

# **Тема 4.3**

## **Инструментальные стали**

**Инструментальные стали предназначены для изготовления следующих основных групп инструмента: режущего, измерительного и штампов. По условиям работы инструмента к таким сталям предъявляют следующие требования: стали для режущего инструмента (резцы, сверла, метчики, фрезы и др.) должны обладать высокой твердостью, износостойкостью и теплостойкостью; стали для измерительного инструмента должны быть твердыми, износостойкими и длительное время сохранять размеры и форму инструмента; стали для штампов (холодного и горячего деформирования) должны иметь высокие механические свойства (твердость, износостойкость, вязкость), сохраняющиеся при повышенных температурах; кроме того, стали для штампов горячего деформирования должны обладать устойчивостью против образования поверхностных трещин при многократном нагреве и охлаждении.**

Углеродистые инструментальные стали (ГОСТ 1435-74). **Инструментальные углеродистые стали выпускают следующих марок: У7, У8, У8Г, У9, У10, У11, У12 и У13.** Цифры указывают на содержание углерода в десятих долях процента ( :10).

Буква Г после цифры означает, что сталь имеет повышенное содержание марганца. Марка инструментальной углеродистой стали высокого качества имеет букву А, например У12А: инструментальная углеродистая сталь высокого качества, содержащая 1,2% С.

**Инструменты, применение которых связано с ударной нагрузкой, например зубила, бородки, молотки, изготавливают из сталей У7А, У8А. Инструменты, требующие большой твердости, но не подвергающиеся ударам, например сверла, метчики, развертки, шаберы, напильники, - из сталей У12А, У13А. Стали У7-У9 подвергают полной, а стали У10-У13 неполной закалке.**

**Недостатком углеродистых инструментальных сталей является их низкая теплостойкость – способность сохранять большую твердость при высоких температурах нагрева. При нагреве выше 200°С инструмент из углеродистых сталей теряет твердость.**

## **Легированные инструментальные стали** (ГОСТ

5950-73). Легирующие элементы, вводимые в инструментальные стали, увеличивают теплостойкость (вольфрам, молибден, кобальт, хром), закаливаемость (марганец), вязкость (никель), износостойкость (вольфрам).

В сравнении с углеродистыми легированные инструментальные стали имеют следующие преимущества: хорошую прокаливаемость; большую пластичность в отожженном состоянии, значительную прочность в закаленном состоянии, более высокие режущие свойства.

1) *Низколегированные инструментальные стали* содержат до 2,5% легирующих элементов, имеют высокую твердость (HRC 62-69), значительную износостойкость, но малую теплостойкость (200-260°C). В отличие от углеродистых сталей их используют для изготовления инструмента более сложной формы.

**В низколегированных сталях X, 9XC, XBG, XBCG основной легирующий элемент - хром. Сталь X легирована только хромом. Повышенное содержание хрома значительно увеличивает ее прокаливаемость. Сталь X прокаливается в масле полностью в сечении до 25 мм, а сталь У10 - только в сечении до 5 мм. Применяют сталь X для изготовления токарных, строгальных и долбежных резцов. Сталь 9XC кроме хрома легирована кремнием. По сравнению со сталью X она имеет большую прокаливаемость – до 35 мм; повышенную теплостойкость - до 250-260°С (сталь X до 200-210°С) и лучшие режущие свойства. Из стали 9XC изготавливают сверла, развертки, фрезы, метчики, плашки.**

**Сталь ХВГ легирована хромом, вольфрамом и марганцем; имеет прокаливаемость на глубину до 45 мм. Сталь ХВГ используют для производства крупных и длинных протяжек, длинных метчиков, длинных разверток и т. п.**

**Сталь ХВСГ - сложнолегированная сталь и по сравнению со сталями 9ХС и ХВГ лучше закаливается и прокаливается. При охлаждении в масле она прокаливается полностью в сечении до 80 мм. Она меньше чувствительна к перегреву. Теплостойкость ее такая же, как у стали 9ХС. Сталь ХВСГ применяют для изготовления круглых плашек, разверток, крупных протяжек и другого режущего инструмента.**

2) **Высоколегированные инструментальные стали** содержат вольфрам, хром и ванадий в большом количестве (до 18% **основного легирующего элемента**); имеют высокую теплостойкость (600-640°C). Их используют для изготовления высокопроизводительного режущего инструмента, предназначенного для обработки высокопрочных сталей и других труднообрабатываемых материалов.

