

Новый комбинированный способ токарной обработки термопластичных материалов

New combined method of the thermoplastics turning

О.Ю. ЕРЕНКОВ, Е.В. ЯВОРСКАЯ

O.YU. ERENKOV, E.V. YAVORSKAYA

Тихоокеанский государственный университет, Россия, Хабаровск

Pacific State University, Khabarovsk, Russia

erenkov@list.ru

В статье представлены результаты экспериментальных исследований токарной обработки термопластов с применением опережающего вакуумирования поверхности заготовки. Экспериментально доказано, что точение термопластов с опережающим вакуумированием поверхности заготовок повышает качество обработки поверхности детали по сравнению с традиционным способом точения.

Ключевые слова: точение, термопласт, вакуумирование, шероховатость, стружкообразование

The article presents the results of experimental studies of thermoplastic turning with the use of advancing vacuum treatment of the work piece surface. It has been experimentally proven that turning thermoplastics with advancing vacuum treatment of the surface of the work pieces leads to a better machined surface of the part in comparison with the traditional turning method.

Keywords: turning, thermoplastic, evacuation, roughness, chip formation

DOI: 10.35164/0554-2901-2021-9-10-42-44

Как известно [1], комбинированные способы токарной обработки конструкционных материалов используют для снятия заданного слоя материала несколькими одновременными или последовательными энергетическими воздействиями различной природы. Комбинированные способы точения значительно повышают производительность и точность обработки, увеличивают стойкость инструмента по сравнению с отдельными индивидуальными способами. Помимо этого, в ряде случаев освоение комбинированных способов токарной обработки позволяет достигнуть новых технических эффектов, определяющих значительное увеличение прочностных, износостойких и других эксплуатационных параметров деталей.

В настоящее время разработаны и исследованы [2] многочисленные комбинированные способы токарной обработки полимерных материалов. Техническая сущность данных способов заключается в направленном изменении свойств обрабатываемого материала путем применения предварительных внешних (механических, термомеханических, химических, физико-технических) воздействий на материал заготовки с целью обеспечения благоприятных условий для получения обработанной поверхности детали высокой точности и качества.

Цель данной работы – экспериментальная проверка эффективности нового комбинированного способа токарной обработки термопластичных полимерных материалов, основанного на применении опережающего вакуумирования заготовок.

Описание нового способ токарной обработки

Технической сущностью нового [3] комбинированного способа токарной обработки термопластичных материалов является реализация операции опережающего вакуумирования внешней поверхности заготовки перед операцией точения.

Способ реализуется следующим образом (рис. 1). На заготовку 1 из термопластичного материала, закрепленную в патроне 2 токарного станка, устанавливают отсасывающую насадку 3, соединенную с источником вакуума, например, вакуумным насосом (на рис. 1 не показан). Рабочие поверхности насадки 3 образуют герметичный контакт с поверхностью заготовки 1. Затем насадке 3 сообщают поступательное движение, при котором производят вакуумирование поверхности заготовки 1, и одновременно производят токарную обработку заготовки 1 режущим инструментом 4 с образованием стружки.

В структуре термопластичных материалов имеются поверхностные и внутренние микротрещины, обусловленные спецификой технологии получения данных материалов [4, 5]. По этим трещинам происходит диффузия влаги в полимер из окружающей среды. Наличие влаги в структуре полимерного материала приводит к снижению степени межмолекулярного взаимодействия, и, следовательно, к снижению комплекса физико-механических свойств. При точении происходит сжатие материала заготовки 1 под действием резца 2. Это является причиной развития новых и распространения имеющихся внутренних микротрещин за счет вынужденной диффузии влаги, что является причиной снижения качественных показателей обработанной точением поверхности.

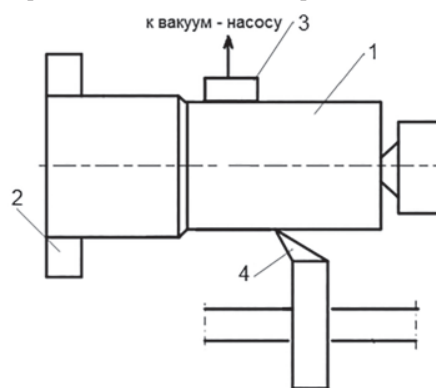


Рис. 1. Схема реализации способа токарной обработки.

Применение операции опережающего вакуумирования поверхности заготовки 1 из термопластичных полимерных материалов позволяет удалить свободную и связанную влагу, находящуюся внутри заготовки 1, непосредственно перед резанием и тем самым предотвратить процесс образования и развития микротрещин в структуре обрабатываемого материала, что является необходимым условием для получения конечного изделия с повышенными физико-механическими свойствами и параметрами качества обработанной поверхности.

