

На правах рукописи

КОМЯЛОВА Елена Валерьевна

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ
КАПРОЛОНА ПУТЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Специальность 05.03.01 – Технологии и оборудование механической и
физико-технической обработки

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Комсомольск – на – Амуре – 2005

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Тихоокеанский государственный университет»

Научный руководитель	кандидат технических наук, доцент Еренков Олег Юрьевич
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор Ким Владимир Алексеевич
	доктор технических наук, профессор Клепиков Сергей Иванович
Ведущая организация	Институт материаловедения Хабаровского научного центра Дальневосточного отделения РАН

Защита состоится «22» декабря 2005 г. в 13⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.092.01 в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» по адресу:
681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах с подписями, заверенные гербовой печатью организации, просим присылать в двух экземплярах по указанному адресу.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Комсомольского – на – Амуре государственного технического университета.

Автореферат разослан « 21 » декабря 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук, доцент



А. И. Пронин

2006-4
27400

2250319
3

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В настоящее время имеется тенденция расширения области применения деталей из полимерных материалов в различных отраслях промышленности. Применение пластмасс позволяет, с одной стороны, улучшить технико-экономические показатели машин (снизить массу, сократить трудоемкость изготовления и т. д.), а с другой – существенно экономить черные и цветные металлы.

Из разнообразных видов пластмасс достаточно широкое применение нашел полимерный материал – капролон. Применение изделий из капролона в судо- и машиностроении обусловлено наличием у этого материала ряда положительных свойств: достаточно высоких прочностных и эксплуатационных характеристик, низкого коэффициента трения в паре с металлами при смазке водой и маслом, химической стойкости к нефтепродуктам при длительной эксплуатации в широком интервале температур.

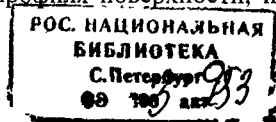
Наиболее распространенными заключительными операциями получения деталей из капролона является обработка резанием. Эффективность методов обработки резанием в основном зависит от режимов обработки и используемых оборудования и режущего инструмента. Однако на практике имеются большие затруднения с достижением требуемых параметров шероховатости поверхности обрабатываемых деталей обычными методами обработки. Технологических методов, специально предназначенных для обработки капролона, недостаточно и они имеют невысокую эффективность.

В связи с этим, задача повышения качества токарной обработки капролона, в том числе, за счет применения новых технологических разработок является актуальной.

Цель работы – повышение качества токарной обработки капролона на основе определения связей между предварительными тепловыми и механическими воздействиями с шероховатостью обработанной поверхности и использования полученных результатов в технологических решениях.

Для достижения указанной цели поставлены следующие задачи:

1. Установить взаимосвязь между видом и параметрами предварительных воздействий на полимерные материалы и прочностью этих материалов при последующей обработке точением.
2. Определить особенности динамической системы станок – приспособление – инструмент – заготовка при токарной обработке полимеров, оказывающие влияние на параметры качества обработанной поверхности.
3. Провести экспериментальную проверку влияния предварительного теплового и механического нагружения заготовки на величину среднего арифметического отклонения профиля поверхности, получаемой при токарной обработке.



Научная новизна.

1. Научно обосновано влияние вида и параметров предварительного теплового и механического нагружения заготовок из полимерных материалов на шероховатость обработанной точением поверхности детали.

2 Экспериментально установлена зависимость между максимальными значениями спектра мощности, а также соответствующих им частот колебаний системы станок – приспособление – инструмент – заготовка и средним арифметическим отклонением профиля обработанной поверхности деталей из капролона.

3. Экспериментально установлены зависимости среднего арифметического отклонения профиля обработанной поверхности деталей из капролона от величины продольной подачи при токарной обработке, при применении предварительных механического и теплового воздействия на обрабатываемые заготовки.

Практическая значимость работы заключается в:

- методе снижения шероховатости обрабатываемой точением поверхности полимерных материалов за счет создания предварительных напряжений сжатия или растяжения и нагрева заготовки, и рекомендациях по его реализации, применение которых позволило снизить среднее арифметическое отклонение профиля обработанной поверхности деталей из капролона до 4 раз;

- установленной особенности динамической системы станок – приспособление – инструмент – заготовка при обработке резанием полимерных материалов, заключающейся в расположении наибольших значений динамической податливости системы в области, соответствующей погрешности размера и эксцентриситета, а так же шероховатости обработанной поверхности.

На защиту выносятся :

- обоснование применения предварительного теплового и механического воздействий на обрабатываемый точением полимерный материал для снижения величины среднего арифметического отклонения профиля обработанной поверхности;

- результаты теоретических исследований особенности динамической системы станок – приспособление – инструмент – заготовка при обработке резанием полимерных материалов, на примере капролона;

- результаты экспериментальных исследований влияния предварительного механического и теплового воздействия на значения параметров шероховатости поверхности материала при его последующей токарной обработке и рекомендации, разработанные на их основе;

- результаты исследований связи между параметрами колебаний технологической системы при обработке полимерных материалов и величиной среднего арифметического отклонения профиля обработанной поверхности.

Личный вклад автора состоит в постановке задач исследования, в исследовании влияния предварительного термомеханического нагружения на величину среднего арифметического отклонения профиля поверхности, полученной при последующей токарной обработке, в проведении экспериментальных исследований и анализе их результатов, в разработке рекомендаций по повышению качества токарной обработки капролона на основе применения предварительного комплексного нагружения обрабатываемых заготовок.

