

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра " Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты "

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению компьютерной лабораторной работы
«Диагностика износа токарных резцов
и формы стружки»
для студентов специальностей
151001, 151002

Курган 2009

Кафедра «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»

Дисциплина «Надежность и диагностика технологических систем»

Составил: доцент, канд. техн. наук А.М. Гениатулин

Утверждены на заседании кафедры

«15 » сентября 2009 г.

Рекомендованы методическим советом университета

« _____ » _____ 2009 г.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность работы автоматизированного оборудования (металлорежущие станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, гибкие производственные модули и др.) в большой степени определяется надежностью режущего инструмента, сохранением состояния процесса резания в определенных пределах.

Надежность технологического процесса обработки деталей резанием - это свойство процесса обеспечивать в течение заданного времени выпуск деталей требуемого качества при обработке на установленных режимах и в принятых условиях. Одним из слабейших элементов технологической системы является инструмент. Надежность инструмента - это его свойство в процессе обработки деталей сохранять свои эксплуатационные показатели в течение требуемого времени. Отказ режущего инструмента - событие, заключающееся в нарушении его работоспособного состояния.

Основными видами отказа режущей части инструмента являются:

1. Хрупкое разрушение режущей части;
2. Разрушение вследствие пластической деформации контактной зоны режущей части;
3. Достижение величины износа рабочих поверхностей и режущих кромок инструмента до критического значения.

Одним из основных путей повышения надежности режущего инструмента является диагностика состояния режущего инструмента в процессе резания и самого процесса резания.

Наибольшую информацию о состоянии режущего инструмента при его диагностировании можно получить при измерении величин самого износа и получаемого размера обработки в месте взаимодействия режущего инструмента с обрабатываемой деталью. Однако методы измерения этих величин в процессе резания являются сложными и требуют наличия сложной аппаратуры.

На практике большее распространение получили так называемые косвенные методы диагностирования состояния режущего инструмента и процесса резания: динамометрические, температурные, акустоэмиссионные и другие методы.

Величина износа (износ по задней поверхности h_3) режущего инструмента существенно влияет на значения сил резания, температур, амплитуд колебательных движений элементов технологической системы. Наиболее полно разработаны математические модели, связывающие величины сил резания и температур с величиной износа режущего инструмента. Значительно менее изучены связи между износом инструмента и амплитудами колебательных движений элементов технологической системы. Поэтому при обработке конкретного материала эти связи в каждом случае необходимо устанавливать заново.

Одной из задач диагностики процесса резания является определение при резании конкретного обрабатываемого материала отдельных элементов соответствующих математических моделей с целью использования этих моделей при применении адаптивных систем управления.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы заключается в изучении зависимостей функциональных параметров (диагностических признаков) процесса точения от режимов резания, разработка алгоритма диагностики резца для чистового и получистового точения, изучении формы стружки при различных режимах резания.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с методами диагностики токарных резцов.
2. Пользуясь компьютерной программой, получить зависимости функциональных параметров (диагностических признаков) процесса точения от режимов резания.
3. Разработать алгоритм диагностики резца для чистового и получистового точения.
4. Осуществить контроль формы стружки в зависимости от параметров режима резания.

3. ДИАГНОСТИКА ИЗНОСА РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Систему диагностирования следует рассматривать как совокупность объекта - режущего инструмента и средств его диагностирования. Характер возможных изменений в состоянии инструмента определяет алгоритм диагностирования и структуру системы.

При оптимальных условиях эксплуатации инструмента, имеющего оптимальные параметры начального состояния, доминирующим является отказ вследствие изнашивания рабочих поверхностей. В таком случае в качестве критерия состояния должна быть такая мера износа, которая будет удовлетворять следующим требованиям:

- однозначно во всех стадиях изнашивания вплоть до отказа отображать изменения в состоянии инструмента как по геометрии режущей части, так и по свойствам инструментального материала;
- монотонно возрастать в зоне нормального изнашивания;
- быть удобной для точных измерений;
- информативно отображаться параметрами процесса резания, принятыми в качестве диагностических признаков.

Контроль повреждений в инструменте для диагностирования его состояния может производиться периодически или непрерывно. Периодический контроль связан с прямыми методами измерения геометрических параметров инструмента, с помощью которых могут быть определены: поломка, скалывание, износ режущего участка. Измерения могут осуществляться в рабочей зоне станка с прерыванием цикла обработки либо в специальной позиции инструментального магазина.

