ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

«Разработка технологического процесса термической обработки стальной детали»

№ варианта	Наименование детали	Марка стали	Твёрдость поверхности (рабочей части)	Твёрдость основного металла
1	Болт коренных подшипников	40Х	241…311 НВ	
2	Вал	20ХНМА	56…60 HRC	250…300 НВ
3	Ведомая шестерня конечной передачи	18Х2А	56...62 HRC	35...45 HRC
4	Чертилка	У10А	50…55 HRC	
5	Штампы для горячего деформирования	5ХГМ	40…46 HRC	
6	Болт шатуна	35Г2	248...285 НВ	
7	Вал	30ХГСН2А	260…280 НВ	
8	Ведомая шестерня конечной передачи	18ХГТ	56...62 HRC	≥23 HRC
9	Матрица для холодной штамп	Х6ВФ	62...63 HRC	
10	Штампы для холодного деформирования	6ХВ2С	42…48 HRC	
11	Болт шатуна	35СГ	248...285 НВ	
12	Вал	30ХГСНА	350…410 НВ	
13	Болт коренных подшипников	40Х	241…311 HRC	
14	Звездочка цепной передачи	20Х	54...62 HRC	150...170 НВ
15	Матрица для холодной штамповки	Х12Ф1	60...62 HRC	
16	Болт шатуна	35ХГСА	> 235 НВ	
17	Вал	30ХН3А	280...330 НВ	
18	Ведомая шестерня конечной передачи	20ХМ	56...62	≥23 HRC
19	Нож дисковый	70Г	327...415 НВ	
20	Сегмент	У9А	50…56HRC	311…363 НВ
21	Болт шатуна	38ХН3ВА	350...420 НВ	
22	Вал	30ХН3А	280…330НВ	
23	Ведомая шестерня конечной передачи	20ХФА	60...63 HRC	≥25 HRC
24	Нож для холодной резки металла	9ХВГ	55…60 HRC	
25	Зубило слесарное	У7А	53…56 HRC	35…40 HRC
26	Вал	36Х2Н2МФА	360…380 НВ	
27	Ведомая шестерня коробки передач	12Х2Н4А	56...63 HRC	25...28 HRC
28	Ножовочное полотно	В2Ф	63 HRC	
29	Болт шатуна	38ХС	241...269 НВ	
30	Вал	40ХФА	260…290 НВ	

31	Ведомая шестерня коробки передач	15ХГНТ	56...63 HRC	25...28 HRC
32	Ножовочное полотно	Р9	61…66 HRC	
33	Болт шатуна	40Х	230...280 НВ	
34	Вал коробки передач	20ХН3А	56…62 HRC	255…302 НВ
35	Ведомая шестерня коробки передач	15ХФ	56...63 HRC	23...28 HRC
36	Ножовочное полотно	Х6ВФ	63…64 HRC	
37	Болт шатуна	40ХГР	272...302 НВ	
38	Вал коробки передач	25ХГМ	60...65 HRC	363...444 НВ
39	Ведомая шестерня коробки передач	18ХГН	56...63 HRC	25...38 HRC
40	Палец звеньев гусеницы	50Г	40…49 HRC	
41	Болт шатуна	40ХН	255...280 НВ	
42	Вал КПП	25ХГТ	58…62 HRC	290…360 НВ
43	Ведомая шестерня коробки передач	18ХНВА	56...63 HRC	25...30 HRC
44	Плашка резьбовая	9ХВГ	58...62 HRC	
45	Болт шатуна	40ХР	280...302 НВ	
46	Вал руля	35ХГСА	320…360 НВ	
47	Ведомая шестерня коробки передач	20ХН3А	56...63 HRC	25...32 HRC
48	Плашка резьбонарезная	9ХС	60…65 HRC	
49	Болт шатуна	40ХС	30...34 HRC	
50	Вал турбокомпрессора	35ХМ	230...260 НВ	
51	Ведущая шестерня конечной передачи	12ХН3А	56...63 HRC	≥25 HRC
52	Плунжер	15ХФ	56…62 HRC	210…250 НВ
53	Молоток	50Х	50,5…57 HRC	25...30 HRC
54	Вал турбокомпрессора	35ХМ	230…260НВ	
55	Ведущая шестерня конечной передачи	18ГТ	56...63 HRC	≥27 HRC
56	Плунжер	38Х2Ю	250…270 НВ	
57	Болт шатуна	40ХФА	282...348 HRC	
58	Ведущая шестерня конечной передачи	12Х2Н4А	56...63 HRC	20...25 HRC
59	Вторичный вал	18ХГТ	56...63 HRC	28...38 HRC
60	Плунжер	38ХВФЮ	60…65HRC	230…290 НВ

