

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Домашнее задание

по дисциплине «Материаловедение»

Выполнил: студент гр. СМ10-51

Сухоносенко Владимир

Задание № Д-13

Проверил: преподаватель кафедры МТ8

Дегтярёва А. Г.

Дата: 20.11.2024 г.

Москва 2024

Содержание

1	Условие задания	1
2	Выбор материала	2
3	Назначение режима химико-термической обработки	3
4	Свойства выбранного материала при заданной обработке	5
	Список использованных источников	6

1 Условие задания

Валы, оси, шестерни, крестовины карданного шарнира автомобиля изготавливают из цементируемых сталей марок: 18ХГТ, 20 ХГР, 25ХГМ, 30ХГТ и др.

1. Выберите легированную сталь для изготовления крестовины карданного шарнира диаметром шейки 30 мм, упрочняемой цементацией в условиях массового производства. Назначьте и обоснуйте режимы газовой цементации и последующей термической обработки, обеспечивающие эффективную толщину слоя 0,8-1,1 мм, твердость поверхности 59-62 HRC, сердцевины - HB 260-320. Постройте график термообработки, включающий науглероживание и последующую термическую обработку в координатах температура-время.

2. Опишите структурные превращения, происходящие в поверхностном слое и сердцевине детали на всех стадиях термической обработки.

3. Приведите основные сведения об этой стали: химический состав по ГОСТу, область применения, требования, предъявляемые к этому виду изделий, механические свойства после выбранного режима термической обработки, технологические свойства, влияние легирующих элементов, достоинства и недостатки и др.

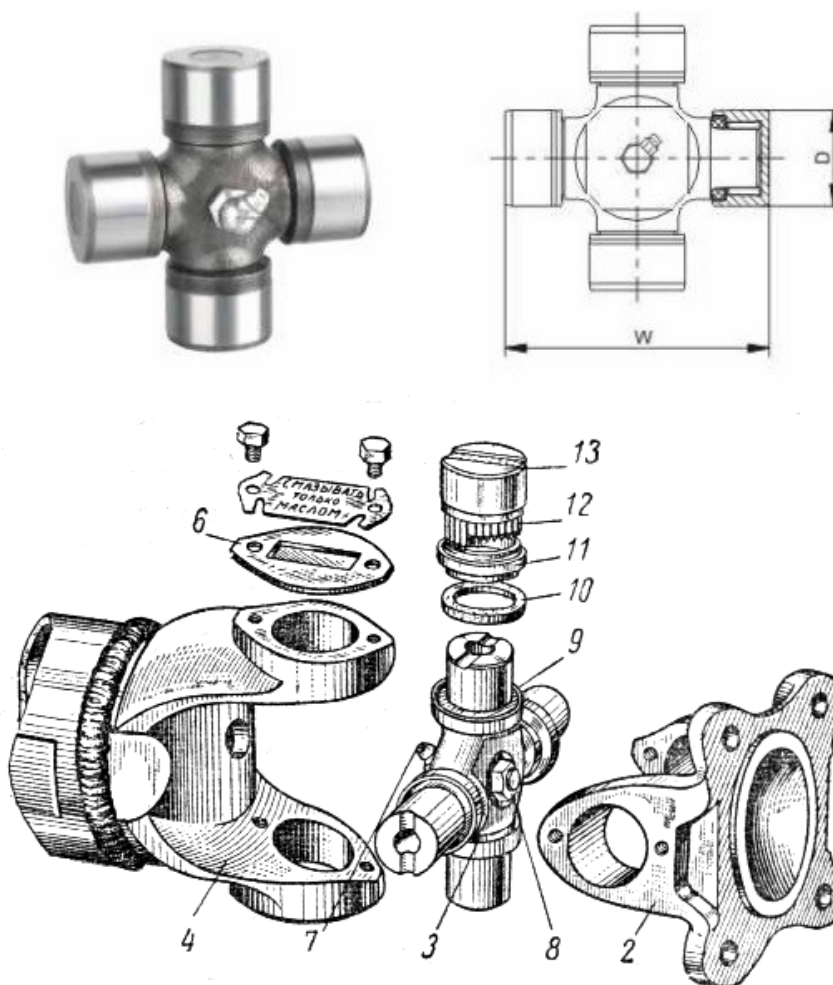


Рисунок 1.1 — Крестовина карданного шарнира

2 Выбор материала

В массовом производстве крестовины карданных шарниров производятся горячей объёмной штамповкой [1]. Цементацию корректно производить после получения требуемой формы детали механической обработкой.