Апробация результатов работы.

Основные результаты диссертации были доложены и обсуждены на Дальневосточном инновационном форуме с международным участием «Роль науки, новой техники и технологий в экономическом развитии регионов» (г. Хабаровск, ХГТУ, 2003г.); на II Всероссийской научно – практической конференции «Технологическое обеспечение качества машин и приборов» (г. Пенза, 2005г.); на четвертой международной научной конференции творческой молодежи «Научно – техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке» (г. Хабаровск, ДВГУПС, апрель 2005 г.); на третьем международном симпозиуме по транспортной триботехнике «ТРАНСТРИБО – 2005» (г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2005 г.); на VII Всероссийской научно – технической конференции «Новые химические технологии: производство и применение» (г. Пенза, 2005 г.); на III международной научно – технической конференции «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации» (г. Курск, Курский государственный технический университет, 2005 г.).

По материалам диссертации опубликовано 7 работ.

Объем и структура диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных результатов работы, списка литературы из 144 наименований и приложений, включает 159 страниц машинописного текста, 19 таблиц и 49 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснованы актуальность, научная новизна исследования, сформулированы цель и задачи, научные положения, выносимые на защиту, отмечена практическая значимость диссертационной работы.

Основу содержания **первой главы** составляет анализ проблем, связанных с производством изделий и деталей из капролона, включающий в себя рассмотрение следующих вопросов: 1) тенденции применения деталей из капролона; показано, что капролон эффективно применяется для изготовления различных деталей в машиностроении, судостроении, на предприятиях транспорта и энергетического комплекса, при этом во многих случаях детали повышенной точности и высокого качества могут быть получены только обработкой резанием; 2) анализ существующих методов

предварительной обработки капролона перед точением, результаты которого позволяют заключить, что качество токарной обработки полимерного материала можно повысить за счет предварительной механической деструкции поверхности материала или предварительного охлаждения материала, однако реализация таких способов возможна при наличии специализированного оборудования; 3) анализ данных экспериментальных исследований по влиянию конструкционных и технологических параметров токарной обработки капролона на качество обработанной поверхности, результаты которого показывают, что величина параметров шероховатости обработанной поверхности зависит как от геометрии режущего инструмента и режимов резания, так и от параметров предварительного воздействия на материал; 4) исследование влияние вида напряженного состояния на прочность твердых полимерных материалов, результаты которого показывают, что прочность таких материалов определяется видом напряженно-деформированного состояния материала, однако результаты по влиянию параметров напряженно-деформированного состояния полимеров на формирование параметров шероховатости поверхности, обработанной резанием, в литературе не приводятся.

Большой вклад в изучение вопросов в области обработки резанием и показателей качества этого процесса, в т. ч. полимерных материалов, внесли российские и зарубежные исследователи: С.А. Васин, А. С. Верещака, В. И. Дрожжин, Н. Н. Зорев, Ю. Г. Кабалдин, М. И. Клушин, А. Кобаяши, В. Н. Подураев, М. Ф. Полетика, А. И. Промптов, В. К. Старков, А. Г. Суслов, Р. А. Тихомиров, А. М. Шпилев, Б. П. Штучный и другие.

Качество обработанной поверхности является определяющим фактором при изготовлении деталей из капролона. Для достижения требуемой точности размеров и высокого качества обработанной поверхности, получения сложной конфигурации изделия необходимо применять почти все существующие методы механической обработки. Однако режущих инструментов, оборудования и технологических методов, специально предназначенных для обработки капролона, недостаточно, и они имеют низкую эффективность.

Все вышеизложенное указывает на необходимость разработки новых технологических решений в области повышения качества поверхности деталей из капролона, получаемой при токарной обработке материала.

Вторая глава посвящена анализу влияния теплового и механического воздействия на напряженно-деформированное состояние полимерного материала в процессе его разрушения и моделированию колебательных процессов в технологической системе при токарной обработке полимерных материалов.

На современном этапе физические представления о прочности полимерных материалов базируются на кинетической концепции прочности, положения которой представлены в работах Я.И. Френкеля, Г.Н. Бартенева, В.А. Каргина, Г.Л. Сломинского, С.Н. Журкова и других исследователей.

В кинетическом подходе основное внимание обращается на атомомолекулярный механизм процесса разрушения, которое рассматривается как конечный результат постепенного развития и накопления микроразрушений или как процесс развития микротрещины. Основным фактором в этом подходе является тепловое движение кинетических единиц (атомов, молекул, сегментов), вызывающее межатомные или межмолекулярные перегруппировки, и активизирующее влияние механических напряжений, изменяющее вероятность этих перегруппировок.

Приложенное к телу напряжение увеличивает вероятность разрыва связей и уменьшает вероятность их восстановления. В этой концепции долговечность тела под нагрузкой принимается в качестве фундаментальной величины, которая определяется по основному соотношению кинетической теории разрушения, виде эмпирической формулы С.Н. Журкова

$$\tau = \tau_0 \exp\left(\frac{U_0 - \gamma\sigma}{kT}\right), \quad (1)$$

где τ – долговечность; T – абсолютная температура; σ – среднее напряжение в образце; U_0 – энергия активации процесса разрыва связей в отсутствии напряжения, близкая по величине к энергии химических связей для полимеров; γ – коэффициент, зависящий от природы и структуры материала; τ_0 – время тепловых колебаний атомов в твердых телах; k – постоянная Больцмана.

