Основы теории резания и РИ

Система резания, ее элементы и структура

Кафедра «ТОМиС»

Автор: асс.проф. Берг А.С.



План лекции:

1. Обработка металлов резанием - как система резания.
2. Параметры на входе и выходе системы.
3.Основные составляющие процесса резания и их параметры

1. Обработка металлов резанием - как система резания.

Целью обработки материалов резанием является получение на детали поверхности с заданными характеристиками качества.

Достижение этого результата сопровождается:

- упругой и пластической деформацией срезанного слоя и обработанной поверхности и
- изнашиванием контактных площадок режущего инструмента.

Эти процессы совершаются одновременно, тесно связаны между собой и образуют единую систему, которая называется ***системой резания***.

- *Состояние системы* в каждый момент времени характеризуется набором ряда переменных, а *поведение системы* – определенной последовательностью ее состояний во времени.

- Система обладает:

- *свойством относительной устойчивости*, т.е. она сохраняется только в определенных границах изменений ее переменных,
- *свойством внутренней целостности*, которое характеризуется ее автономностью, т.е. относительной самостоятельностью поведения и существования.

Вследствие своей относительной автономности любая система может рассматриваться как подсистема или элемент более широкой системы.

- В любой системе возможны как взаимозависимость подсистем между собой, так и независимость их друг относительно друга.

Связь между переменными факторами состояния и параметрами функционирования определяется совокупным действием кинематики процесса резания и физических явлений, вызванных этим процессом.

Рассмотрим механизм функционирования системы резания более подробно.

Система резания представляет собой необходимую для обработки данной заготовки *регулируемую технологическую систему*, то есть совокупность станка, инструментов, приспособлений, технологической среды, с одной стороны, и *процесса резания* - с другой.

Процесс резания можно рассматривать как механизм системы регулирования, связывающий технологическую систему, и получающиеся в результате обработки технологические параметры детали.

2. Параметры на входе и выходе системы.

- К параметрам резания относятся:
-
- - форма и размеры инструмента и заготовки,
- - форма траектории резания,
- - скорость относительного перемещения инструмента и заготовки,
- - степень заглубления инструмента в заготовку,
- - физические характеристики обрабатываемого и инструментального материалов и другие.

Эти параметры в процессе резания взаимодействуют и приводят к возникновению взаимосвязанных механических, электрических, тепловых, химических и других явлений, которые обуславливают отделение и формирование поверхностного слоя обрабатываемой заготовки, а также воздействие на инструмент.

Поэтому обработку резанием можно представить как систему (рис.1), включающую на "входе" параметры резания, которые определяют совокупность характеристик физических явлений в процессе резания ("черный ящик"), и на "выходе" параметры обработанной поверхности детали и работоспособного состояния режущего инструмента.

Функционирование системы и процесса резания определяется, прежде всего, кинематикой резания.