Косвенные методы измерения, выполняемые в процессе резания, являются более предпочтительными. В связи с этим вторым этапом методического подхода к разработке систем диагностирования является определение косвенных диагностических признаков состояния инструмента. При этом признаки выявляются экспериментально. Однако установленная взаимосвязь процессов в объектах, участвующих в резании, взаимосвязь параметров, характеризующих эти процессы, позволяют осознанно ограничивать рамки экспериментов.

При резании взаимодействие инструмента с обрабатываемым материалом вызывает два одновременно протекающих процесса: разрушение обрабатываемого материала и разрушение режущего инструмента. Результатом разрушения обрабатываемого материала является образование стружки и поверхностного слоя детали, которые характеризуются указанными на рисунке параметрами состояния. Значения параметров определяются условиями резания.

В качестве диагностических признаков широко используются сигналы различных физических явлений, сопровождающих процесс резания. Это прежде всего технологические составляющие силы резания, параметры колебаний в широком диапазоне частот вплоть до акустоэмиссионных колебаний (АЭ), электрические параметры (ЭДС), параметры магнитных полей у зоны резания, мощность, потребляемая на осуществление процесса резания и др. Все они отражают контактные процессы при резании, разрушение инструмента и обрабатываемого материала.

В основе диагностирования состояния инструмента лежит предположение об обратимости зависимости между параметром его состояния и другими параметрами, являющимися его косвенными диагностическими признаками P_1, P_2, \dots, P_n .

При заданных условиях надежность диагностирования зависит от информативности диагностического признака P_i . Под информативностью понимается отношение величины его изменения ΔP_i к величине изменения параметра состояния ΔU_i . При этом в связи с нестационарностью процесса резания значение P_i может колебаться около среднего значения с определенной амплитудой и частотой. Для расчета информативности принимаются средние значения P_i .

Наиболее информативные из ряда диагностических признаков те, которые имеют большую величину K , которая находится из соотношения:

$$K = \Delta P_i / \Delta U_i.$$

При выполнении данной лабораторной работы используется компьютерная программа, разработанная кафедрой резания материалов в Московском государственном технологическом университете «Станкин» на базе АСНИ ОР процесса резания [4].

В АСНИ ОР использован следующий набор датчиков:

- силоизмерительные по ортогональным осям;
- датчик ЭДС резания;
- вибрационные;

- датчики тока для измерения мощности приводов главного движения и привода подач.

Обозначение сигналов от перечисленных датчиков сведено в таблицу 3.

Схема расположения датчиков на токарном станке для измерения сил резания и мощности приведена на рис. 1.