61	Болт шатуна	50ХМ	30...35 HRC	
62	Ведущая шестерня конечной передачи	20ХГР	56...63 HRC	220...302 HB
63	Вторичный вал	20ХГНР	56...63 HRC	179...229 HB
64	Подшипник для агрессивных сред	110Х18М	58...62 HRC	
65	Ведущая шестерня конечной передачи	20ХН	56...63 HRC	≥23 HRC
66	Вторичный вал	20ХН3А	55...62 HRC	≥20 HRC
67	Подшипник качения	20Х2Н4А	58…62HRC	320…400HB
68	Шатун	20ХН4ФА	270…300HB	
69	Ведущая шестерня конечной передачи	20ХН3А	56...63 HRC	35...45 HRC
70	Вторичный вал	30ХГСА	58...63 HRC	30…45 HRC
71	Протяжка	Р6М5К5	63…69 HRC	43,5…57 HRC
72	Шатун	38ХГН	230...280 HB	
73	Ведущая шестерня конечной передачи	25ХГСА	56...63 HRC	25...35 HRC
74	Вторичный вал	50Г	50...56 HRC	30...35 HRC
75	Протяжка	Р6Ф2К8М5	63…70 HRC	43,5…57 HRC
76	Шатун	40Х	27...30 HRC	
77	Ведущая шестерня коробки передач	15ХГНТ	56...63 HRC	25...40 HRC
78	Коленчатый вал	40Г	52...62 HRC	207 – 241
79	Протяжка	Р9К10	63…68 HRC	43,5…57 HRC
80	Шатун	40ХНМА	300…350 HB	
81	Ведущая шестерня коробки передач	15ХМ	56...63 HRC	≥50
82	Коленчатый вал	40ХНМА	56…58HRC	210…250 HB
83	Протяжка	ХВГ	62…65 HRC	43,5…57 HRC
84	Шатун	40ХНР	300…350HB	
85	Ведущая шестерня коробки передач	15ХРА	56...63 HRC	25...38 HRC
86	Коленчатый вал	45 ХН	52...62 HRC	207...241 HB
87	Протяжка	ХВСГ	58…63 HRC	
88	Шатун	40ХС	272...302 HB	
89	Ведущая шестерня коробки передач	15ХФ	56...63 HRC	28...38 HRC
90	Коленчатый вал	45Г2	48...58 HRC	217...255 HB

91	Протяжка	9Х5ВФ	62…65 HRC	280…300 HB
92	Шатун	45Г2	217...289 HB	
93	Ведущая шестерня коробки передач	20ХГН	56...63 HRC	25...38 HRC
94	Коленчатый вал	45Г2	56…58 HRC	207…255 HB
95	Протяжка	Р12Ф5	63…67 HRC	43,5…57 HRC
96	Шатун	45Г2	207...255 HB	
97	Зубчатое колесо	30ХГТ	56…62 HRC	360…410 HB
98	Коленчатый вал	45ХН	52...62 HRC	207...241 HB
99	Протяжка	Р18	63…66 HRC	43,5…57 HRC
100	Шатун	45ХН	217...287 HB	
101	Зубчатое колесо бортовой передачи	12Х2Н4А	58…62 HRC	311…375HB
102	Ось задняя ведущих колес	45ХН	235…311 HB	
103	Пружина	60С2ХФА	420…470 HB	
104	Шатун	50Х	>300 HB	
105	Зубчатое колесо коробки передач	30ХГТ	56...63 HRC	360...410 HB
106	Ось сателлитов	18ХГТ	56...62 HRC	25...30 HRC
107	Пружина	60С2ХФА	360…400 HB	
108	Шатун двигателя	18Х2Н4ВА	302…352 HB	
109	Зубчатое колесо полуоси	18ХГТ	56…62 HRC	363…415HB
110	Ось сателлитов	20ХГСА	56…60 HRC	23 - 28
111	Рессора	55СГ2Р	380…450 HB	
112	Шатун двигателя	20ХН4ФА	260...280 HB	
113	Впускной клапан	40Х9С2	293…375 HB	
114	Первичный вал	18ХГТ	56...63 HRC	25...35 HRC
115	Поршневой палец	12ХН3А	58…62 HRC	331…375 HB
116	Рессора	60С2	363…444 HB	
117	Сателлиты дифференциала	12ХН3А	56...63 HRC	28...38 HRC
118	Игла форсунки	38ХМЮА	60…65 HRC	240…250 HB
119	Первичный вал	30ХГТ	56...63 HRC	30...40 HRC
120	Поршневой палец	12ХН3А	60…62 HRC	280…300 HB