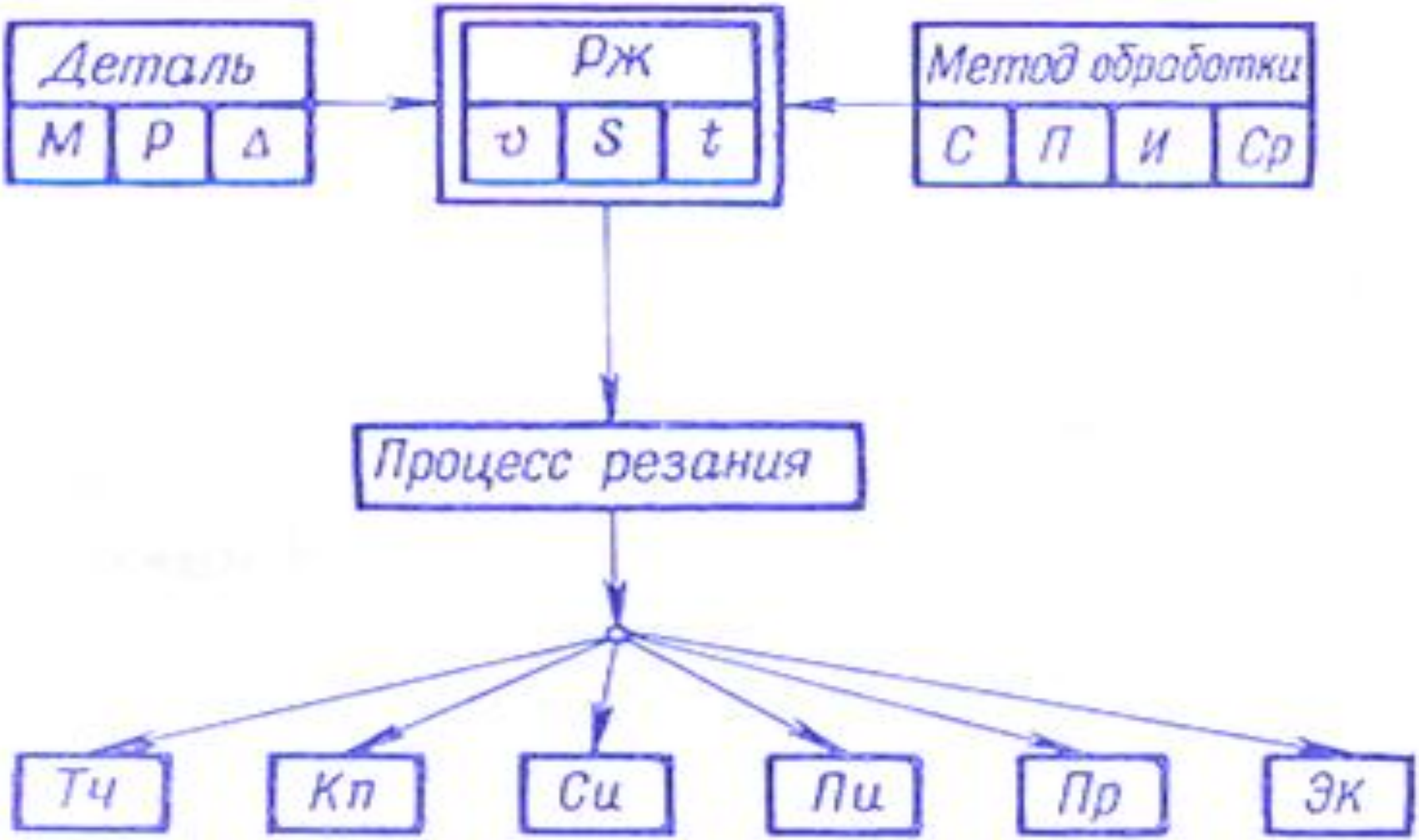

Рисунок 1-Структурная схема обработки резанием

Параметры на входе (факторы состояния) системы резания

Элемент		Показатель	
наименование	обозначение	наименование	обозначение
Станок	С	Тип, модель	—
		Мощность	N
		Жесткость	J_c
Приспособление	П	Тип, схема	—
		Жесткость	$J_п$
Инструмент	И	Материал режущей части	$M_и$
		Конструкция	—
		Геометрия заточки	α, γ, φ, φ_1
		Прочность и жесткость	$J_и$
Деталь	Д	Свойства материала	M
		Размеры и форма	P
		Припуск	Δ
Режим резания	Рж	Скорость резания	v
		Подача	S
		Глубина резания	t
Технологическая среда	Ср	Состав	—
		Способ подачи	—

Параметры на выходе (показатели функционирования) системы резания

Элемент		Показатель	
наименование	обозначение	наименование	обозначение
Точность обработки	Тч	Квалитет	$K_т$
		Размеры поля допуска	$\delta_д$
Качество поверхности	Кп	Шероховатость	Ra, Rz
		Глубина наклепанного слоя и степень наклепа	$h_н$, $\Delta_н$
		Остаточные напряжения	$\pm\sigma$
		Прижоги и микротрещины	—
Период стойкости инструмента	Си	Интенсивность изнашивания	I
		Критерии затупления	$[h]$
		Время	T
Прочность режущих кромок инструмента	Пи	Допустимая сила резания	$[P]$
		Предел выносливости	σ_ω
Производительность	Пр	Число деталей, обработанных в единицу времени	$N_д$
		Площадь поверхности, обработанной в единицу времени	$F_д$
Экономичность	Эк	Себестоимость технологическая	$C_т$

- Связи между элементами процесса резания делятся на *одно-и двухсторонние*, когда оба элемента влияют друг на друга. В этом случае прямое воздействие первого элемента на второй вызывает его обратное воздействие, которое может ослабить прямое или резко усилить его.
- Связи могут быть *непосредственными или косвенными*, действующими посредством изменения ряда других закономерностей, связывающих два исследуемых параметра.

