МАШИНОСТРОЕНИЕ
MECHANICAL ENGINEERING

Еренков О. Ю., Кравченко Е. Г., Верещагина А. С.
O. Yu. Erenkov, E. G. Kravchenko, A. S. Vereshchagina

**ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПОСЛЕ ТОЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК, ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБОТАННЫХ
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

**THE STUDY OF POLYMERIC MATERIALS ROUGHNESS AFTER WORKPIECES
TURNING PRE-TREATED WITH SURFACTANTS**

Еренков Олег Юрьевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: erenkov@list.ru.

Mr. Erenkov Oleg Uryevich – Doctor of Technical Sciences, professor of mechanical engineering, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: erenkov@list.ru.

Кравченко Елена Геннадьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: ek74@list.ru.

Ms. Elena G. Kravchenko – PhD in Engineering, Assistant Professor, Department of mechanical engineering, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: ek74@list.ru.

Верещагина Александра Сергеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: osa321@gmail.com.

Ms. Alexandra S. Vereshchagina – PhD in Engineering, Assistant Professor, Department of mechanical engineering, Komsomolsk-on-Amur State Technical University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: osa321@gmail.com.

Аннотация. В данной статье представлены результаты экспериментальных исследований шероховатости поверхности после токарной обработки полимерных материалов, подвергнутых предварительной обработке поверхностно-активными веществами (ПАВ). Результаты экспериментов показали, что предварительная обработка заготовок ПАВ обеспечивает повышение качества поверхности после точения. Об этом свидетельствует снижение параметров шероховатости в 2,0 – 4,5 раза, при этом минимальная шероховатость достигается при глубине резания, равной 1,00 – 1,15 от глубины проникновения ПАВ в материал.

Summary. This paper presents the experimental results of surface quality after turning polymeric materials pretreated with surfactants. It was experimentally proved that preparative treatment of work material with surfactants provides upgrading of the surface after turning. This is evidenced by a roughness decrease from twofold to four and a half-fold, with a minimum roughness achieved at cutting depth equal to 1,00 – 1,15 from surfactant penetration depth into the material.

Ключевые слова: полимерные материалы, поверхностно-активные вещества, точение, шероховатость.

Key words: polymeric materials, surfactants, turning, roughness.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (госзадание, наука), проект № 3767.

УДК 621.91.01

Введение

При обработке конструкционных материалов резанием широкое применение нашли комбинированные методы обработки. При воздействии на поверхность обрабатываемого изделия источниками энергии или агрессивной средой, вступающей в химическое взаимодействие с материалом заготовки, увеличивается стойкость режущего инструмента, повышаются производительность и качество обработки [1; 2; 3].

На основе анализа полученных экспериментальных данных [2] был разработан новый способ механической обработки полимерных материалов [4]. Сущность метода – снижение сопротивления разрушению поверхностного слоя заготовки в зоне резания путем предварительной обработки материала поверхностно-активными веществами. Наличие поверхностного слоя материала постоянной глубины и степени разупрочнения является предпосылкой улучшения качества обработанной поверхности после механической обработки заготовки за счет стабильности распространения магистральной трещины.

Цель работы – экспериментальное исследование шероховатости поверхности после токарной обработки полимерных материалов, подвергнутых предварительной обработке ПАВ.

Методика эксперимента

Исследуемые материалы – капролон В (ТУ 5.966-13411-93) и текстолит ПТК (ГОСТ 5-78), относящиеся к разным группам полимерных материалов (термопластам и реактопластам), широко применяющимся во многих промышленных отраслях.

Оборудование, на котором осуществлялась токарная обработка экспериментальных образцов, – универсальный токарно-винторезный станок модели 16К20Ф3С47. Параметры резания (скорости и подачи), геометрия и материал режущего инструмента приняты на основе ранее проведенных исследований [2; 3] и поддерживались постоянными в течение данной серии экспериментов. Качество обработанной поверхности оценивалось по значениям такого параметра шероховатости, как среднее арифметическое отклонение профиля R_a [3].

Выбор ПАВ учитывал растворимость различных полимеров в агрессивных средах и основывался на рекомендациях, приведенных в специальной литературе [5]. Образцы из капролона подвергались обработке в ацетоне, а из текстолита – в толуоле. Для расчета продолжительности обработки заготовок ПАВ использовалась методика, указанная в соответствующих источниках [6; 7]. Результаты расчета представлены на рис. 1. Для обеспечения расчетной глубины проникновения ПАВ $t_n = 2$ мм продолжительность обработки составляла 4 ч для заготовок из капролона и 7,4 ч для заготовок из текстолита.

Обсуждение результатов экспериментальных исследований

На рис. 2, 3 представлены профилограммы обработанных точением поверхностей деталей из капролона и текстолита соответственно. Глубина резания в данной серии экспериментов составляла 2 мм. Визуальное исследование профилограмм позволяет сделать вывод, что предварительная обработка ПАВ заготовок из капролона и текстолита способствует образованию более качественной обработанной точением поверхности. Более детальная оценка шероховатости обработанных поверхностей производилась на основе значений комплекса геометрических параметров [3], сведенных в табл. 1.

Рис. 1. Глубина проникновения ПАВ:
1 – в капролон; 2 – в текстолит

Рис. 2. Профилограммы поверхностей деталей из капролона:
а – точение; б – точение после предварительной обработки ПАВ

Рис. 3. Профилограммы поверхностей деталей из текстолита:
а – точение; б – точение после предварительной обработки ПАВ

Анализ параметров шероховатости, представленный в табл. 1, подтверждает, что предварительная обработка заготовок выбранными ПАВ обеспечивает повышение качества обработанной точением поверхности. Об этом свидетельствует снижение значений параметров шероховатости от 1,8 до 4,5 раз для всех исследуемых материалов.

