокого качества обработанной поверхности детали [7].

Самые высокие значения силы резания  $P_z$  наблюдаются в случае точения капролона керамической режущей пластиной при скорости резания 300 м/мин. Такой эффект можно объяснить тем, что с повышением скорости от 160 до 300 м/мин резания происходит повышение температуры в его зоне [8]. Безвольфрамовый твердый сплав КНТ16 имеет более низкую теплопроводность по сравнению с твердым сплавом ВК8, в связи с чем тепловая нагрузка, вызванная повышением температуры в зоне резания, аккумулируется, в основном, в поверхностном слое материала заготовки. Материал становится более вязким и его разрушение происходит путем развития пластической деформации. При этом, соответственно, возрастает удельная работа резания, затрачиваемая на отделение срезаемого слоя и образование стружки, которое осуществляется касательными напряжениями, что и является причиной повышения силы резания  $P_z$ .

Значения силы резания при точении капролона

Материал режущей пластины	Скорость резания, $V$ , м/мин	Сила резания $P_z$ , Н	
		минимальное значение	максимальное значение
ВК8	160	33,3	35,3
	300	36,2	37,2
КНТ16	160	50,6	51,9
	300	31,3	32,3

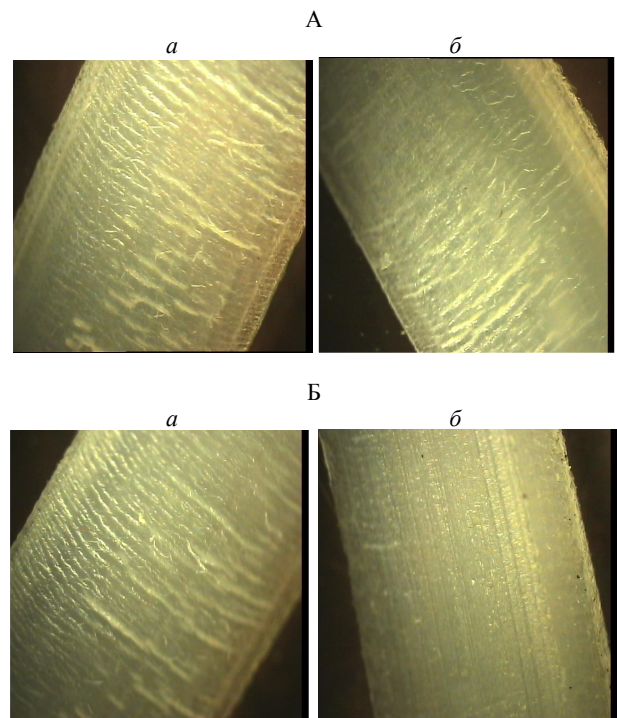


Рис. 3. Стружка капролона, полученная при точении пластиной при скоростях резания 150 м/мин (А) и 300 м/мин (Б): а – пластина из сплава ВК8; б – пластина из сплава КНТ16

Такое предположение подтверждается электронными микрофотографиями стружек капролона (рис. 3). Анализ микрофотографий стружки показал, что характер стружкообразования при токарной обработке капролона с указанными скоростями для обеих пластин практически аналогичный. Об этом свидетельствует факт образования одного типа стружки – непрерывная скалывания, характер регулярности распределения сдвиговых элементов и их геометрические параметры. Исключение составляет вариант точения капролона пластиной из сплава КНТ16 при скорости 300 м/мин. Сдвиговые элементы стружки имеют настолько незначительные геометрические параметры, что стружку уверенно можно отнести к непрерывной сливной. Образование непрерывной сливной стружки при точении свидетельствует также о стабильности процесса резания и обеспечении высокого качества обработанной поверхности детали [6].

### Заключение

Таким образом, на основании результатов проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- экспериментально доказано, что токарная обработка капролона как режущей пластиной из сплава ВК8, так и пластиной из керамического материала КНТ16 является стабильным процес-

сом, о чем свидетельствуют незначительные изменения значений главной составляющей силы резания, однако диапазон изменений в случае точения керамической пластиной меньше по сравнению с вариантом точения пластиной из вольфрамокобальтового сплава для выбранных режимов обработки;

- экспериментально установлено, что для обработки заготовок из капролона целесообразно применять сменные режущие пластины из керамического материала КНТ16, при этом при скорости резания 300 м/мин применение керамической пластины является более предпочтительным по сравнению с пластиной из твердого сплава ВК8, о чем свидетельствует тип полученной стружки;

- применение режущих пластин для токарной обработки полимерных материалов позволяет расширить номенклатуру используемых инструментов и повысить эффективность токарной обработки в целом.

#### Литература

1. Арзамасов Б.Н. Материаловедение: Учебник для студентов вузов / Б.Н. Арзамасов и др. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 734 с.
2. Klocke F. Manufacturing Processes 1: Cutting – Berlin: Springer-Verlag, 2011. 504 p.
3. Верещака А.С. Резание материалов: Учебник для студентов вузов / А.С. Верещака, В.С. Кушнер. М.: Высшая школа, 2009. 536 с.
4. Smith G. Cutting Tool Technology: Industrial Handbook – London: Springer-Verlag London Limited, 2008. 559 p.
5. Davim P. Machining of Hard Materials – London: Springer-Verlag London Limited, 2011. 211 p.
6. Еренков О.Ю. Обработка полимерных материалов резанием на основе обеспечения стабильности технологической системы и предварительных внешних воздействий на заготовки / О.Ю. Еренков, А.Г. Ивахненко, Хосен Ри, А.В. Гаврилова. Владивосток: Дальнаука, 2011. 270 с.
7. Ивахненко А.Г. Методология структурно-параметрического синтеза металлорежущих систем / А.Г. Ивахненко, В.В. Куц, О.Ю. Еренков, А.В. Олейник, М.Ю. Сариков. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. 282 с.
8. Еренков О.Ю. Комбинированные способы токарной обработки полимерных композиционных материалов. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. 277 с.

Поступила в редакцию 21.02.2017