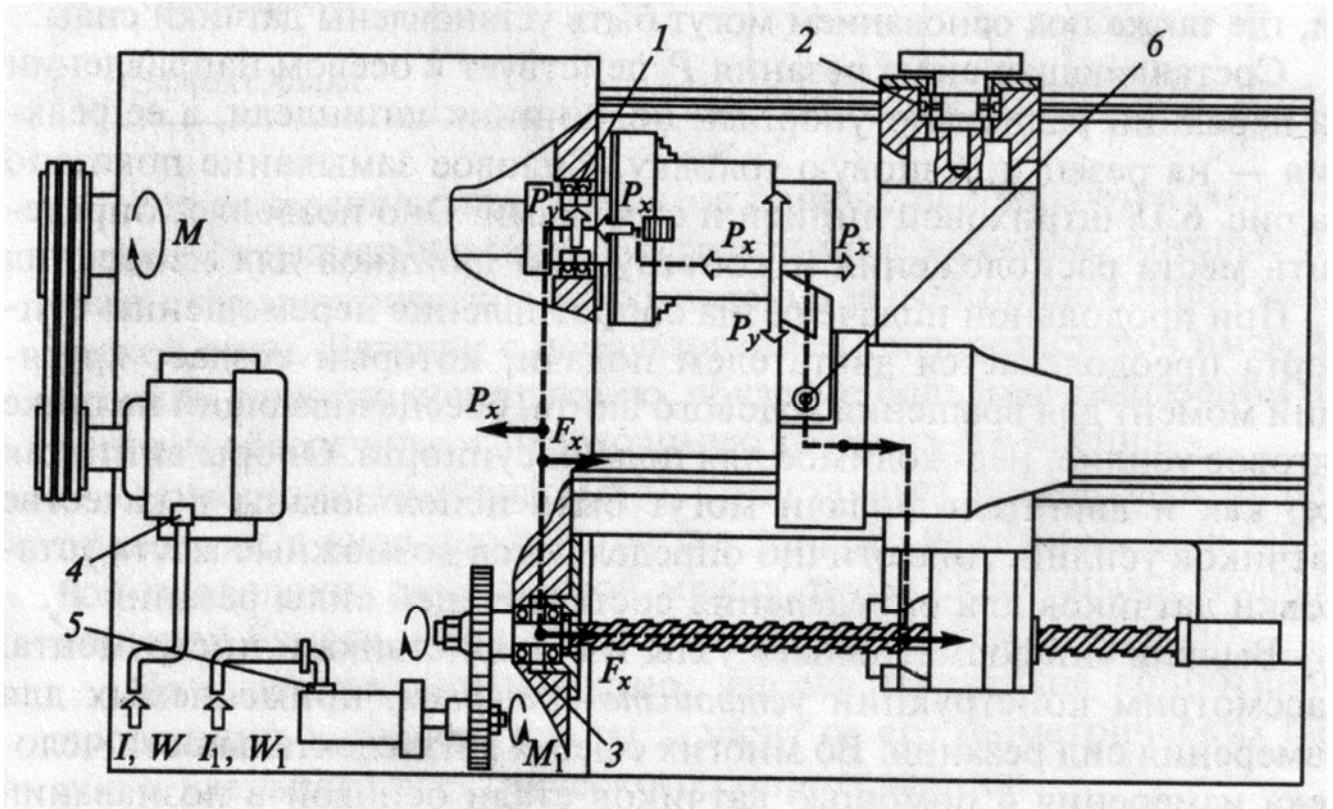


Рис. 1. Схема расположения датчиков на токарном станке:

- 1 - тензометрический подшипник; 2, 3 - тензометрические опоры ходовых винтов; 4 - датчик мощности привода главного движения; 5 - датчик мощности привода продольной подачи; 6 - датчик силы в державке резца

