

Определим деформацию вала. Для этого скроем части конструкции и определим деформацию вала. Деформация вала составляет 0,01мм, что допустимо. Из анализа нагрузки определяем нагрузку на валу. Она составляет 36,46 МПа.

УДК 621.785.92

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

Студент группы 104210 Коротков А.С.
Научный руководитель – Вейник В.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью данной работы является изучение влияния криогенной обработки высокоуглеродистой и легированной стали на её структуру и, соответственно, свойства.

В структуре закаленной стали, содержащей более 0,5% С, 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)**.

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).

Таблица 1 – Влияние 1% легирующих элементов на температуру конца мартенситного превращения

Легирующий элемент	Снижение температуры конца мартенситного превращения, °С
Марганец	45
Никель	26
Ванадий	30

В таблице 2 приведены средние коэффициенты расширения аустенитно-мартенситных фаз стали.

Распад остаточного аустенита и превращение его в мартенсит происходят в определенном интервале температур. Если закалка осуществляется при пониженных температурах, то аустенит мало насыщается кислородом, его превращение полностью заканчивается при температуре ниже нуля, и охлаждение не вызывает дополнительных аустенитных превращений. Выполнение закалки при повышенных температурах приводит к образованию аустенита с высокой концентрацией по углероду и легирующим элементам. При охлаждении стали, закаленной при повышенных температурах, до температур, меньших нуля, происходит дальней-

шее превращение аустенита в мартенсит. Этот процесс продолжается вплоть до достижения температуры конца мартенситного превращения (таблица 3). Границы температур начала и конца мартенситного превращения существенно зависят от химического состава стали, наличия в ней легирующих примесей.

Таблица 2 – Средние значения коэффициентов расширения

Структурная составляющая стали	Термический коэффициент расширения, °С	
	$\alpha \cdot 10^6$	$\beta \cdot 10^6$
Аустенит Мартенсит	23,0	70,0
	11,5	35,0

Таблица 3 – Влияние криогенной обработки на свойства стали

Сталь	Мартенситные точки, °С		Количество аустенита, %		Прирост твердости (HRC) после обработки
	M _n	M _k	До обработки	После обработки	
У8	250-225	-55	4-8	1-6	1,0
У12	175-160	-70	10-20	5-14	3-4
Х	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 (таблица 2). 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.

Криогенную обработку целесообразно применять для стальных нерегулируемых разверток, расточных блоков, протяжек и прошивок, гладких и резьбовых калибров, концевых мер длины, установочных мер, рабочих деталей штампов и пресс-форм.

УДК 669-157.84

Стали криогенной техники

Студент группы 104210 Коротков А.С.
 Научный руководитель – Вейник В.А.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Криогенные стали (от греческого *kryos* - холод, мороз) – металлические материалы для машин и оборудования предназначенные для получения, перевозки и хранения сжимае-