Из уравнения (1) следует, что долговечность материала зависит как от приложенного напряжения, так и от температуры, причем оба параметра входят в показатель степени. Это позволяет предположить, что в процессе разрушения большую роль играет тепловая энергия и именно ее флуктуации, т. е. в том месте материала, где тепловые флуктуации становятся больше энергии связи, последняя разрывается. Приложенное напряжение создает возможность накопления этих флуктуаций в определенном направлении и снижает энергию U активации разрыва, т. е. снижает потенциальный барьер по закону $U = U_0 - \gamma\sigma$ и облегчает распад напряженных связей под действием тепловых флуктуаций, вероятность которого зависит от величины отношения U_0/kT .

В данной работе, рассматривая обработку резанием как разновидность процесса управляемого разрушения твердого полимерного материала, на основе анализа термофлуктуационного механизма разрушения, предлагается комбинированный способ токарной обработки полимерных материалов.

Сущность способа заключается в снижении прочности полимерного материала перед токарной обработкой. Это достигается тем, что перед обработкой полимерный материал предварительно подвергают механическому нагружению и тепловому воздействию. Путем регулировки параметров прикладываемого напряжения σ и температуры T теплового воздействия на

материал обеспечивается образование первичных микротрещин, в вершинах которых имеются локальные зоны перенапряжений химических связей, т. е. образуется структура материала, в котором часть связей разрушена, а часть напряжена.

Известно, что качество обработанной детали зависит от характера и параметров относительных колебаний инструмента и заготовки, которые вызывают периодическое изменение толщины срезаемого слоя и сил резания, что в свою очередь, ведет к изменению размеров и появлению геометрических погрешностей у обработанных деталей.

На рис. 1 в виде структурно – логической схемы показана взаимосвязь основных факторов, влияющих на формирование шероховатости обработанной точением поверхности.

Изучению колебаний станков и других технологических машин посвящены исследования В.Л. Вейца, М.Д. Генкина, Ю.И. Городецкого, В.Л. Заковоротного, В.А. Кудинова, А. В. Кудинова, Э.Ф. Кушнина, А.И. Левина, В.Э. Пуша, А.В. Пуша, Ж.С. Раввы, В.А. Светлицкого и других ученых.

Колебания элементов технологической системы приводят к ухудшению качества обработанной поверхности, а также снижению стойкости режущего инструмента. Для снижения уровня колебаний в технологической системе уменьшают режимы резания (глубину резания и подачу), вследствие чего существенно снижается производительность обработки.

Динамические свойства технологической системы при обработке резанием полимерных материалов должны иметь существенные отличия, по сравнению с обработкой металлических конструкционных материалов, вызванные меньшими значениями модуля упругости, а значит и жесткостью, и большей демпфирующей способностью полимеров. Поэтому представляет значительный интерес сравнение динамических свойств технологической системы при обработке резанием полимеров и металлов (на примере сталей), и анализ возможного влияния таких различий на параметры качества обработки.

В данной работе для сравнения динамических характеристик технологической системы при токарной обработке использована ранее апробированная математическая модель колебаний технологической системы, которая в частотной области имеет вид

$$X(\omega) = \left(-\omega^2 M + i\omega H + C \right)^{-1} F(\omega), \quad (2)$$

где ω - круговая частота колебаний; i - мнимая единица; $X(\omega)$ - комплексный амплитудный спектр виброперемещений; $F(\omega)$ - комплексный амплитудный спектр вибровозмущений; выражение в скобках является матрицей динамической податливости технологической системы - $W(\omega) = (-\omega^2 M + i\omega H + C)^{-1}$, где M , H , C - матрицы масс, демпфирования и жесткости технологической системы.

