

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 08.10.2023 17:31:21  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5b126d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)**

**Кафедра машиностроительных технологий и оборудования**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
**О.Г. Локтионова**  
« 15 » 10 2018 г.



### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И РАЗМЕРНОГО ИЗНОСА РЕЗЦА НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ**

**Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Основы технологии машиностроения»  
для студентов направления  
15.03.05. Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств  
15.03.01 Машиностроение  
(очной и заочной формы обучения)**

Курск 2018

УДК 621.7

Составители: С.Е. Шишиков, О.С. Зубкова

Рецензент

Канд. техн. наук, доцент кафедры  
машиностроительных технологий и оборудования

*М.С. Разумов*

**Исследование влияния температурных деформаций и размерного износа резца на точность обработки:** методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.:С.Е. Шишков, О.С. Зубкова. Курск, 2018. 11 с., ил. 2, Библиогр.: с. 11.

Содержат сведения о влиянии температурных деформаций и размерного износа резца на точность обработки при продольном точении.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлениям подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 15.03.01 «Машиностроение»

Работа предназначена для студентов очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 0,58. Уч. - изд. л. 0,53. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:**

Овладение методикой определения величины температурных деформаций и размерного износа резца, исследование их влияния на точность обработки.

**Оборудование и материалы:**

Станок токарно-винторезный 1E-61M.

Приспособления: патрон трехкулачковый самоцентрирующий со спирально-реечным механизмом ГОСТ 2675 - 71, центр вращающийся ГОСТ 8742 - 71, специальное приспособление для измерения размерного износа и температурных деформаций токарного резца.

**Основные теоретические положения**

Погрешности, вызываемые температурными деформациями и размерным износом резца, обуславливают значительную часть суммарной погрешности при чистовой обработке заготовок на настроенных станках.

***Влияние температурных деформаций резца на погрешность обработки***

При обработке металлов резанием в результате затраченной работы на преодоление пластических деформаций в срезаемом слое, а также работы на преодоления трения на передней и задней поверхностях резца выделяется большое количество тепла.

Многочисленные исследования показали, что при токарной обработке в стружку уходит 50 - 86 % тепла, 10-40 % тепла переходит в резец, 3 - 9 % остается в заготовке и около 1% рассеивается в окружающую среду.

Повышение скорости резания увеличивает количество теплоты, уводимое со стружкой за счет уменьшения количества теплоты, отводимого в резец и заготовку.

Несмотря на то, что при обработке резанием в инструмент переходит сравнительно небольшая доля образующегося тепла, он во многих случаях подвержен интенсивному нагреву. В связи с этим при токарной обработке наибольшая часть погрешности, связанной с тепловыми деформациями технологической системы, обусловлена удлинением резцов при их нагревании

Изменение температурной деформации резца во времени при непрерывном резании неравномерно. Удлинение резца в начальный период резания происходит интенсивно, а затем замедляется до наступления теплового равновесия, когда количество тепла, получаемого и отдаваемого резцом в окружающую среду уравнивается и дальнейшего нагрева и деформации инструмента не происходит.

При повышении скорости резания, глубины резания и подачи интенсифицируется нагревание, а следовательно, увеличивается удлинение резца. Большое влияние на удлинение оказывает вылет резца. Удлинение резца приблизительно обратно пропорционально площади поперечного сечения его стержня. Нагревание и удлинение резцов прямо пропорционально твердости обрабатываемого материала.

Максимальную величину удлинения резца, соответствующую тепловому равновесию, можно приближенно подсчитать по формуле.

$$l_{\max} = \frac{10 \cdot C \cdot B}{F \cdot \delta_B \cdot (t \cdot s)^{0/75} \cdot \sqrt{v}} \quad (1)$$

где  $C$  - коэффициент, характеризующий условия обработки (при  $v = 100-200$  м/мин ;  $t < = 1.0$  мм,  $s < = 0.2$  мм ,  $C = 4.5$ );

$B$  - вылет резца, мм ;

$F$  - площадь сечения резца ,  $\text{мм}^2$  ;

$\delta_B$  - предел прочности обрабатываемого материала, МПа;

$t$  - глубина резания , мм ;

$s$  - подача, мм/ об ;

$v$  - скорость резания , м/ мин .

На рис. 1 показаны графические зависимости величины температурных деформаций резца от времени резания (кривая 1) и от времени остывания (кривая 2).

