

Лекция 12

«Инструментальные материалы»

Инструментальные материалы

Инструментальные материалы подразделяются на :

- * стали (углеродистые, легированные)
- * твердые сплавы
- * сверхтвердые материалы

Наиболее распространенная группа инструментальных материалов – инструментальные стали – предназначены для изготовления инструментов 4-х групп:

- * режущих
- * измерительных
- * штампов холодного и горячего деформирования (служат для деформирования металла в холодном или горячем состоянии)

Инструментальные материалы

Основные требования, предъявляемые к инструментальным сталям:

- * высокая твердость
- * износостойкость
- * теплостойкость – способность сохранять высокую твердость при повышенных температурах или красностойкость.



Инструментальные материалы

Инструментальные стали подразделяются на следующие группы:

1. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ ПОНИЖЕННО ПРОКАЛИВАЕМОСТИ

Это углеродистые или легированные стали с малым процентом легирующих компонентов. Марки их мы уже проходили – **У7, У8, У9, У10 , У11, У12, У13**

Х05, Х06, 65ХФ, 85ХФ

При конструировании инструмента необходимо избегать острых углов, резких переходов.

Все стали данной группы закаливаются в воде

Углеродистые инструментальные стали

Углеродистые инструментальные стали (ГОСТ 1435).

Содержат 0,65...1,35% углерода.

- * Стали У7...У13А – обладают высокой твердостью, хорошо шлифуются, дешевы и недефицитны.
- * Из сталей марок У7, У8А изготавливают инструмент для работы по дереву и инструмент ударного действия, когда требуется повышенная вязкость – пуансоны, зубила, штампы, молотки.
- * Стали марок У9...У12 обладают более высокой твердостью и износостойкостью – используются для изготовления сверл, метчиков, фрез.
- * Сталь У13 обладает максимальной твердостью, используется для изготовления напильников, граверного инструмента.
- * Для снижения твердости и создания благоприятной структуры, все инструментальные стали до изготовления инструмента подвергают отжигу.

Углеродистые инструментальные стали

- * Для заэвтектоидных сталей проводят сфероидизирующий отжиг, в результате которого цементит вторичный приобретает зернистую форму. Регулируя скорость охлаждения можно получить любой размер зерен.
- * Окончательная термическая обработка – закалка с последующим отпуском.
- * Закалку для доэвтектоидных сталей проводят полную, а для заэвтектоидных – неполную. Структура закаленных сталей или мартенсит, или мартенсит и карбиды.

Углеродистые инструментальные стали

- * Температура отпуска выбирается в зависимости от твердости, необходимой для инструмента.
- * Для инструментов ударного действия, требующих повышенной вязкости, из сталей У7, У8 отпуск проводят при температуре 280...300°C, что обеспечивает твердость HRC 56...58.
- * Для напильников, метчиков, плашек отпуск проводят при температуре 150...200°C, при этом обеспечивается получение максимальной твердости — HRC 62...64.

Углеродистые инструментальные стали

- * Основными недостатками углеродистых инструментальных сталей является их невысокая прокаливаемость (5...10 мм), низкая теплостойкость (до 200°C), то есть инструменты могут работать только при невысоких скоростях резания.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ ПОВЫШЕННОЙ ПРОКАЛИВАЕМОСТИ

Это легированные стали, содержащие 1-3 % легирующих элементов. инструмент закаливают в масле, поэтому он может иметь более сложную форму, уменьшается опасность возникновения трещин при закалке.

Это стали марок:

- * **X** -850°/200° 64-61 HRCэ
- * **9XC** – 800°/150° 65-65HRCэ
- * **XГСВФ** –800°\180° 63-61 HRCэ
- * **XГ-800**о\150° 63-61 HRCэ
- * **XВГ** – 800о\150° 65-62 HRCэ
- * **XВ5-800/150°** 65-62HRCэ

Однако эти стали не обладают теплостойкостью, она у них составляет 250°С

БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ

- * Это стали, предназначенные для изготовления инструмента, работающего при высоких скоростях резания.
- * Это сталь, в отличие от других сталей, обладают высокой красностойкостью, т.е. способностью сохранять мартенситную структуру, а соответственно и твердость при температуре 500-600°C. У ранее рассматриваемых сталей твердость начинает падать при температуре 2000, так как мартенсит распадается на феррито-цементитную смесь.

БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ

- * Применение быстрорежущих сталей позволяет увеличить в 2-4 раза скорости резания и 10-30 раз увеличивает стойкость инструмента
- * Основной легирующий элемент, обеспечивающий красностойкость стали – это вольфрам и его химический аналог – молибден, а также хром, в таком количестве, при котором они связывают почти весь углерод в специальные карбиды. Теплостойкость увеличивается в присутствии кобальта и ванадия.

БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ

Марки быстрорежущих сталей:

P18

P6M5

P9Ф5

P9K5

P10K5Ф5

P9

P6M3

P14Ф4

P9K10

Быстрорежущие стали относятся к ледебуритному карбидному классу

Состав стали P18 : 18 % вольфрама, 4 % хрома, 1 % углерода 1 % ванадия

БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ

- * **Структура литой б\р стали** – сложная эвтектика – ледебурит, располагающаяся по границам зерен.
- * **В отожженном состоянии** - легированный феррит + карбиды.
- * **В деформированном состоянии** – эвтектика дробится и равномерно распределяются карбиды.
- * **После отжига (860-880°)** – для улучшения обрабатываемости стали – структура – сорбитообразный перлит.
- * Для придания стали теплостойкости инструменты подвергают **закалке и многократному отпуску.**

БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ

Температура закалки – 1270-1280°С для стали марки P18

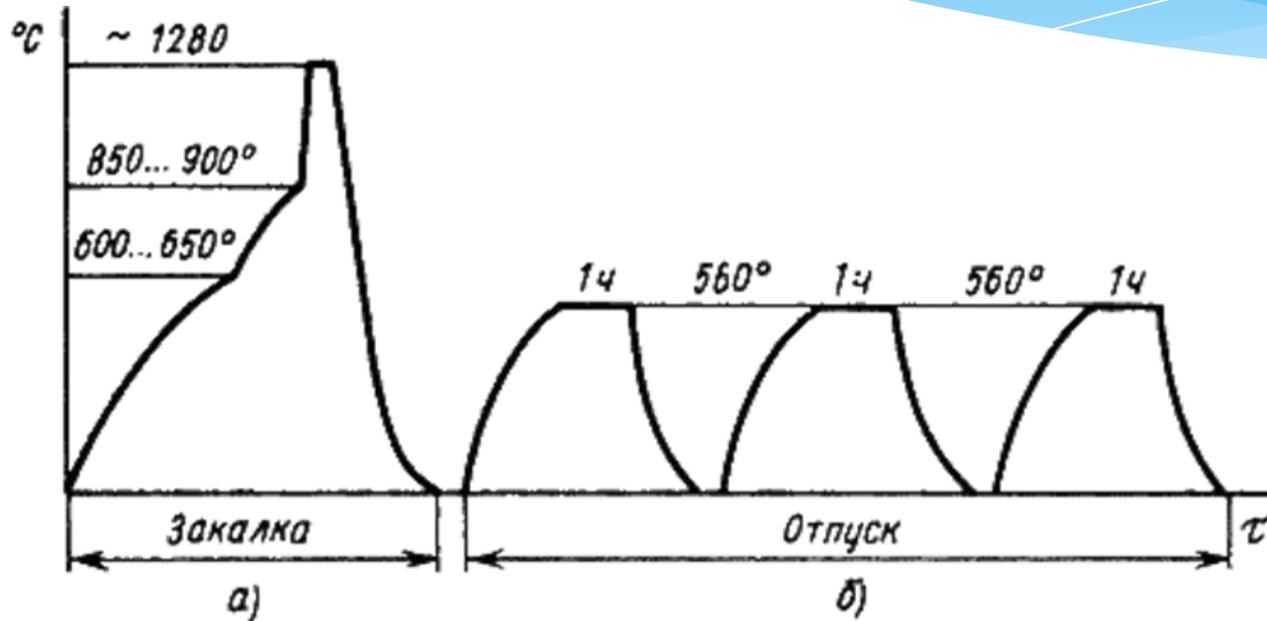
Температура закалки – 1210-1230°С для стали марки P6M5

- * Высокая температура закалки - для более полного растворения вторичных карбидов и получения аустенита, легированного хромом, молибденом, вольфрамом и ванадием. при закалке аустенит переходит в мартенсит, охлаждающая среда – масло.

БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ

- * **Структура после закалки** – высоколегированный мартенсит, нерастворенные карбиды и остаточный аустенит. (25-30% Аост.)
- * Остаточный аустенит понижает режущие свойства и поэтому присутствие его в режущем инструменте – не допустимо. Поэтому инструмент после закалки подвергают трехкратному отпуску при температуре 560°C . при этом остаточный аустенит переходит в мартенсит и увеличивает твердость стали.

БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ



- * Медленный нагрев – чтобы не было трещин.
- * Быстрый нагрев – чтобы не было окалины
- * Высокая температура – чтобы измельчить карбиды
- * При охлаждении на воздухе – фиксируются аустенитное поле и карбиды

БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ

- * На быстрорежущие стали имеется Гост 19265 –73 – всего предусмотрено 14 марок .Данные стали дефицитны и дороги за счет вольфрама, поэтому разрабатываются безвольфрамовые быстрорежущие стали.

СТАЛИ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Они должны обладать:

- * высокой твердостью
- * износостойкостью
- * сохранять постоянство размеров
- * Обычно используют высокоуглеродистые хромистые стали
- * **X, ХВГ, 12Х1, ШХ15**

Их подвергают закалке в масле с возможно более низкой температуры – $840-850^{\circ}$ -чтобы не было остаточного аустенита, который при переходе в мартенсит вызывает небольшое изменение объема и линейных размеров.

После закалке ведется отпуск или старение и дальнейшая обработка холод

ШТАМПОВЫЕ СТАЛИ ХОЛОДНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Они должны отвечать следующим требованиям:

- * высокой твердостью
- * износостойкостью
- * прочностью в сочетании с вязкостью
- * теплостойкостью

Это стали следующих марок :

- * **X12Ф1**
- * **X12М высокохромистые стали ледебуритного класса,**

Недостаток - трудность обработки резанием

- * Лучшие в этом плане – **X6ВФ , 7ХГ2ВМ**

ШТАМПОВЫЕ СТАЛИ ДЛЯ ДЕФОРМИРОВАНИЯ В ГОРЯЧЕМ СОСТОЯНИИ

Требования, предъявляемые данным сталям:

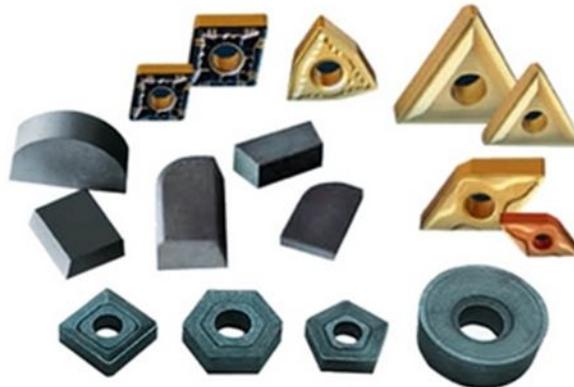
- * высокие механические свойства при высоких температурах
- * окалиностойкость и разгаростойкость (выдерживать многократные нагревы и охлаждения без образования разгарочных трещин)
- * высокая износостойкость и теплостойкость
- * хорошую прокаливаемость (штампы имеют большие размеры)
- * Марки сталей **5ХНМ**, **5ХГМ**

4Х5В2ФС

3Х2В8Ф

ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ

Твердыми сплавами называют сплавы, изготовленные методами порошковой металлургии и состоящие из карбидов тугоплавких металлов- вольфрама, титана, тантала и цементируемых (связанных) кобальтом. Инструмент, оснащенный твердым сплавом может работать с более высокими скоростями резания.



ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ

Для их изготовления берут порошки карбидов вольфрама, титана, смешивают со связкой – кобальт, прессуют, придавая им заданную форму и спекают при высоких (1500-2000°C). Поэтому названы – *металлокерамические*.