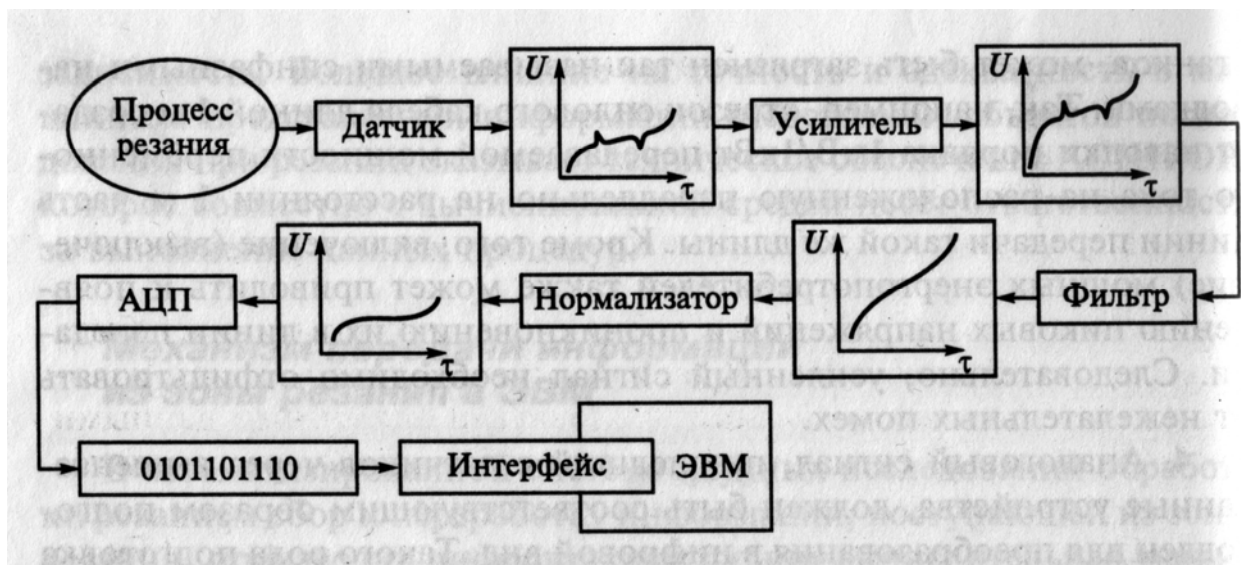
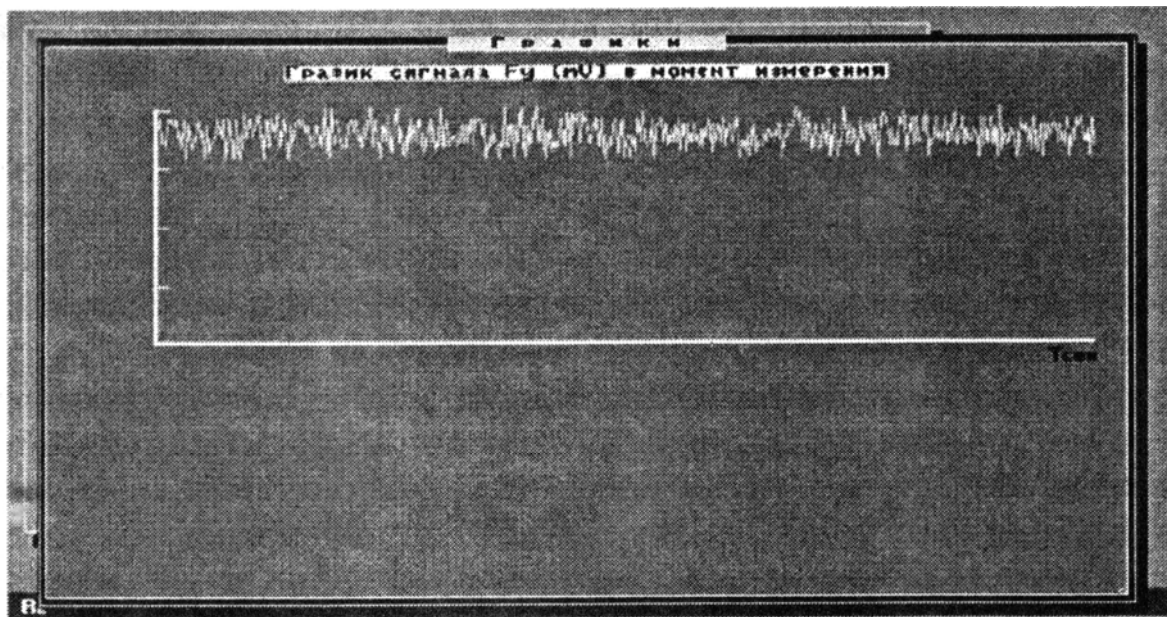


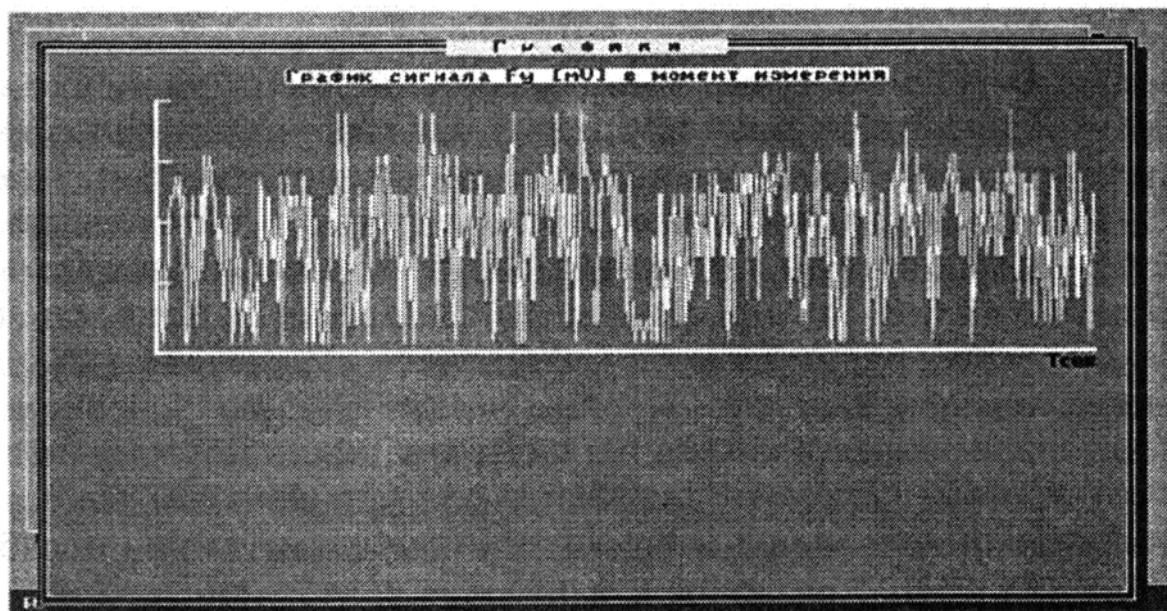
Рис. 2. Структурная схема измерительного канала