В большинстве случаев время обработки одной заготовки на станке меньше времени наступления теплового равновесия. Поэтому в момент прекращения резания начинается охлаждение резца и его укорочение, которое продолжается до начала обработки следующей заготовки. Как показывает кривая 3 на рис. 1, построенная для случая обработки заготовок с перерывами машинного времени, температурные деформации резца, а следовательно, и температурные погрешности обработки заметно уменьшается ( $\Delta l$ ).

При ритмичной работе тепловые деформации заготовок постоянны. При отсутствии ритмичности тепловые деформации отдельных заготовок различны, что приводит к рассеянию размеров заготовок.

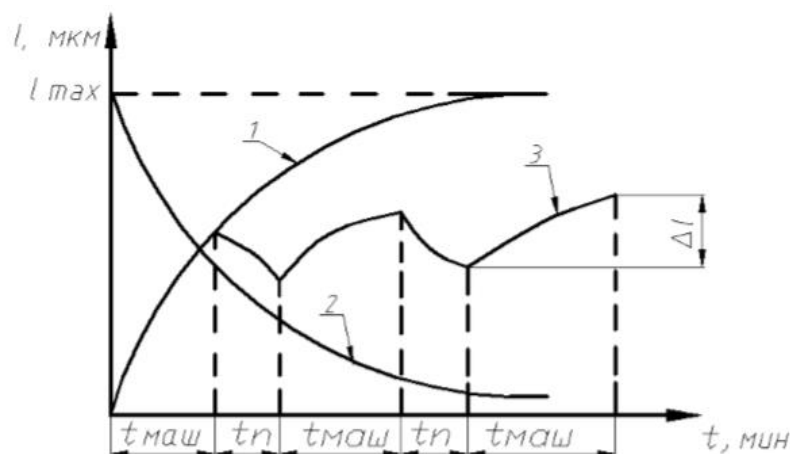


Рис. 1. Графические зависимости тепловых деформаций резца.

### ***Влияние размерного износа резца на погрешности обработки.***

При чистовой токарной обработке заготовок на настроенных станках на точность обработки значительное влияние оказывает износ инструмента по задней поверхности в направлении, нормальном к обработанной поверхности. Следствием этого износа является смещение вершины резца относительно центра вращения заготовки и соответствующее изменение радиуса точения.

Величину размерного износа инструментов определяют по нормали к обрабатываемой поверхности.

Общая закономерность размерного износа инструмента показана на рис. 2.

Этот процесс не подчиняется линейному закону и на графике можно выделить три зоны. Первый непродолжительный период работы режущего инструмента (участок 1) сопровождается повышенным размерным износом из-за приработки режущего лезвия, сглаживания штрихов и неровностей - следов заточки.

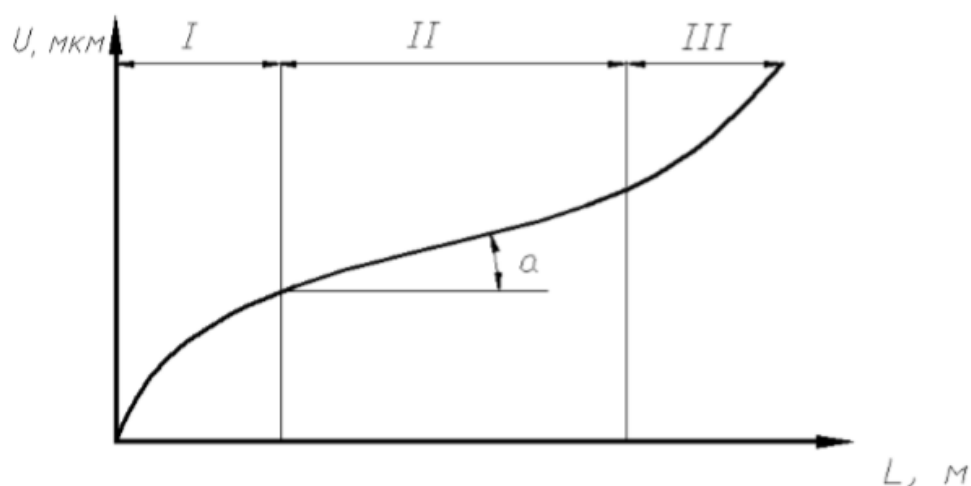


Рис. 2. График износа резца

Второй период износа (участок 2) характеризуется нормальным износом инструмента, прямо пропорциональным пути резания.

Интенсивность этого периода характеризуется углом наклона линии износа ( $\alpha$ ) и оценивается относительным износом  $U_0$ , т.е. размерным износом инструмента на 1000 м пути резания.

$$U_0 = \frac{1000 \cdot U}{L_H} = \operatorname{tg}(\alpha \cdot (m_u \cdot \frac{1000}{m_H})) \text{ мкм/мм} \quad (2)$$

где  $U$  - размерный износ на участке нормального износа, мкм;

$L_H$  - путь резания на участке нормального износа, м;

$m_u$  - масштаб размерного износа, м/мм;

$m_H$  - масштаб пути резания, м /мм.