Методика экспериментальных исследований

В качестве исследуемого материала выбраны капролон В (ТУ 5.966-13411-93), фторопласт-4 (ГОСТ 1007-80) – термопластичные полимерные материалы, из которых изготавливаются многочис-

ленные и разнообразные детали различного служебного назначения для нужд химического и нефтегазового машиностроения.

Точение проводили на токарном патронно-центровом станке с ЧПУ модели РТ755Ф311. Рациональные значения основных параметров процесса резания, материал и геометрия режущей части инструмента были выбраны на основе ранее проведенных исследований [2].

Шероховатость обработанной поверхности контролировали при помощи профилометра TR 200. В работе определялись наиболее значимые параметры шероховатости в соответствии с ГОСТ 2789-73 и международным стандартом ISO 4288-2014.

В работе производили исследование стружки, полученной при точении заготовок из капролона и фторопласта, с использованием электронного микроскопа Primo Star.

Для создания вакуума в отсасывающей насадке применялся вакуумный водоструйный насос Water-pump 3A, который применяется для перегонки, фильтрования под вакуумом, упаривания, осушения, сублимации и других физико-химических процессов. При проведении экспериментов величина вакуума поддерживалась равной 105 Па.

Для исследования теплофизических свойств образцов использовалась установка Netzsch LFA-457 (Германия), принцип действия которой основан на методе лазерной вспышки. При проведении измерений методом лазерной вспышки нижняя поверхность образца нагревается коротким лазерным импульсом. 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 теплопроводность изучаемого образца. Как известно [6], теплопроводность характеризует скорость изменения (выравнивания) температуры вещества в неравновесных тепловых процессах. Знание теплопроводности крайне важно, так как без неё невозможно определить теплопроводность образца. Приведенные значения теплопроводности рассчитываются прибором автоматически исходя из полученных значений теплопроводности.

Результаты экспериментальных исследований

Качество обработанной поверхности оценивали по значениям параметров шероховатости. Номенклатура и характеристика параметров шероховатости подробно изложены в работе [2].

В таблице 1 приведены значения параметров шероховатости поверхности деталей из полимерных материалов после токарной обработки.

Проведем анализ основных параметров шероховатости для каждого исследуемого материала.

Материал заготовки капролон. Анализ значений параметров R_a , R_z и R_{max} показывает эффективность применения предварительного вакуумирования заготовок: при этом параметр R_a снижается в 1,37 раза, параметр R_z – в 2,47 раза, параметр R_{max} – в 1,83 раза.

Материал заготовки фторопласт. Анализ значений параметров R_a , R_z и R_{max} показывает эффективность применения предварительного вакуумирования заготовок: при этом параметр R_a снижается в 1,29 раза, параметр R_z – в 1,56 раза, параметр R_{max} – в 1,63 раза.

Таблица 1. Параметры шероховатости обработанной точением поверхности.

Материал	Вид обработки	Параметры шероховатости, мкм						
		R_a	R_z	R_{max}	R_p	R_v	S_m	R_{sk}
Капролон	Точение после вакуумирования	5,59	9,18	19,62	7,39	11,60	1,28	-0,11
	Точение обычное	7,6	22,72	35,97	14,02	21,95	0,34	0,27
Фторопласт	Точение после вакуумирования	6,74	12,94	23,16	9,78	12,30	0,33	-0,09
	Точение обычное	8,70	20,20	37,90	14,80	23,10	0,20	-0,13

Таблица 2. Значения теплофизических параметров термопластов.

Контролируемый параметр	Материал и вид токарной обработки			
	Капролон		Фторопласт	
	Обычное точение	Точение после вакуумирования заготовки	Обычное точение	Точение после вакуумирования заготовки
Теплопроводность, мм ² /с	0,1	0,116	0,072	0,084
Теплопроводность, Вт/м*К	0,381	0,434	0,271	0,317

Значения остальных геометрических параметров шероховатости обработанной поверхности исследуемых материалов (таблица 1) также подтверждают тот факт, что применение предварительного вакуумирования заготовок обеспечивает снижение уровня шероховатости обработанной поверхности.

Микрофотографии стружек капролона и фторопласта, полученные при различных условиях точения (рис. 2, 3), являются экспериментальным подтверждением вышеизложенного.

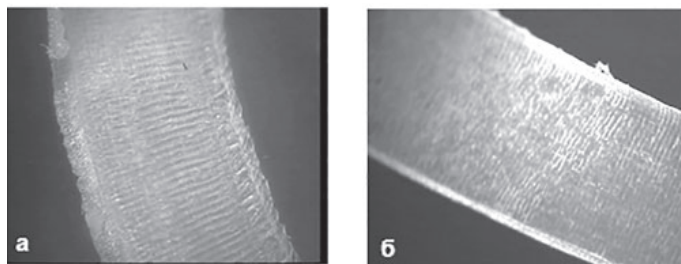


Рис. 2. Микрофотографии стружки капролона: а – традиционное точение; б – точение после опережающего вакуумирования заготовки.