Пример передачи информации из зоны резания силоизмерительному каналу с графической иллюстрацией выполняемых процедур в обобщенном виде показан на рис. 2.

Программное обеспечение позволяет получение информации от датчиков процесса резания в режиме имитации процесса точения, просмотр на экране графика изменения диагностического сигнала (рис. 3), заполнение протокола испытаний, математическая обработка, графическое отображение результатов обработки на экране терминала.



a



б

Рис. 3. Графики сигнала силы F_y в момент измерения:
а - износ $h_3 = 0$; б - износ $h_3 = 0,6$ мм

Главное меню программы:

1. Выбор параметров;
2. Зависимости $\Pi=f(S, V, t)$;
3. Диагностика;
4. Контроль формы стружки;
5. Выход.

Выбор параметров

Обращение к выбору параметров позволяет выбрать материал заготовки, форму и материал режущей части инструмента.

Таблица 1

Параметры обработки

Параметры обработки	Уровень 1	Уровень 2
Материал заготовки	Сталь 45	12X18H10T
Угол в плане, град	93	45
Форма передней поверхности	С выкружкой	Плоская
Материал режущей части	T15K6	BK8

Исследование зависимостей

С целью получения зависимостей нужно назначить параметры режимов резания, которые заносятся в таблицу 2 путем обращения к пункту меню [Заполнение протокола].

Для заполнения протокола (первая строка протокола задана) необходимо подвести курсор к очередной строке и нажать Enter. Из предлагаемого диапазона (указанного в скобках) ввести значения V , S , t и нажать Enter.

Таблица 2

Протокол испытаний

№ п/п	V	S	t	Π_i	Дисперсия $D(\Pi_i)$
1	V_1	S_1	t_1		
2	V_2	S_1	t_1		
3	V_3	S_1	t_1		
4	V_4	S_1	t_1		
5	V_1	S_2	t_1		
6	V_1	S_3	t_1		
7	V_1	S_4	t_1		
8	V_1	S_1	t_2		
9	V_1	S_1	t_3		
10	V_1	S_1	t_4		

Для исследования влияния режимов резания (значения которых заданы в протоколе) на функциональные параметры (диагностические признаки) процесса резания нужно обратиться к пункту [Выбор признака] и по датчику на схеме стенда или по списку выбрать исследуемый функциональный параметр (таблица 3).

Таблица 3

Выбор диагностического признака для контроля износа

№ п/п	Вид диагностического признака	Обозначение
1	ЭДС резания	Э
2	Высокочастотные колебания	Wa ₁
3	Мощность привода по оси X	N ₂
4	Сила по оси Z	P _z
5	Сила по оси Y	F _y
6	Сила по оси X	F _x
7	Низкочастотные колебания	Wa ₂
8	Мощность привода главного движения	N ₁

Для получения сигнала выбранного диагностического признака нужно обратиться к пункту [Получение зависимостей] и для всех строк протокола запустить имитацию процесса точения. Нажатие клавиши F5 позволяет увидеть график сигнала датчика в момент измерения (см. пример на рис. 3).

После заполнения последней строки протокола нажатие клавиши F5 позволяет получить графики зависимостей $\Pi = f(S)$, $\Pi = f(V)$, $\Pi = f(t)$ для каждой серии из четырех измерений и построить математическую модель их зависимостей в виде функции $\Pi = f(S, V, t)$. Данная модель может быть записана в файл t????iii.mdl.

Данные действия можно повторить для всех тех функциональных признаков, влияние режимов резания на которые планируется исследовать.

Диагностика

Для разработки алгоритма диагностики необходимо сначала выбрать характер обработки (чистовая или получистовая) и информативный диагностический признак. Затем для всех предлагаемых значений износа необходимо получить диагностический сигнал. Нажатие клавиши F5 позволяет получить график зависимости $\Pi_i = f(h)$.