3 Основные составляющие процесса резания и их параметры

Составляющие процесса	Параметры	
	наименование	обозначение
Кинематика	Скорость главного движения	v
	Скорость движения подачи	S
	Толщина среза	a
	Ширина среза	b
Пластическая деформация и разрушение	Напряжения	σ, τ
	Относительный сдвиг	ε
	Угол сдвига	β
	Сила стружкообразования	R_c
Трение, контактные явления	Коэффициент трения	μ
	Сила трения	$F_т$
	Высота нароста	$H_н$
	Передний угол	γ
Тепловые явления	Температура резания	θ
	Количество выделенной теплоты	Q
Химические процессы	Химическая активность	—
	Химическое сродство	—
	Склонность к окислению	—
Электрические и магнитные процессы	ТермоЭДС	E
	Сила тока	I
	Сопротивление зоны резания	$R_р$

- ***Кинематика процесса резания*** – это закономерности относительного движения инструмента и заготовки без учета физических явлений, протекающих в зоне резания.

- Совокупность траекторий точек режущей кромки инструмента в процессе рабочего движения представляет собой поверхность резания, возникающую в процессе обработки, т,е. *кинематика* определяет форму поверхности резания и как следствие - геометрию обработанной поверхности.

- ***Упругие и пластические деформации*** срезаемого слоя являются одним из основных параметров процесса резания.

- Совместно *с* ***трением*** они обусловливают возникновение напряжений и деформаций в режущем лезвии, стружке и поверхностном слое детали, определяют работу резания.

- Одним из важных явлений процесса резания является ***разрушение***. Оно характерно для процесса стружкообразования и определяет характер работы режущего инструмента.

- ***Тепловые явления***, сопровождающие процесс резания, определяют закономерности превращений энергии в различных процессах, сопровождающихся поглощением и выделением теплоты.
- Наиболее существенно при этом преобразование механической энергии в тепловую, вызывающее изменение температуры резания.
- *Температурой резания* устанавливается связь между химическим, структурным строением и физико-химическими свойствами исходного материала заготовки с одной стороны, и стружки и поверхностного слоя обработанной детали с другой.

- ***Термоструктурные явления*** процесса резания вызывают изменения строения и физико-химических свойств обрабатываемого материала под действием сил и температур, возникающих при обработке.

- В результате действия высоких температур изменяется:

- микроструктура поверхностного слоя,
- возникают значительные остаточные напряжения, микротрещины,
- изменяется дислокационная структура материала.

- ***Химические явления*** протекают вследствие возникновения на контактных площадках химически чистых поверхностей. Они находятся в активном состоянии и существенно влияют на протекание процессов резания. Одной из причин этого является образование оксидных пленок, которые существенно снижают коэффициенты трения на контактных площадках, изменяют условия наростообразования и ряд других параметров процесса резания.
- Интенсивность протекания химических явлений в значительной степени взаимосвязана с уровнем температур в зоне резания.

- ***Электрические и магнитные явления*** обусловлены процессами, среди которых:

- интенсивный нагрев зоны контакта и образование термоЭДС в замкнутой цепи – станок-приспособление-инструмент – заготовка;
- возникновение ЭДС самоиндукции, термомагнитный эффект.

- При обработке резанием станок, зону стружкообразования, инструмент и приспособление в комплексе можно рассматривать как замкнутую электромагнитную систему.

Выводы.

- ***Качество системы резания*** независимо от метода обработки определяется ее механическими, тепловыми, электрическими, магнитными, химическими другими свойствами.

- В соответствии с этим *систему резания* можно *разделить на ряд частных подсистем*: механическую, тепловую, электрическую и т.д.
- Все они являются замкнутыми, т.е. выход последнего элемента связан с входом в первый.