Среди цементуемых сталей для дальнейшего рассмотрения из марочника [2] для были выбраны три варианта, имеющие посходящее значение твердости как на поверхности, так и в сердцевине: Стали 20ХН4А, 30ХГТ, 18ХГТ - твердость цементованного поверхностного слоя для каждой - 57-63 HRC, Твердость в сердцевине - не более 321-420, 300, 285 HB соответственно.

Выберем наиболее подходящую сталь из технологических соображений:

Сталь 20ХН4А: Температура ковки, °C, начала 1200, конца 800. Сечения до 100 мм охлаждаются на воздухе; к отпускной хрупкости малосклонна; флокеночувствительность - чувствительна.

Сталь 30ХГТ - Температура ковки, °C, начала 1220, конца 800. Сечения до 200 мм охлаждаются в зольниках; склонна к отпускной хрупкости; флокеночувствительность - не чувствительна.

Сталь 18ХГТ - Температура ковки, °C, начала 1200, конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе; малосклонна к отпускной хрупкости; Флокеночувствительность - не чувствительна.

После анализа приведённых технологических характеристик был сделан вывод, что марка 18ХГТ является наиболее подходящей для данной детали. По сравнению с 30ХГТ охлаждение после ковки можно производить в воздухе, а не в зольниках, отпускная хрупкость менее вероятна; По сравнению с 20ХН4А сталь 18ХГТ лучше в силу того, что не склонна к образованию флокенов - внутренних трещин и полостей в поковке, что важно при выбранном способе получения детали (горячая объёмная штамповка).

3 Назначение режима химико-термической обработки

В условии обозначено, что упрочнение детали нужно произвести газовой цементацией. Выбранная сталь 18ХГТ обладает достаточной природной мелкозернистостью (температура начала роста зерна 1000°C [3]) выгодно произвести всего одну закалку с цементационного нагрева с последующим отпуском [4].

Для стали 18ХГТ при размере сечения 20-60мм производится цементация при 920-950 $^{\circ}\text{C}$, закалка 820 – 860 $^{\circ}\text{C}$ в масле и отпуск при 180 – 200 $^{\circ}\text{C}$ с охлаждением на воздухе [2].

Таблица 3.1 — Глубина науглероженного слоя при газовой цементации [5]

Глубина цементованного слоя при газовой цементации								
Продолжительность выдержки, ч	Глубина цементованного слоя, мм, при температуре, $^{\circ}\text{C}$							
	820	850	875	900	925	950	975	1000
1	0,30	0,38	0,45	0,53	0,63	0,75	0,85	1,00
2	0,42	0,53	0,63	0,76	0,90	1,00	1,22	1,42
3	0,53	0,63	0,80	0,94	1,10	1,30	1,50	1,70
4	0,60	0,74	0,89	1,07	1,27	1,50	1,75	2,00

По условию необходимо добиться эффективной толщины слоя 0.8-1.1 мм. Ориентируясь на среднее значение в 0.9 мм, время газовой цементации при температуре 925 – 950 $^{\circ}\text{C}$ составит 2 часа. В результате в сердцевине образуется аустенит с такой же концентрацией углерода, что и исходная сталь 18ХГТ - около 0.18%; на поверхности концентрация углерода соответствует заэвтектоидными сталям (более 0,8% С)

Перейдём к назначению режима закалки. Температуру закалки выберем выше $A_{c3} = 825^{\circ}\text{C}$ сердцевины - 850 $^{\circ}\text{C}$ - при таком нагреве во всем объёме детали будет присутствовать аустенит.