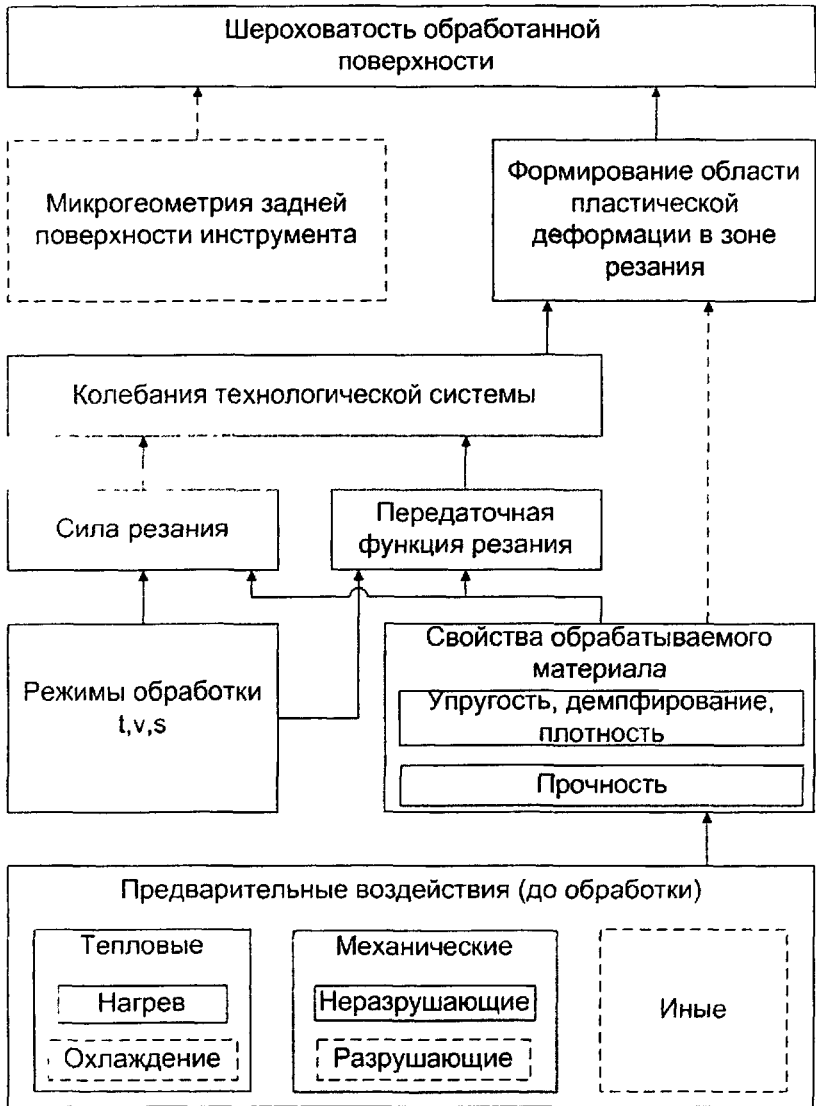


Рис. 1. Структурно-логическая схема формирования шероховатости при обработке резанием.

Для сравнения динамических характеристик технологической системы при обработке металлов и полимеров были рассчитаны значения передаточной функции резания W_p , определенные из динамической податливости (рис.2) на токарном станке модели 16К20. Были приняты следующие зна-

чения параметров глубина резания $t = 1$ мм, подача $s = 0,1$ мм/об, скорость резания $v = 78,5$ м/мин, а также:

а) материал – сталь 45; жесткость заготовки по оси X - 16 Н/мкм, по осям Y и Z - 6 Н/мкм; коэффициенты демпфирования заготовки по оси X - 4000 кг/с, по осям Y и Z - 1600 кг/с; масса заготовки 4 кг;

б) материал – капролон; жесткость заготовки по оси X - 1,4 Н/мкм, по осям Y и Z - 0,5 Н/мкм; коэффициенты демпфирования заготовки по оси X - 35000 кг/с, по осям Y и Z - 14000 кг/с; масса заготовки 0,7 кг;

в) в обоих случаях жесткость инструмента составляла по осям X и Y - 25 Н/мкм, по оси Z - 37 Н/мкм; коэффициенты демпфирования инструмента по осям X и Y - 600 кг/с, по оси Z - 1000 кг/с; масса инструмента 1,0 кг.

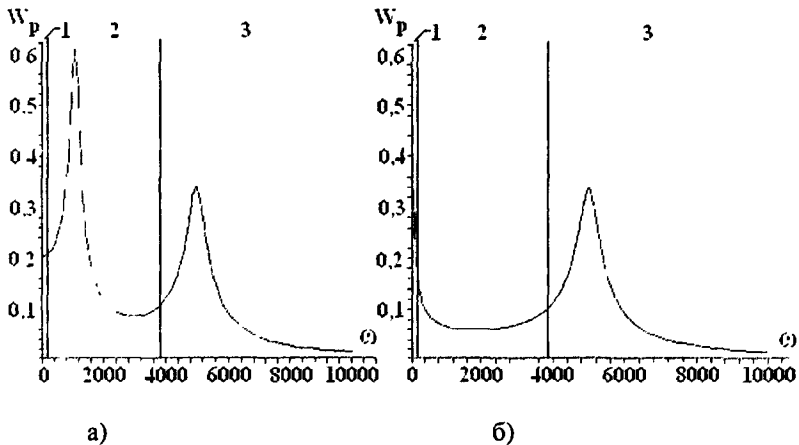


Рисунок 2. Зависимость передаточных функций W_p (мкм/кН) от круговой частоты ω (рад/с): а) для стали 45; б) для капролона

При моделировании установлена особенность динамики технологической системы при обработке резанием полимеров, заключающаяся в расположении наибольших значений динамической податливости системы в области, соответствующей погрешности размера и эксцентриситета (рисунок 2,б зона 1), а также шероховатости обработанной поверхности (рисунок 2,б зона 3). При обработке сталей наибольшие значения динамической податливости технологической системы расположены в области погрешности формы – огранки и волнистости (рисунок 2,а зона 2).

На величину погрешности обработки оказывают влияние динамическая податливость и сила резания, поэтому повышение качества обработки полимеров связано с уменьшением силы резания. Поскольку снижение значений скорости резания и подачи связано со снижением производительности, то одним из главных направлений повышения качества обработки является снижение величины напряжений в полимерных материалах

при обработке и соответственно силы резания, за счет предварительных воздействий на них.

В третьей главе приводится обоснование значений основных параметров процесса резания, выбора режущего инструмента, выбора материала экспериментальных образцов и параметров механического и теплового воздействия; дано описание экспериментального стенда для исследования колебательных процессов при механической обработке исследуемого материала.