Традиционное точение заготовок из исследуемых термопластов сопровождается образованием стружки, которую можно классифицировать как непрерывную сливную, рис. 2а и 3а. При точении заготовок из исследуемых термопластов после их опережающего вакуумирования также образуется непрерывная сливная стружка, рис. 1б и 2б, но размеры отдельных сдвиговых элементов, формирующих данную стружку, меньше по сравнению со стружкой, формирующейся при обычном точении.

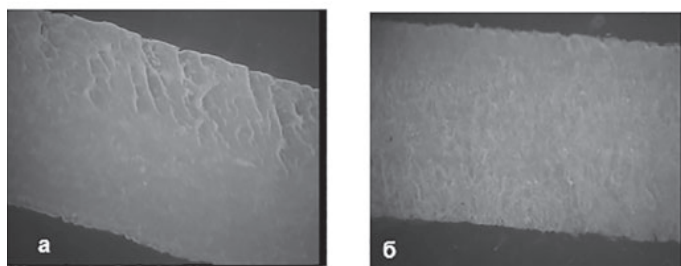


Рис. 3. Микрофотографии стружки фторопласта: а – традиционное точение; б – точение после опережающего вакуумирования заготовки.

Образование сливной стружки с меньшими размерами сдвиговых элементов свидетельствует о более стабильном состоянии технологической системы при обработке термопластов точением и, соответственно, приводит к снижению шероховатости обработанной поверхности [2].

В таблице 2 приведены результаты исследования теплофизических свойств исследуемых термопластов для различных вариантов токарной обработки. Анализ представленных данных позволяет сделать заключение о том, что опережающее вакуумирование заготовок исследуемых термопластов позволяет впоследствии получить поверхность с несколько повышенными значениями теплофизических параметров, что хорошо согласуется с вышеприведенными результатами. Теплопроводность и теплопроводность являются высокочувствительными индикаторами

структурных изменений полимерных материалов и напрямую зависят от их плотности, пористости, структуры и формы пор, температуры, влажности, фазового состава влаги и других факторов [6].

Выводы

Применение операции опережающего вакуумирования поверхности заготовки из термопластичных полимерных материалов позволяет удалить свободную и связанную влагу, находящуюся внутри заготовки, непосредственно перед резанием, тем самым предотвратить процесс образования и развития микротрещин в структуре обрабатываемого материала, что является необходимым условием для получения конечного изделия с повышенными физико-механическими свойствами и параметрами качества обработанной поверхности.

Разработан и запатентован новый способ токарной обработки заготовок из термопластов, техническая сущность которого заключается в реализации опережающего вакуумирования поверхности заготовки с целью предупреждения развития и распространения микротрещин в структуре материала.

Экспериментально доказано, что точение термопластов с опережающим вакуумированием поверхности заготовок приводит к получению более качественной обработанной поверхности детали по сравнению с традиционным способом точения. Об этом свидетельствуют значения параметров шероховатости и характер процесса стружкообразования.

Литература

1. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1974, с. 574. <https://booktech.ru/books/mechanicheskaya-obrabotka/9117-rezanie-trudnoobrabatyvaemyh-materialov-1974-v-n-poduraev.html>.
2. Еренков О. Ю. Комбинированные способы точения полимерных материалов /О. Ю. Еренков. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2021. – 193 с. https://portal.pnu.edu.ru/togudb_storage/nir/book/id_2253/2021-erenkov-monografiya.pdf
3. Патент № 2722543 РФ (51) МПК В 29 С 37/00. Способ токарной обработки термопластичных полимерных материалов / О.Ю. Еренков, Д.О. Яворский, А.М. Каленский. Заявл. 19.11.2019. Опубл.01.06.2020. Бюл. № 16. https://i.moscow/patents/RU2722543C1_20200601
4. Карташов Э.М., Цой Б., Шевелев В.В. Структурно-статистическая кинетика разрушения полимеров. – М.: Химия, 2002. – 736 с. <https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=ru&blang=ru&page=Book&id=11959>
5. Бартечев Г.М. Прочность и механизм разрушения полимеров/ Г.М. Бартечев. – М.: Химия, 1984. – 223 с. https://www.studmed.ru/bartenev-gm-prochnost-i-mehanizm-razrusheniya-polimerov_fe126e7d358.html
6. Новиченок Л.Н., Шульман З.П. Теплофизические свойства полимеров. – Минск: Наука и техника, 1971. – 120 с.
7. http://thermalinfo.ru/Sets/bibl_files/novichenok-shulman-teplofizicheskie-svojstva-polimerov.pdf