Твердость их очень велика, они не подвергаются механической обработке, только шлифуют. Из твердого сплава изготавливают пластинки, которые затем крепят на державку инструмента.

При высокой твердости сплав обладает повышенной хрупкостью и при работе с ударами может выкрашиваться.

ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ

ГОСТ 3882-74

Твердые сплавы 3 групп

* **ВОЛЬФРАМОВЫЕ** –ВК3,ВК6,ВК8, ВК10,ВК20,ВК25

Теплостойкость их 800оС

* **ТИТАНО-ВОЛЬФРАМОВЫЕ** –Т30К4, Т15К6, Т14К8,
Т5К10

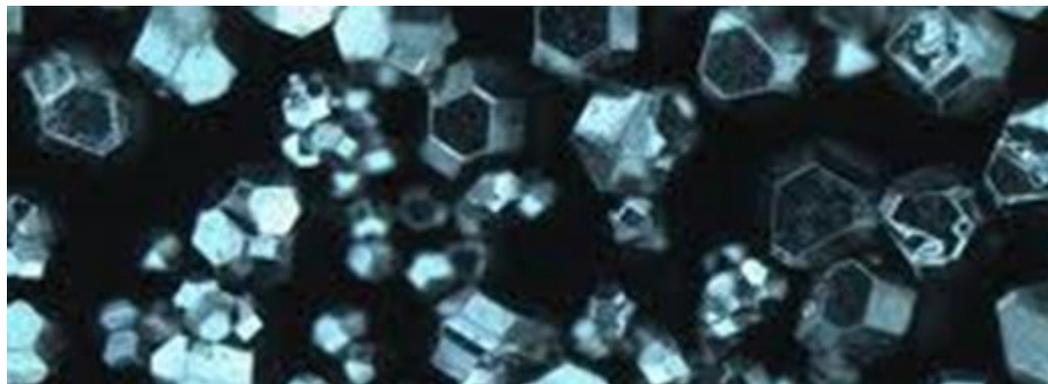
Теплостойкость их 900-1000оС

* **ТИТАНО-ТАНТАЛО-ВОЛЬФРАМОВЫЕ** - ТТ7К10,
ТТ8К6, ТТ10К8

они отличаются большей прочностью и лучшей сопротивляемостью вибрациям и выкрашиванию.

СВЕРХТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К ним относят алмаз, твердость которого в 6 раз выше твердости карбидов вольфрама и в 8 раз выше быстрорежущей стали.



СВЕРХТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- * 80 % добываемых природных алмазов и все синтетические алмазы используются в качестве инструментальных материалов.
- * Основное количество алмазов используется в виде алмазного порошка для изготовления алмазно-абразивного инструмента – шлифовальных кругов, притиров, хонов, надфилей и др., для обработки особо твердых металлов и горных пород. Большое значение имеют заточные круги для твердосплавного инструмента, это увеличивает производительность труда и срок службы инструмента. Повышение стойкости твердосплавного инструмента обеспечивается высокой чистотой (отсутствие зазубрин, мелких трещин) лезвия инструмента.

СВЕРХТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- * Алмазный инструмент изготавливается в виде алмазосодержащих кругов с бакелитовой или металлической связкой.
- * Также изготавливают алмазные резцы (для обработки корпусов часов), фильеры (для волочения проволоки из высокотвердых и драгоценных металлов) и др.
- * Алмазным инструментом обрабатывают цветные материалы и их сплавы, пластмассы, керамику.
- * Преимущества имеют синтетические алмазы они обладают меньшей хрупкостью и стоимостью.

СВЕРХТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- * Алмаз теплостоек до 800°C , далее превращается в графит.
- * Большой универсальностью обладает инструмент из поликристаллического нитрида бора., называемого кубическим нитридом бора. **КНБ** получают спеканием микропорошков нитрида бора при высоких температурах и давлении. КНБ выпускают под названием ЭЛЬБОР. По твердости он не уступает алмазу, но превосходит его по теплостойкости – 1200°C .
- * Отсутствие у него химического сродства с железом позволяет его использовать более эффективно при обработке закал