Для экспериментальной проверки предложенного комбинированного способа токарной обработки полимерных материалов предложено использовать следующие виды предварительных воздействий на материал перед его обработкой: сжатие, растяжение, нагрев, растяжение и нагрев, сжатие и нагрев.

Величина усилия для создания напряжений сжатия и растяжения выбиралась так, что бы выполнялось условие $\sigma_n < (0,6 \div 0,8)\sigma_\sigma$, где σ_n – напряжения, создаваемые в заготовке усилием растяжения/сжатия; σ_σ – предел вынужденной эластичности полимерного материала, для капролона $\sigma_\sigma = 25 \text{ МПа}$.

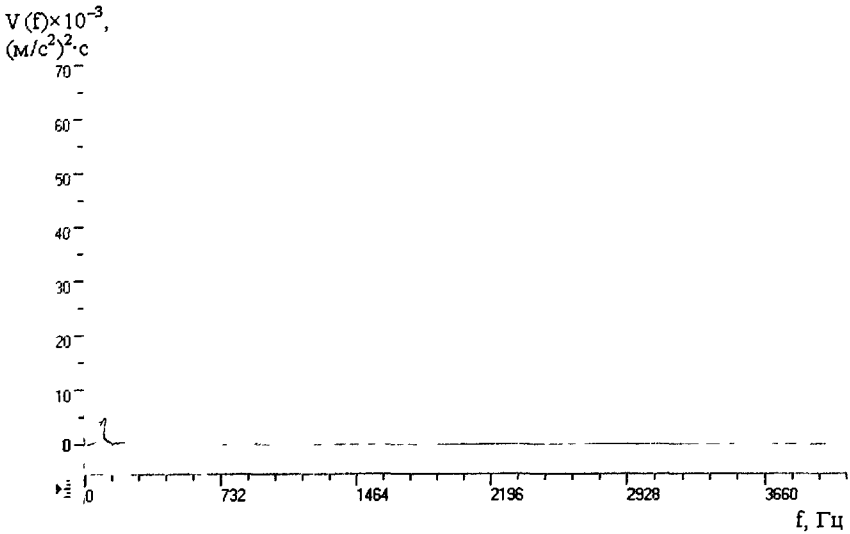
Известно, что работоспособность полимерных материалов ограничивается интервалом температур $T_{xp} < \Delta t_{экспл} < T_{стекл.}$, где T_{xp} – температура хрупкости капролона; $T_{стекл.}$ – температура стеклования капролона; $\Delta t_{экспл}$ – температурный диапазон эксплуатации изделий из капролона. При проведении экспериментов образцы из капролона нагревались, непосредственно перед токарной обработкой, до $t = 60^\circ \text{C}$.

Токарная обработка экспериментальных образцов проводилась на универсальном токарно-винторезном станке модели 16К20.

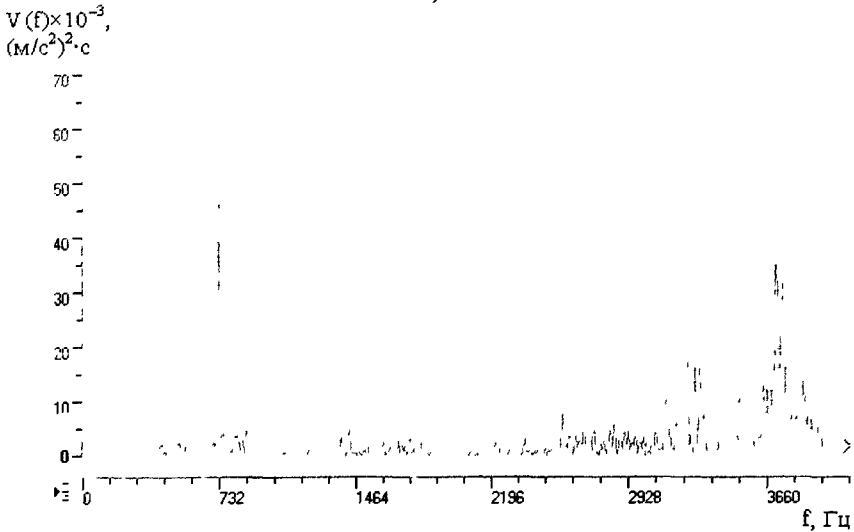
Для регистрации колебаний, возникающих в технологической системе, использовался измерительный комплекс, включающий измеритель шума и вибрации ВШВ-003 с пьезоэлектрическим преобразователем ДН-4, который был закреплен на резцедержателе станка. Принятый электрический сигнал через аналого-цифровой преобразователь поступал на ЭВМ для дальнейшего корреляционного и спектрального анализа.

Для исследования связи характеристик колебаний технологической системы при обработке с параметрами шероховатости обработанной поверхности был выбран энергетический спектр (спектральная плотность энергии) виброускорения – $V(f)$, где f – частота колебаний. На рис. 3 представлены энергетические спектры колебаний станка на холостом ходу (с вращающимся шпинделем) и при обработке заготовки.

Из рис. 3 видно, что энергетический спектр колебаний на холостом ходу имеет небольшую значимую составляющую только в низкочастотной области (на частоте вращения шпинделя), по сравнению с энергетическим спектром колебаний при обработке. Это дает основание для исследования связи между параметрами колебаний и шероховатостью обработанной поверхности.