После закалки при охлаждении в масле в силу достаточной стабильности аустенита из-за легирующих элементов на поверхности аустенит преобразуется в мартенсит. В сердцевине также происходит мартенситное превращение с долей промежуточного(бейнитного) превращения, если кривая охлаждения пересечёт кривую начала промежуточного превращения (см. диаграммы изотермического превращения аустенита)

Окончательная термическая обработка - низкий отпуск при 180-200 $^{\circ}\text{C}$ для уменьшения остаточных напряжений и повышения вязкости сталей. Образуется мартенсит отпуска.

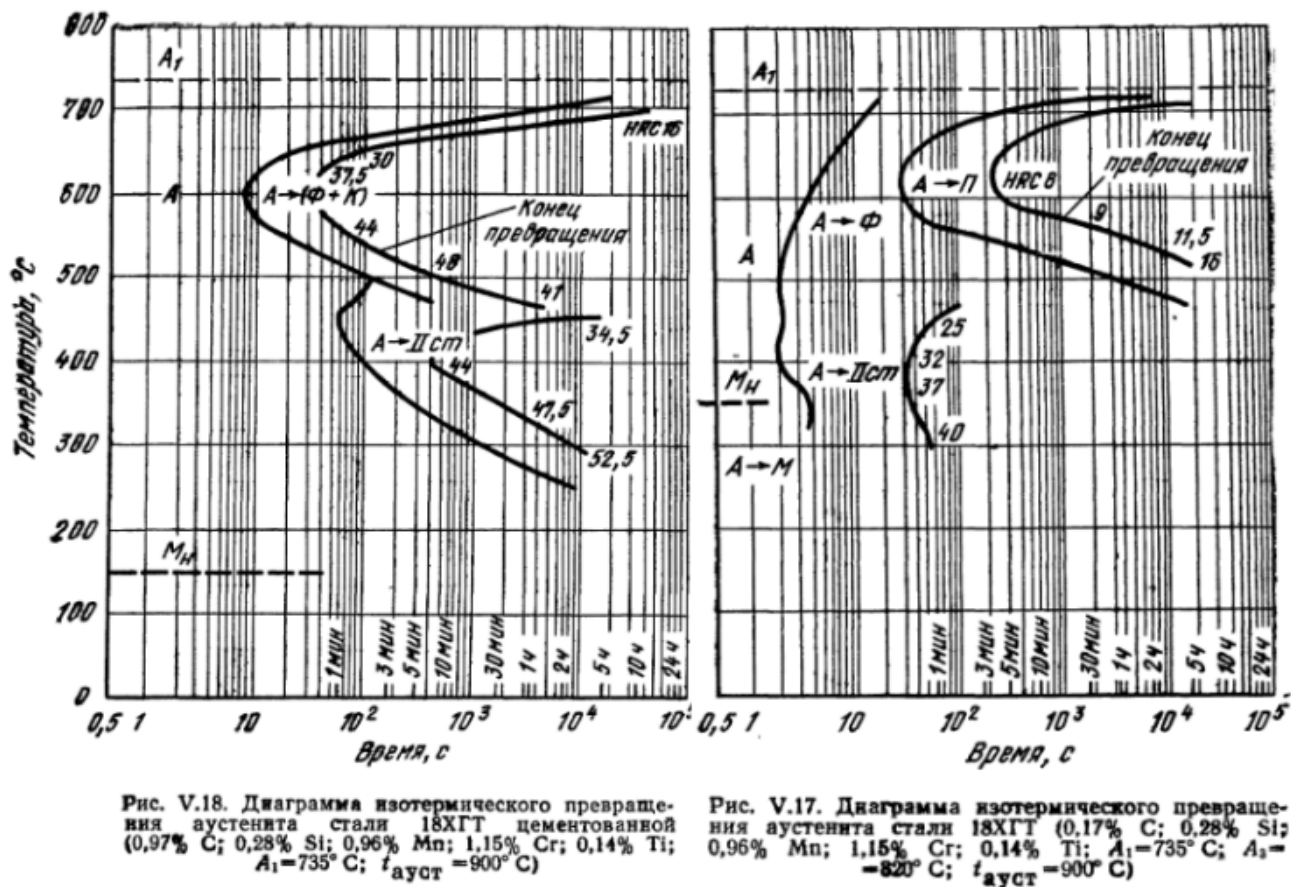


Рисунок 3.1 — Диаграммы изотермического превращения переохлаждённого аустенита [5]