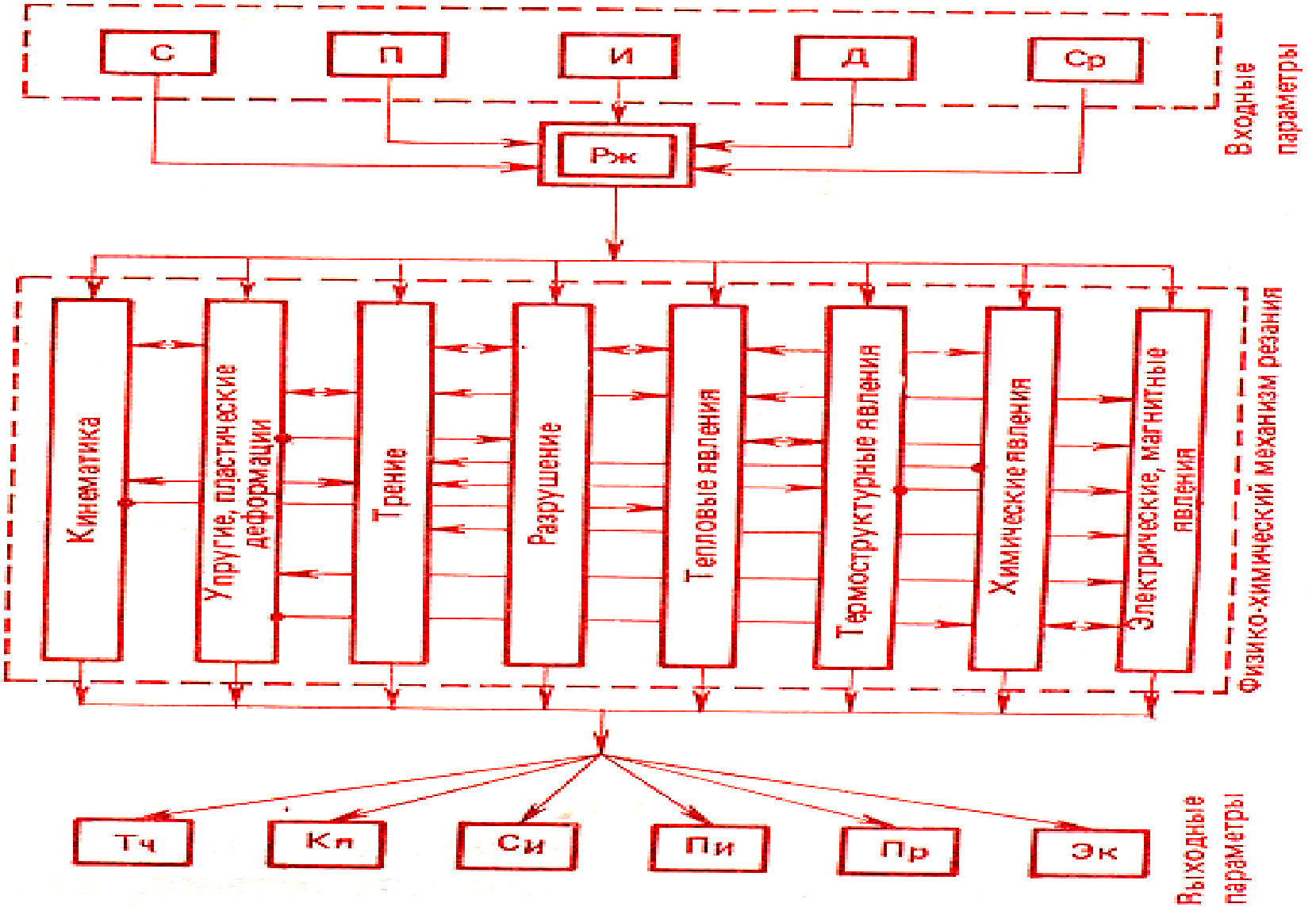

Рисунок 2- Схема процесса резания

Контрольные вопросы:

1. Дать определение системы резания.
2. Назовите свойства системы
3. Параметры на входе (факторы состояния) системы резания
4. Параметры на выходе (показатели функционирования) системы резания
5. Назвать основные составляющие процесса резания
6. Основные параметры кинематики процесса резания
7. Параметры тепловых явлений
8. Параметры электрических и магнитных процессов

Литература:

1. Ящерицын П.И. и др. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах (Учебник для вузов). М.: Высшая школа, 2011 – 512 с.

2. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов: Учебник для машиностр. спец. вузов. – М.: Высшая школа. 2019 – 304 с.

3. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 2010 – 344 с.

4. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов. - М.: Машгиз, 2010 – 366с.

5.Боярский В.Г. Теория резания: курс лекций: учебное пособие / В. Г. Боярский, М. Р. Сихимбаев; Мин-во образования и науки Республики Казахстан, КарГТУ. - Караганда : КарГТУ, 2010. - 92 с.