а)



б)

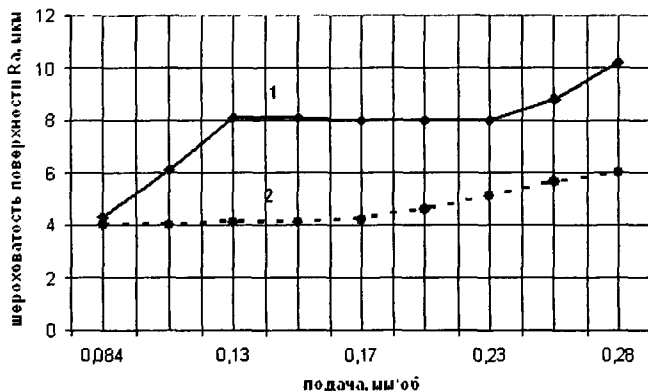
Рис.3. Энергетические спектры виброускорения: а) на холостом ходу; б) при обработке заготовки

Выбор режимов резания и режущего инструмента для капролона основывался на рекомендациях по результатам исследований, проведенных ранее.

Четвертая глава посвящена исследованию влияния параметров процесса резания, параметров и вида предварительных воздействий на качест-

во поверхности, получаемой после токарной обработки капролона, а также взаимосвязи параметров колебаний при обработке и качеством обработанной поверхности.

Экспериментальные исследования проводились в несколько этапов. На первом этапе выполнен базовый эксперимент, цель которого – оценка качества обработанной поверхности капролона при стандартных условиях резания, т.е. без применения какого либо предварительного воздействия на обрабатываемый материал. В качестве выходного параметра из номенклатуры параметров шероховатости (ГОСТ 2789-73*) выбрано среднее арифметическое отклонение профиля R_a . Измерение шероховатости поверхности проводили с помощью профилографа цехового с индуктивным преобразователем модели 296. На основании априорной информации в эксперименте использованы следующие режимы резания: скорости резания – 78,5 м/мин и 157 м/мин соответственно для заготовок диаметром 25 и 50 мм; глубина резания $t=1$ мм; значения продольной подачи s изменяли в диапазоне $0,084 \div 0,28$ мм/об.



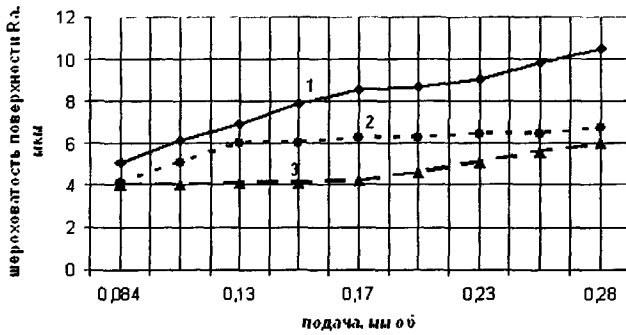
1 – базовый вариант обработки; 2 – обработка применением предварительного растяжения

Рис.4. Значения параметра шероховатости R_a обработанной поверхности заготовки из капролона $\varnothing 25$ мм

Анализ экспериментальных данных, представленных на рис.4, позволяет сделать заключение о целесообразности предварительного растяжения заготовки, о чем свидетельствует характер кривых зависимости величины шероховатости от подачи. Для всех реализуемых при эксперименте значений подач полученные значения шероховатости поверхности предварительно нагруженных растяжением заготовок значительно ниже, по сравнению с базовым вариантом обработки. При этом имеет место рост значений параметра R_a при точении предварительно растянутой заготовки, с увеличением подачи: от 4,0 мкм при подаче 0,084 мм/об до 6,00 мкм при подаче 0,28 мм/об.

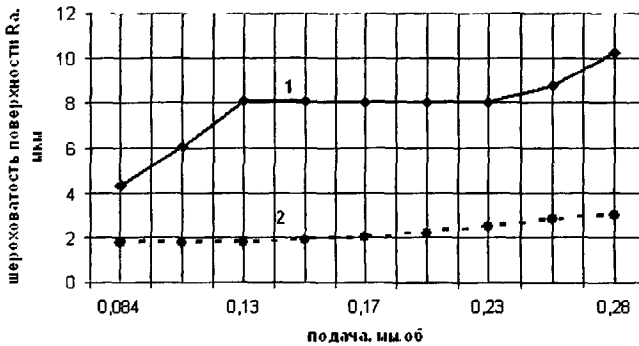
Регрессионная зависимость параметра Ra от параметров режима токарной обработки после предварительного растяжения заготовки имеет вид:

$$Ra = 0,083V - 5,594S - 0,018VS - 0,0004V^2 + 48,71S^2. \quad (3)$$



1 – предварительное сжатие заготовки; 2 – предварительный нагрев;
3 – предварительное растяжение

Рис.5. Значение параметра Ra обработанной поверхности заготовки из капролона в зависимости от вида предварительного воздействия



1 – базовый вариант обработки; 2 – обработка после применения предварительного растяжения и нагрева

Рис.6. Значения параметра шероховатости Ra обработанной поверхности заготовки из капролона $\varnothing 25$ мм

Представленные на рис. 5 данные позволяют сделать сравнительный анализ влияния различных видов предварительных обработок капролона на уровень шероховатости обработанной точением поверхности заготовки. Из экспериментальных данных, рис. 5, следует, что предварительное растяжение заготовок является предпочтительным видом предварительной обработки капролона, о чем свидетельствуют наименьшие значения пара-

метра R_a , по сравнению с другими видами предварительных воздействий, во всем диапазоне реализуемых подач. Для всех видов воздействий наблюдается повышение параметра шероховатости с увеличением продольной подачи.