Такие стали называют инструментальными **быстрорежущими** (ГОСТ 19265-73). **Быстрорежущие стали** обозначают буквой Р, цифра после которой указывает содержание вольфрама. Содержание хрома (4%) и ванадия (2%) в марках быстрорежущих сталей не указывают. **В некоторые быстрорежущие стали дополнительно вводят молибден, кобальт и большое количество ванадия. Марки таких сталей содержат соответственно буквы М, К, Ф и цифры, указывающие их количество.** Наиболее распространены Р18, Р9, Р10К5Ф5 и другие быстрорежущие стали.

Для изготовления *измерительных инструментов* применяют X, ХВГ и другие стали, химический состав которых приведен в ГОСТ 5950-73. Для измерительного инструмента (особенно высоких классов точности) большое значение имеет постепенное изменение размеров закаленного инструмента в течение длительного времени, что связано с уменьшением и перераспределением внутренних напряжений. Поэтому при термической обработке измерительного инструмента большое внимание уделяется стабилизации напряженного состояния. Это достигается соответствующим режимом низкого отпуска – при температуре 120-130°С в течение 15-20 ч и обработкой при температурах ниже нуля (до -60°С).

*Штампы холодного деформирования* небольших размеров (сечением 25-30 мм), простой формы, работающие в легких условиях, изготавливают из углеродистых сталей У10, У11, У12. Штампы сечением 75-100 мм более сложной формы и для более тяжелых условий работы изготавливают из сталей повышенной прокаливаемости X, ХВГ.

Для изготовления инструмента с высокой твердостью и повышенной износостойкостью, а также с малой деформируемостью при закалке используют стали с высокой прокаливаемостью и износостойкостью, например высокохромистую сталь Х12Ф1 (11-12,5% Сг; 0,7-0,9% V) .

Для *инструмента*, подвергающегося в работе *большим ударным нагрузкам* (пневматические зубила, режущие ножи для ножниц холодной резки металла), применяют стали с меньшим содержанием углерода, повышенной вязкости 4ХС, 6ХС, 4ХВ2С и др.

Молотовые штампы горячего деформирования изготавливают из сталей 5ХНМ, 5ХГМ, 5ХНВ. Эти стали содержат одинаковое количество (0,5-0,6%) углерода и легированы хромом. Такое содержание углерода позволяет получить достаточно высокую ударную вязкость; хром повышает прочность и увеличивает прокаливаемость сталей. Никель вводят в эти стали с целью повышения вязкости и улучшения прокаливаемости. Вольфрам и молибден повышают твердость и теплостойкость, уменьшают хрупкость, измельчают зерно и уменьшают склонность стали к перегреву. Марганец, как более дешевый легирующий элемент, является заменителем никеля.

**Для сталей молотовых штампов характерна глубокая прокаливаемость. Например, стали 5ХНМ и 5ХГМ прокаливаются в сечениях до 200-300 мм.**

**3Х2В8Ф, 4Х2В5МФ и другие стали применяют для тяжело нагруженных мелких штампов, вставок окончательного ручья, матриц и пуансонов для горячего выдавливания. Некоторые марки штамповых сталей применяют также для изготовления пресс-форм для литья под давлением. К этим сталям предъявляют повышенные требования по теплостойкости и меньшие требования по прокаливаемости.**



Чебоксарский  
Электромеханический  
Колледж