Третий период износа (участок 3) соответствует наиболее интенсивному катастрофическому износу, сопровождающемуся значительным выкрашиванием и поломками инструмента.

При обработке заготовок больших размеров размерный износ инструмента влияет на искажение формы их поверхностей. Если обтачивается длинный вал большого диаметра, то по мере перемещения резца от задней бабки к передней диаметр обрабатываемой поверхности непрерывно возрастает и поверхность получается слабо конической.

При обработке партии небольших заготовок размерный износ инструмента сказывается в непрерывном увеличении размеров деталей в партии.

Температурные деформации и размерный износ инструмента имеют противоположное направление и в определенных пределах компенсируют друг друга. Следует отметить, что до наступления теплового баланса определяющим будет влияние температурных деформаций инструмента, а после наступления теплового равновесия большее влияние на точность обработки оказывает размерный износ

## Содержание работы

1. Получить зависимость температурных деформаций от времени врезания  $l = f(t)$ .
2. Получить зависимость размерного износа токарного резца от пути резания  $U = f(L)$ .
3. Определить возможную погрешность формы детали в продольном направлении из-за влияния размерного износа и температурных деформаций резца.

## Порядок проведения работы

1. Установить заготовку в патроне и поджать задним центром.
2. Осторожно подвести измерительный наконечник приспособления к вершине токарного резца.
3. Установить индикатор на нуль или любое кратное 10 деление (10, 20, 30 и т.д.) и записать показание индикатора  $A$  в таблицу 1.
4. Отвести измерительный наконечник от резца, повернув рукоятку приспособления против часовой стрелки и переместив ее в другой паз.
5. Настроить станок на заданный режим резания ( $v = 100 - 150$  м/мин,  $s = 0.15 - 0.25$  мм/об,  $t = 0.25 - 0.5$  мм).
6. Обрабатывать заготовку в течении 2-х минут. После окончания обработки быстро отвести резец от заготовки на 50 - 100 мм рукояткой приспособления подвести измерительный наконечник к вершине резца. Отметить и занести в таблицу показание индикатора  $A_2$ . В таком положении дать резцу остыть. Отметить и занести в таблицу 1 показание индикатора  $A_s$  после остывания резца.



7. Повторить указанные в п. 6 приемы для 5, 10 и 15 мин. работы резца.
8. Определить величину температурных деформаций ( $l = A_2 - A_3$ ), размерного износа ( $U = A_1 - A_3$ ) и погрешность, вызываемую совместным действием этих факторов ( $\Delta = A_2 - A_1$ ).
9. Построить график зависимостей  $l = f(t)$  и  $U = f(L)$ .
10. Определить максимальное значение суммарной погрешности и выявить участок детали, на котором она максимальна.

### Контрольные вопросы

1. Расскажите про тепловой баланс при обработке материалов резанием?
2. Как влияет скорость резания на тепловой баланс в зоне резания?
3. Как изменяются размеры резца в процессе обработки в результате нагрева?
4. Какие факторы влияют на изменение размера резца вследствие нагрева?
5. Чем отличаются тепловые деформации резца при ритмичной и неритмичной работе?
6. Как износ рабочих поверхностей резца сказывается на точности обработки?
7. Постройте график износа характерный для металлорежущих инструментов. Какие зоны можно на нем выделить?
8. Расскажите о совместном влиянии тепловых деформаций и износа резца в процессе резания?
9. Расскажите каким образом в ходе лабораторной работы был получен график  $l = f(t)$  и какой вывод был сделан.
10. Расскажите каким образом в ходе лабораторной работы был получен график  $U = f(L)$  и какой вывод был сделан.

## Библиографический список

1. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] : в 2 т. / Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерикова. - М. : Машиностроение, 1986 - 656 с. : ил..
2. Т. 1. - 656 с. : ил. Кудряшов, Евгений Алексеевич. Основы технологии машиностроения [Текст] : [учебник для студентов вузов по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)"] / Е. А. Кудряшов, И. М. Смирнов, Е. И. Яцун ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Е. А. Кудряшова. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 431 с.
3. Безъязычный, Вячеслав Феоктистович. Основы технологии машиностроения [Текст] : учебник / В. Ф. Безъязычный. - Москва : Машиностроение, 2013. - 568 с. : ил.