Эти действия нужно повторить для всех диагностических признаков.

В результаты обработки экспериментальных данных следует выбрать наиболее информативный диагностический признак.

Анализ информативности

Обращение к пункту [Анализ информативности] позволяет получить окно со списком функциональных признаков и их дисперсий с соответствующим коэффициентом информативности E . Выбрав наиболее информативный диагностический признак, имеющий максимальный коэффициент информативности E , рассчитывается коэффициент уставки.

Зная коэффициент уставки, можно рассчитывать величину уставки - предельно допусаемое значение диагностического признака для допусаемого износа.

Проверка алгоритма

Для проверки надежности алгоритма диагностирования нужно обратиться к пункту [Проверка алгоритма]. На экране появляются результаты расчета и коэффициент уставки. По нажатию любой клавиши включается режим имитации резания с диагностикой. В специальном окне будут отражаться текущие значения функционального признака и износа, а также предельные значения последних.

4. КОНТРОЛЬ ФОРМЫ СТРУЖКИ

На данном этапе работы программа позволяет исследовать зависимость формы стружки от подачи и глубины резания, построить диаграмму существования благоприятной формы стружки. Для этого необходимо для всех сочетаний S , t , приведенных в таблице 4, провести исследования формы стружки, пользуясь имитацией процесса точения.

Нажатием клавиши F5 достигается построение диаграммы изменения формы стружки на всем пространстве изменения режимов резания. Цвета сетки :

- Зеленый - благоприятная форма стружки;
- Желтый - переходная форма стружки;
- Красный - неблагоприятная форма стружки.

Таблица 4

Диапазоны изменения подач и глубин резания

№ п/п	Параметр	Диапазон изменения	Выбранное значение
1	S_1	0.04 - 0.06	
2	S_2	0.07 - 0.09	
3	S_3	0.10 - 0.15	
4	S_4	0.16 - 0.22	
5	S_5	0.23 - 0.3	
6	t_1	0.5 - 0.9	
7	t_2	1 - 1.4	
8	t_3	1.5 - 1.9	
9	t_4	2.0 - 2.5	

Исследование зависимостей позволяет выявить информативный диагностический признак, наиболее точно отражающий изменение формы стружки (таблица 5).

Таблица 5

Выбор диагностического признака для контроля формы стружки

№ п/п	Вид диагностического признака	Обозначение
1	Высокочастотные колебания	Wa_1
2	Сила по оси Z	P_z
3	Сила по оси Y	F_y
4	Сила по оси X	F_x
5	Низкочастотные колебания	Wa_2

При анализе информативности используется таблица, содержащая оценки «норма - ложное срабатывание - отказ» для диагностических признаков, для которых выбрана уставка. Анализ такой информации позволяет выбрать наиболее информативный диагностический признак.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Цель работы.
2. Протоколы испытаний.
3. Результаты обработки экспериментальной части работы.
4. Графики зависимостей $\Pi = f(S)$, $\Pi = f(V)$, $\Pi = f(t)$.
5. Графики зависимостей $\Pi = f(h_3)$.
6. Диаграмма существования благоприятной формы стружки.
7. Анализ полученных результатов.
8. Выводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаптивное управление технологическими процессами / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов и др.- М.: Машиностроение, 1980.- 536 с.
2. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания.- М.: Машиностроение, 1977.- 303 с.
3. Розенберг Ю.А. Резание материалов: Учебник для технических вузов.- Курган: Изд-во ОАО «Полиграфический комбинат «Зауралье», 2007.- 294с.
4. Синопальников В.А, Григорьев С.Н. Надежность и диагностика технологических систем.- М.: Высш. шк., 2005.- 343 с.
5. Гузеев В.И. Диагностика режущих инструментов на станках с ЧПУ токарной и сверлильно-фрезерно-расточной группы / В.И. Гузеев, А.И. Суркова // Прогрессивные технологии в машиностроении: сб. науч. тр. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. — С. 39–42.

Гениатулин Агзам Миндыбаевич

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению компьютерной лабораторной работы
«Диагностика износа токарных резцов
и формы стружки»
для студентов специальностей
151001, 151002

Авторская редакция

Подписано к печати	Формат бумаги 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Заказ	Усл. печ. л.	Уч. изд. л.
Печать трафаретная	Тираж 25	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640099, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.