Рисунок 3.2 — График химико-термической обработки

4 Свойства выбранного материала при заданной обработке

Выбранная сталь - 18ХГТ имеет следующее назначение: улучшаемые или цементуемые детали ответственного назначения, от которых требуется повышенная прочность и вязкость сердцевины, высокая поверхностная твердость; Ответственные детали, работающие при больших скоростях, средних и высоких удельных усилиях при наличии ударных нагрузок: шестерни полуосей и коробок передач, сателлиты, кулачки шарнира переднего ведущего моста, втулки, червячные валы, кулачковые муфты, пальцы, конические кольца подшипников диаметром 60-250 мм и ролики диаметром до 25 мм и др. Термическая обработка - цементация, закалка и низкий отпуск.

Температура критических точек, °C [81, 105]								
Ac ₁	Ac ₃	Ar ₃	Ar ₁	M _n				
740	825	730	650	360				
Химический состав, % (ГОСТ 4543-71)								
C	Si	Mn	Cr	Ti	P	S	Cu	Ni
					не более			
0,17-0,23	0,17-0,37	0,80-1,10	1,00-1,30	0,03-0,09	0,035	0,035	0,30	0,30

Рисунок 4.1 — Химический состав и критические точки 18ХГТ [2]

После выбранного режима термической обработки материал будет обладать следующими свойствами: Твердость сердцевины - не более HB 341; Твердость поверхности HRC 57-63; σ - 833 МПа, σ_B - 910 МПа, δ - не менее 9%, ψ - не менее 50%, KCU - не менее 78 Дж/см².

Технологические свойства: Температураковки, °C, начала 1200, конца 800. Сечения до 250 мм охлаждаются на воздухе, сечения 251-350 мм - в яме. Малосклонна к отпускной хрупкости. Флокеночувствительность - не чувствительна. Свариваемость - сваривается без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы сварки: РДС, КТС.

Обрабатываемость резанием - $K_{\nu \text{ тв.спл}} = 1,1$; $K_{\nu \text{ б.ст}} = 1,0$ после нормализации при HB 156-159 и σ_B 530 МПа.

Легирующие элементы: хром, марганец, титан являются карбидообразователями и способствуют процессу цементации, затрудняют распад мартенсита, уменьшают скорость диффузии углерода, увеличивают силы межатомной связи, что повышает теплостойкость - сопротивление отпуску. Эти элементы также изменяют форму С-образных кривых на термокинетической диаграмме - благодаря им время устойчивости переохлаждённого аустенита возрастает, что позволяет делать закалку при меньших скоростях охлаждения.

Марганец повышает твердость, износоустойчивость, ударную прочность и прокаливаемость. Хром повышает твердость, прочность, ударную вязкость, коррозионную стойкость, электросопротивление сталей, одновременно уменьшая их коэффициент линейного расширения и пластичность. Титан увеличивает прочность, коррозионную стойкость и улучшает обрабатываемость сталей.

Список использованных источников

1. *Техно Кардан*. Процесс изготовления крестовин карданных валов. — 2024. <http://www.tehnokardan.ru/stati/proczess-izgotovleniya-krestovin-kardannyix-valov>.
2. *Сорокин, В.Г.* Стали и сплавы. Марочник / В.Г. Сорокин. — Москва: Интернет инжиниринг, 2001.
3. Технологические параметры газовой цементации. — 2024. https://www.mius.ru/thermal/articles/detail.php?SECTION_ID=&ELEMENT_ID=128.
4. *Арзамасов, Б.В.* Материаловедение / Б.В. Арзамасов. — Изд-во МГТУ им. Баумана, 2008.
5. *М. А. Тылкин*. Справочник термиста ремонтной службы / М. А. Тылкин. — Москва: Металлургия, 1981.