Анализ результатов, рис. 6, экспериментальных исследований по влиянию предварительного растяжения и теплового воздействия на капролон показал, что такой вариант обработки является предпочтительным с точки зрения формирования шероховатости поверхности заготовки, впоследствии обрабатываемой точением. Во всем диапазоне реализуемых подач наблюдается значительное, до 4 раз, снижение величины среднего арифметического отклонения профиля обработанной поверхности по сравнению с величинами параметра R_a для базового варианта обработки. С увеличением значения продольной подачи наблюдается некоторый рост величины параметра R_a .

Регрессионная зависимость параметра R_a от величины подачи при обработке капролона после предварительного растяжения и нагрева заготовки имеет вид:

$$Ra = 2,1 - 5,12S + 29,92S^2. \quad (4)$$

На основании экспериментальных данных и полученных зависимостей разработаны рекомендации по снижению величины параметра R_a шероховатости поверхности при токарной обработке капролона.

Сопоставление энергетических спектров виброускорений технологической системы при обработке заготовок и средних арифметических отклонений профиля обработанных деталей, показало их существенную взаимосвязь (рис. 7).

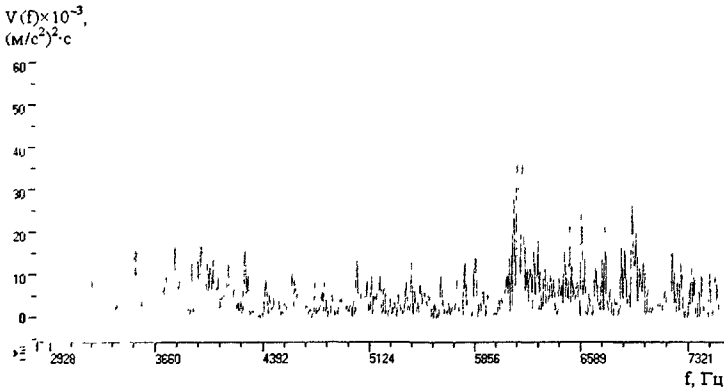
При исследовании взаимосвязи значений энергетического спектра виброускорения при обработке со средним арифметическим отклонением профиля обработанной детали была получена регрессионная зависимость

$$Ra = 0,18(\sum P_i f_i)^{0,25}, \quad (5)$$

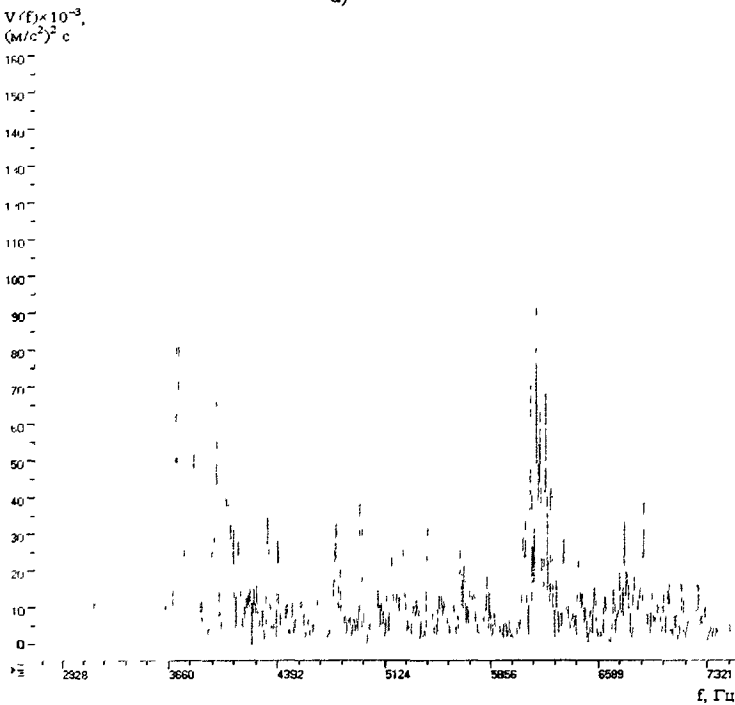
где P_i и f_i – максимальные значения энергетического спектра виброускорения и соответствующие им частоты ($i = 1 \dots 5$).

Максимальная относительная погрешность определения среднего арифметического отклонения профиля по формуле (5) не превышает 8%.

Полученную зависимость можно использовать для прогнозирования значения среднего арифметического отклонения профиля детали при обработке заготовки и оперативного изменения режимов резания для обеспечения требуемых параметров качества поверхности.



а)



б)

Рис.7. Энергетические спектры виброускорения при обработке ненагруженной заготовки $\varnothing 50$ мм при подаче: а) $s = 0,13$ мм/об ($R_a = 6$ мкм); б) $s = 0,28$ мм/об ($R_a = 7,5$ мкм)

Адекватность всех полученных регрессионных зависимостей была подтверждена с использованием стандартной методики, на основе применения критерия Фишера.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. На основе рассмотрения механизма термофлуктуационного разрушения материалов обосновано применение предварительных механических и тепловых воздействий на обрабатываемый материал для снижения его прочности при последующей токарной обработке, за счет понижения энергии активации процесса разрыва связей в материале, и повышения, на этой основе, качества токарной обработки.

