

There are no translations available.

## **Влияние криогенной обработки на структурные превращения и изменения физико-механических свойств стали**

В структуре закаленной стали имеется некоторое количество достаточно мягкого остаточного аустенита, что обусловлено ее химическим составом и режимом термообработки. В результате этого понижаются твердость, прочность, теплопроводность и магнитные свойства, возрастает вязкость стали, изменяются размеры, ухудшается качество поверхности изделия. Отпуск закаленной стали с целью ликвидации или уменьшения количества остаточного аустенита в большинстве случаев неэффективен, поскольку не достигается необходимая степень распада остаточного аустенита и его замещения мартенситом. Для улучшения структуры закаленной стали, уменьшения в ее составе количества аустенита, повышения качества и прочности изделий наиболее рационально использовать **криогенный метод обработки металлов (обработка и воздействие холодом, глубокое охлаждение)**.

Криогенной обработкой обеспечиваются улучшение механических и режущих свойств инструментов (в том числе из быстрорежущих сталей), повышение их износостойкости и твердости, а также повышение износостойкости контрольно-измерительных инструментов, штампов и пресс-форм, изготовленных из высокоуглеродистых и легированных конструкционных сталей. Увеличивается твердость коррозионно-стойких сталей с повышенным содержанием углерода. Улучшается качество поверхностей, подвергаемых полированию или доводке (наличие мягких и вязких аустенитных участков в структуре поверхностного слоя препятствует созданию однородной зеркальной поверхности).

Криогенную обработку металлов можно производить используя установки ООО "КРИО ХОЛОД" для криогенной обработки металлов (обработка металлов холодом) такие как: [УТИ 1600-Х-2/-50-80](#)



Снижение температуры конца

мартенситного превращения, °С

Марганец..... 45

Никель..... 26

Ванадий..... 30

Таблица 1. Средние значения коэффициентов расширения

Структурная составляющая стали

Термический коэффициент расширения, °С

$\alpha \cdot 10$                       6

$\beta \cdot 10$                       6

Аустенит Мартенсит

23,0 11,5

70,0 35,0

□

**Таблица 2. Температура начала и конца мартенситного превращения**

**Содержание углерода в стали, % (мас. доля)**

**Температура, °C**

**Начала превращения (точка Мн)**

**Конца превращения (точка Мк)**

0-0,3 0,3-1,17

350 180

200 –140

**Таблица 3. Влияние криогенной обработки на свойства стали**

Сталь

Мартенситные точки, °C

Количество аустенита, %

Прирост твердости (HRC) после обработки

Мн

Мк

До обработки

После обработки

У7

300-250

-50

3-5

1,0

0,5

У8

250-225

-55

4-8

1-6

1,0

У9

225-210

-55

5-12

3-10

1-1,5

У10

210-175

-60

6-18

4-12

1,5-3

У12

175-160

-70

10-20

5-14

3-4

9XC

210-185

-60

6-17

4-17

1,5-2,5

X

180-145

-90

9-28

4-17

3-6

ХВГ

155-120

-110

13-45

2-17

5-10

Охлаждение ниже температуры конца мартенситного превращения не вызывает дальнейшего превращения аустенита в мартенсит. Чем больше углерода и легирующих элементов в стали, тем выше температура закалки, тем большее количество остаточного аустенита получается в закаленной стали и, следовательно, тем ниже температура начала  $M_n$  и конца  $M_k$  мартенситного превращения (см. табл. 3). На количество остаточного аустенита оказывает влияние и скорость охлаждения стали в области температур мартенситного превращения. С уменьшением этой скорости количество остаточного аустенита увеличивается, поскольку основная его часть не успевает преобразоваться и фиксируется. Поэтому в некоторых марках стали не весь аустенит превращается в мартенсит. Определенное количество его стабилизируется, причем чем больше аустенита стабилизируется, тем выше температура закалки и ниже температура мартенситного превращения. Выдержка закаленной стали при нормальной температуре ведет к стабилизации остаточного аустенита. При последующем охлаждении такой стали превращение начинается не сразу, а после циклического гистерезиса в несколько десятков градусов. Продолжительность перерыва между закалкой и криогенной обработкой влияет на степень стабилизации аустенита.

Температура, при которой аустенит стабилизируется, зависит от марки стали (температура стабилизации обозначается  $M_s$ ). При температуре, превышающей  $M_s$ , аустенит не стабилизируется. Если температура

$M_s$

ниже  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , то между закалкой и криогенной обработкой может быть промежуток времени любой длительности. Если температура

$M_e$

выше  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , то криогенную

обработку проводят сразу после закалки. Стабилизирующее влияние выдержки после закалки будет тем больше, чем выше находится точка

$M_s$

на температурной шкале. Стабилизация размеров технологической оснастки высокой точности достигается дополнительной термообработкой – старением, выполняемым с длительным нагревом до  $120\text{-}150\text{ }^\circ\text{C}$  после однократной криогенной обработки.

Криогенную обработку целесообразно применять для стальных нерегулируемых разверток, расточных блоков, протяжек и прошивок, гладких и резьбовых калибров (скоб, пробок, колец, шаблонов), концевых мер длины, установочных мер, рабочих деталей штампов и пресс-форм, направляющих и фиксирующих деталей станочных приспособлений, контрольных и установочных оправок но не только. Еще криогенная обработка применяется при изготовлении разнообразных подшипников, высоко точных и ответственных деталей.