Таблица 1

Результаты исследования шероховатости поверхности с учетом предварительной обработки ПАВ (глубина резания $t_p = 2$ мм)

Материал	Вид обработки	Параметры шероховатости, мкм						
		R_a	R_z	R_{max}	R_p	R_m	S_m	S_k
Капрон	Обработка ПАВ и точение	4,39	11,6	15,2	7,6	5,89	0,88	-0,17
	Точение	7,6	22,72	35,97	14,02	21,95	0,33	0,27
Текстолит	Обработка ПАВ и точение	4,88	21,16	28,80	12,36	8,22	0,15	-0,18
	Точение	10,0	40,53	48,43	26,27	22,16	0,21	0,56

При токарной обработке полимерных материалов на качество обработанной поверхности оказывает влияние глубина резания. В этой связи проводились исследования шероховатости обработанной поверхности капрона и текстолита в зависимости от глубины реза-

ния (рис. 4). Оценку шероховатости проводили по значениям среднеарифметического отклонения профиля R_a . Глубина резания t_p варьировалась от 1,5 до 2,6 мм. Анализ графических зависимостей показывает, что распределение параметра R_a обработанной поверхности капролона (линия 1) и текстолита (линия 2) происходит довольно неравномерно.

Рис. 4. Влияние глубины резания на шероховатость обработанной поверхности:
1 – капролон; 2 – текстолит

При глубине резания $t_p < t_n$ ($t_n = 2$ мм) шероховатость обработанной поверхности выше, чем шероховатость исходного образца. Благодаря действию ПАВ образуется большое количество внешних и внутренних дефектов в виде трещин и микротрещин. В результате поверхностный слой материала заготовки охрупчивается. Минимальная шероховатость при прочих равных условиях достигается при глубине резания $t_p = (1,00 - 1,15) \cdot t_n$.

Такой факт можно объяснить следующим образом. Важной особенностью кристаллических полимеров является то, что они состоят не только из кристаллических, но и аморфных областей. При этом представление о структуре кристаллического полимера как о совокупности четко разделённых фаз – идеализация, между кристаллическими и аморфными областями имеются участки с промежуточной степенью упорядочения, т.е. нет четкой границы между кристаллитами и аморфными областями, поскольку одна макромолекула может находиться в нескольких кристаллитах, проходя при этом через несколько аморфных областей [8]. В этой связи можно утверждать, что четкой границы между обработанной и необработанной ПАВ частями материала не существует, а имеет место переходной слой, распространяющийся на глубину, несколько превышающую значение глубины проникновения t_n . Благодаря ПАВ переходной слой имеет такую структуру материала, в которой часть химических и межмолекулярных связей разрушена, а другая часть ослаблена. Поэтому при последующем точении облегчается процесс деформирования срезаемого слоя, уменьшается работа, необходимая для образования новых поверхностей, и снижается сопротивление резанию. Все

это обеспечивает более стабильное распространение магистральной трещины впереди режущего клина вдоль линии среза и, следовательно, снижение уровня шероховатости обработанной поверхности.

При дальнейшем увеличении глубины резания t_p шероховатость резко возрастает до уровня шероховатости поверхности, обработанной точением без применения ПАВ, и остается практически постоянной.

Вывод

Экспериментально доказано, что предварительная обработка заготовок ПАВ обеспечивает повышение качества шероховатости поверхности, обработанной впоследствии точением. Об этом свидетельствует снижение параметров шероховатости от 2,0 до 4,5 раз. В этом случае минимальная шероховатость достигается (при прочих равных условиях) при глубине резания, равной 1,00 – 1,15 от глубины проникновения ПАВ в материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подураев, В. Н. Резание труднообрабатываемых материалов: учеб. пособие для вузов / В. Н. Подураев. – М.: Машиностроение, 1974. – 430 с.
2. Еренков, О. Ю. Новые комбинированные способы обработки полимерных материалов резанием на основе предварительных физико-химических и механических воздействий / О. Ю. Еренков, А. Г. Ивахненко, Хосен Ри. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 219 с.
3. Обработка полимерных материалов резанием на основе обеспечения стабильности технологической системы и предварительных внешних воздействий на заготовки / О. Ю. Еренков [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 270 с.
4. Пат. 2494865 Российская Федерация, (51) МПК В 29 С 37/00. Способ обработки заготовок из пластмасс / Еренков О. Ю., Богачев А. П., Еренков С. О.; заявитель и патентообладатель Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т. – № 2012139273; заявл. 12.09.12; опубл. 10.10.13. Бюл. № 28.
5. Зуев, Ю. С. Разрушение полимеров под воздействием агрессивных сред / Ю. С. Зуев. – М.: Химия, 1972. – 229 с.
6. Расчет диффузионных параметров взаимодействия агрессивной среды с полимерными материалами / О. Ю. Еренков [и др.] // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2009. – № 8. – С. 42-45.
7. Erenkov, O. Yu. Calculating diffusion parameters for a corrosive medium acting on polymer materials / O. Yu. Erenkov, E. A. Myasnikov, E. G. Kalita, R. S. Mazin // Chemical and Petroleum Engineering. – 2009. – Т. 45. – Р. 505-512.
8. Карташов, Э. М. Структурно-статистическая кинетика разрушения полимеров / Э. М. Карташов, Б. Цой, В. В. Шевелев. – М.: Химия, 2002. – 736 с.