2. Предложен метод снижения шероховатости обрабатываемой точением поверхности полимерных материалов за счет создания предварительных напряжений сжатия или растяжения и нагрева заготовки.

3. Установлена особенность динамической системы станок – приспособление – инструмент – заготовка при обработке резанием полимерных материалов, заключающаяся в расположении наибольших значений динамической податливости системы в области, соответствующей погрешности размера и эксцентриситета, а так же шероховатости обработанной поверхности.

4. На основе экспериментального исследования установлено, что создание предварительных напряжений величиной до 0,6 предела вынужденной эластичности материала при сжатии или растяжении заготовок из капролона, и применение предварительного нагрева заготовок до 60⁰С позволило снизить среднее арифметическое отклонение профиля при последующей токарной обработке до 4 раз.

5. В исследуемом диапазоне подач от 0,084 мм/об до 0,28 мм/об имеет место рост значений среднего арифметического отклонения профиля обработанной поверхности капролона с увеличением подачи для всех исследованных вариантов предварительных воздействий.

6. Экспериментально установлены зависимости среднего арифметического отклонения профиля обработанной поверхности заготовок из капролона от величины подачи при токарной обработке с применением предварительных механического и теплового воздействий на заготовки, на основе которых сформулированы рекомендации, обеспечивающие снижение шероховатости обработанной поверхности. Максимальная относительная погрешность определения среднего арифметического отклонения профиля по установленным зависимостям не превышает 5%.

7. Экспериментально установлена зависимость среднего арифметического отклонения профиля обработанной поверхности деталей из капролона от величин максимальных значений энергетического спектра виброускорений и соответствующих им частот колебаний технологической системы при обработке заготовок. Максимальная относительная погрешность определения среднего арифметического отклонения профиля по установленной зависимости не превышает 8%.

8. Результаты работы внедрены в ОАО «Дальневосточный научно-исследовательский институт технологии судостроения», в ФГУП «Хабаровский судостроительный завод» и используются в учебном процессе ка-

федры «Технологическая информатика и информационные системы» Тихоокеанского государственного университета.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Ивахненко А. Г. Размерная точность обработки пластмассовых деталей / Ивахненко А. Г., Комялова Е.В. //Роль науки, новой техники и технологий в экономическом развитии регионов: материалы Дальневосточного инновационного форума с международным участием. – Хабаровск: ХГТУ, 2003. - Ч.2. – С. 119 – 121. - ISBN 5 – 7389 – 0271 – 8.

2. Еренков О. Ю. Комплексный подход к обеспечению высокого качества поверхностей деталей из полимерных материалов при обработке резанием / Еренков О. Ю., Комялова Е. В., Пугачевский М. А. // Технологическое обеспечение качества машин и приборов: сборник статей II Всероссийской научно – практической конференции. – Пенза, 2005. – С. 50 -52. - ISBN 5 – 8356 – 0392 – 4.

3. Комялова Е. В. Управление качеством процесса токарной обработки деталей из капролона / Комялова Е. В., Пугачевский М. А. // Научно – техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке: труды Четвертой международной научной конференции творческой молодежи. – Хабаровск: изд-во ДВГУПС, 2005. – Т.1. – С. 50 -52. - ISBN 5 –262–00202 – X.

4 Еренков О. Ю. Физические представления процесса формирования шероховатости поверхности полимерного материала при обработке резанием / Еренков О. Ю., Комялова Е. В. // Повышение износостойкости и долговечности машин и механизмов на транспорте: труды третьего международного симпозиума по транспортной триботехнике «ТРАНСТРИБО-2005». – СПб., изд-во СПбГПУ, 2005. - С. 22 – 26. - ISBN 5 – 230 – 05573 – 7.

5. Комялова Е. В. Получение и применение термопласта капролона и его модификаций / Комялова Е. В. // Новые химические технологии: производство и применение: сборник статей VII Всероссийской научно – технической конференции. – Пенза, 2005. - С. 15 – 16. - ISBN 5 – 8356 – 0419 – X.

6. Комялова Е. В. Применение современного конкурентоспособного полимерного материала капролона на производстве / Комялова Е. В. // Новые химические технологии: производство и применение: сборник статей VII Всероссийской научно – технической конференции. – Пенза, 2005. - С. 21 – 22. - ISBN 5 – 8356 – 0419 – X.

7. Еренков О. Ю. Исследование токарной обработки капролона после комбинированного термомеханического воздействия на обрабатываемый материал/ Еренков О.Ю., Комялова Е. В., Ивахненко А. Г. //Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: материалы III международной научно – технической конференции. - Курск. гос. техн. ун-т., 2005. – Ч.2 - С. 114-117. - ISBN 5-7681-0257-4.

Комялова Елена Валерьевна

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ
КАПРОЛОНА ПУТЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Подписано в печать 17.11.05. Формат 60x84 1/16.
Бумага писчая. Гарнитура "Таймс".
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,18
Тираж 100 экз. Заказ 235

Отдел оперативной полиграфии издательства
Тихоокеанского государственного университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136

№ 2 4 5 6 1

РНБ Русский фонд

2006-4

27400