Инструментальные стали и сплавы

*Инструментальные стали и сплавы - литые твердые сплавы*

***Твердые сплавы -*** материалы с высокой твердостью, прочностью, режущими и другими свойствами, сохраняющимися при нагреве до высоких температур. Различают литые и спеченные (порошковые) твердые сплавы.

Инструментальные стали предназначены для изготовления режущего и измерительного инструмента, штампов холодного и горячего деформирования, а также ряда деталей точных механизмов и приборов: пружин, подшипников качения, шестерен и др. Часто из таких сталей изготавливают только рабочую (режущую) часть инструмента, а крепежные части выполняют из конструкционных сталей.

Основными потребительскими требованиями к инструментальным сталям являются *высокие твердость, износостойкостъ* и *прочность при высокой* (500...800°С) *теплостойкости.* Кроме эксплуатационных свойств, для инструментальных сталей большое значение имеют технологические свойства: *прокаливаемость, малые объемные изменения при закалке, обрабатываемость давлением, резанием, шлифуемостъ.*

Необходимые свойства инструментальным сталям придают карбидные фазы, так как именно их присутствие обуславливает высокие прочностные показатели и твердость (рис. 4).

 **Рис. 4**. *Влияние содержания хрома и типа карбидов в хромистых сталях на твердость НВ и износостойкостъ при трении по абразиву. Штриховые линии - сплавы, содержащие 0,4% С; сплошные линии - сплавы, содержащие 1% С; 1 -Fe,C ; 2 - Cr7C3 ; 3 - Cr23C6*

Для обеспечения необходимых свойств применяют специальное легирование и термическую обработку. Так обеспечение теплостойкости достигается легированием стали вольфрамом, молибденом, ванадием, а легирование хромом и марганцем повышают ее прокаливаемость.

Термическая обработка инструментальных сталей, как правило, включает закалку и низкий отпуск. В результате такой обработки достигаются твердость стали 60...65 HRC и предел прочности при изгибе σ = 250...350 МПа. Режимы термической обработки в зависимости от химического состава сталей и требований к их твердости и прочности установлены ГОСТ 5950-73 и ГОСТ 19265-73.

Инструментальные стали классифицируются (ГОСТ 1435-74 и ГОСТ 5950-73) по основному потребительскому свойству на *стали высокой твердости, стали повышенной вязкости* и *теплостойкие стали.* Стали высокой твердости и повышенной вязкости используются как нетеплостойкие.

Инструментальные *стали высокой твердости* по химическому составу могут быть высокоуглеродистыми (0,68...1,35% С) и низколегированными (Mn, Si, Cr и др.). Структура после термообработки - мартенсит и перлит. Температура эксплуатации для изделий из таких сталей до 190... 225°С; при этом их твердость - 60...68 HRC.

Инструментальные стали высокой твердости (У10...У13, У10А...У13А, 13Х, ХВСГ, 9ХФ, 7ХГ2ВМ и др.) классифицируются по прокаливаемости на *стали небольшой, повышенной* и *высокой прокаливаемости.* Величина прокаливаемости определяет размер изделия. Так инструментальные стали небольшой прокаливаемости используют для изготовления тонкого инструмента диаметром менее 12...15 мм, а стали высокой прокаливаемости - для массивного инструмента и инструмента сложной формы.

*Стали повышенной вязкости* по химическому составу - среднеуглеродистые (0,60...0,74% С), среднелегированные (Mn, Si, Cr и др.). Для изделий из этих сталей температура эксплуатации, как правило, менее 200°С, а их твердость - 62 HRC. Стали повышенной вязкости (У7, У7А, 7ХФ, 6ХС) используются для изготовления инструментов для обработки древесины (пилы, ножи и др.).

Инструментальные *теплостойкие стали* по температуре эксплуатации в свою очередь делят на *собственно теплостойкие* (500...800°С) и *полутеплостойкие* (до 500°С). По химическому составу эти стали являются углеродистыми (0,22...1,65% С), высоколегированными (Мп, Si, Cr, W, Мо и др.).

Теплостойкие стали высокой твердости объединяют в группу так называемых *быстрорежущих сталей,* маркируемых по ГОСТ 19265-73, буквой Р (режущие). После буквы Р в марке следует цифра, указывающая среднее содержание в процентах вольфрама - главного легирующего элемента этих сталей (буква В - его условное обозначение - пропускается): затем указываются принятыми для обозначения как и в остальных сталях буквами другие легирующие элементы с цифрами, указывающими их содержания в процентах, если это содержание больше 1...2%. В состав всех быстрорежущих сталей непременно входят углерод (0,8...1,25%), хром (около 4%) и ванадий (1...2%), содержание которых в марке не указывается.

Фазовый состав быстрорежущих сталей в отожженном состоянии представлен легированным ферритом и карбидами МбС, МззСб, МС, МзС. Основным карбидом является М6С. Количество карбидной фазы в стали Р18 достигает 25...30%, а в стали Р6М5 - 22%.

Обработка быстрорежущих сталей включает горячую ковку литых заготовок, отжиг,. закалку и многократный (чаще трехкратный) отпуск. Структура после закалки - мартенсит + карбиды + остаточный аустенит. Отпуск вызывает превращение остаточного аустенита в мартенсит и дисперсионное твердение. Это сопровождается увеличением до % HRC 64 твердости (вторичная твердость) за счет выделения частиц цементита. Для улучшения режущих свойств и повышения износостойкости некоторые виды инструментов подвергают низкотемпературному (540...570°С) цианированию, в результате которого на поверхности стали образуется тонкий слой высокой твердости (1000...1100 HV).

Полутеплостойкие (Х12М, 5ХНМ) и теплостойкие (Р12, Р6М5, Р18; Р12ФЗ, Р13Ф4К5, Р9М4К8, Bl 1M7K23, 4Х5МФС, 4Х5В2ФС, 4Х4ВМФС, 45ХЗВЗМФС, 2Х8В8М2К8) стали используются для изготовления режущих инструментов (например, фрезы, сверла) и штампов, пуансонов. Для инструментальных сталей при температуре эксплуатации до б50°С твердость должна быть 60...62 HRC, a для штамповых - 45...52 HRC до 700°С.

*Инструментальные стали для измерительного инструмента* (плиток, калибров, шаблонов) помимо твердости и износостойкости должны сохранять постоянство размеров и хорошо шлифоваться. Обычно применяют стали У8...У12, X, ХВГ, Х12Ф1. Необходимые требования обеспечивают применением обработки холодом до - 60°С (нередко многократной) и отпуска при 120...130°С непосредственно после закалки.

Измерительные скобы, шкалы, линейки и другие плоские и длинные инструменты изготовляют из листовых сталей 15, 15Х. Для получения рабочей поверхности с высокой твердостью и износостойкостью инструменты подвергают цементации и закалке.