121	Рессора	60С2Н2А	420…470 НВ	
122	Сателлиты дифференциала	15ХФ	56...63 HRC	25...32 HRC
123	Измерительный инструмент	35ХЮА	68…70 HRC	
124	Первичный вал	35ХГФ	255...302 НВ	
125	Поршневой палец	20Г	56...62 HRC	20...25 HRC
126	Сателлиты дифференциала	40Х	41...49 HRC	
127	Толкатель клапана	15ХР	58...62 HRC	20...25 HRC
128	Карбюраторная игла	40Х13	56...60 HRC	
129	Первичный вал	40Х	≥ 50 HRC	241...285 НВ
130	Поршневой палец	20Х	56...62 HRC	200…235 НВ
131	Толкатель клапана	18ХГТ	55...62 HRC	20...25 HRC
132	Шестерня дифференциала	12Х2Н4А	56...63 HRC	25...28 HRC
133	Карбюраторная игла	40Х13	55…60 HRC	
134	Первичный вал	45Х	30...36 HRC	
135	Поршневой палец	20Х	56 -62	25 - 30
136	Толкатель клапана	20ХГР	58 -62	20 - 25
137	Шестерня дифференциала	18ХГТ	41 - 49	25 - 38
138	Клапан	40Х10С2М	200…260 НВ	
139	Полуось	30ХГР	350...410 НВ	
140	Поршневой палец	20Х2Н4А	58...62 HRC	290...350 НВ
141	Толкатель клапана	35ХФ	55...62 HRC	31...35 HRC
142	Шестерня дифференциала	20ХГСА	56...63 HRC	25...28 HRC
143	Клапан	40Х9С2	290…370 НВ	
144	Полуось	30ХГСА	352…415 НВ	
145	Поршневой палец	20Х2Н4А	58…62 HRC	290…350 НВ
146	Фреза	9ХС	62...65 HRC	
147	Шестерня дифференциала	20ХН3А	56...63 HRC	28...32 HRC
148	Клапан двигателя	40Х10С2М	180...250 НВ	
149	Полуось конической передачи	35ХГС	241…285 НВ	
150	Поршневой палец	20ХГР	56…62 HRC	28...35 HRC

151	Фреза	Р6М5	62...63 HRC	
152	Шестерня коническая ведомая	20ХФ	56...63 HRC	≥25 HRC
153	Кольцо подшипника	ШХ15СГ	61...62 HRC	
154	Поршневой палец	20ХГР	56...62 HRC	20...25 HRC
155	Распределительный вал	20ХГНР	56…62 HRC	360…440 HB
156	Червяк руля	12ХН3	58...63 HRC	300...340 HB
157	Шестерня коническая ведомая	12Х2Н4А	56...63 HRC	≥20 HRC
158	Копир	38ХВФЮА	750...1000 HV	
159	Поршневой палец	20ХГТ	56...62 HRC	20…25 HRC
160	Распределительный вал	40ХНМА	64…70 HRC	290…320 HB
161	Червяк руля	12ХН3А	58…63 HRC	300…340 HB
162	Шестерня коническая ведомая	14Х2Н3М	56...63 HRC	≥25 HRC
163	Копир	38ХМФА	750...1000 HV	
164	Поршневой палец	20ХН3А	58…62 HRC	290…350 HB
165	Распределительный вал	45ХН	54...62 HRC	197...241 HB
166	Червяк руля	20ХНМ	59…64 HRC	293…352 HB
167	Шестерня коническая ведомая	18Х2Н4А	56...63 HRC	25...40 HRC
168	Крестовина кардана	20ХГНТР	56…62 HRC	250…290 HB
169	Поршневой палец	50Г	≥55 HRC	30...35 HRC
170	Распределительный вал	50ХН	54...62 HRC	197...248 HB
171	Червяк руля	20ХНР	56…62 HRC	331…401 HB
172	Шестерня коническая ведомая	18ХГМ	56...63 HRC	25...38 HRC
173	Лапа культиватора	65Г	38…52 HRC	
174	Пружина автомата	65Г	42…48 HRC	
175	Ролик подшипника	12Х2Н4А	56...62 HRC	300...380 HB
176	Шарик подшипника качения	ШХ15СГ	60...62 HRC	
177	Шестерня коническая ведомая	20Х	56...63 HRC	≥20 HRC
178	Лапа культиватора	70Г	38…52 HRC	
179	Пружина клапана	50ХФА	42…49 HRC	
180	Ротор турбины	38ХГН	290…310 HB	

ТАИ107

181	Шары дробильных мельниц	110Г13Л	180...200 HB	
182	Шестерня коническая ведомая	20ХГР	56…63 HRC	≥25 HRC
183	Лапа культиватора стрельчатая	65Г	452...495 HB	>350 HB
184	Пружина клапана	50ХФА	380…430 HB	
185	Жаропрочный подшипник качения	8Х4В9Ф2-Ш	60…65 HRC	
186	Сошка руля	40Х	255…302 HB	
187	Шары дробильных мельниц	110Г13Л	190…220 HB	
188	Шестерня коническая ведомая	20ХН3А	56...63 HRC	35...45 HRC
189	Лемех долотообразный	65Г	441...601 HB	
190	Резец	Р6М5К5	63…65 HRC	
191	Толкатель	25ХГСА	240...280 HB	
192	Шестерня коническая ведомая	20ХНР	56...63 HRC	35...45 HRC
193	Штамп для горячей обработки	5ХНМ	45...58 HRC	
194	Лемех предплужника	65Г	441...601 HB	
195	Рессора	50ХГФА	42...48 HRC	
196	Толкатель	25ХГСА	56…62 HRC	360…440 HB
197	Шестерня полуоси	20ХГР	56…62 HRC	260…320 HB
198	Штамп обрезной	Х12М	60...62 HRC	
199	Шестерня	25ХГТ	58…64 HRC	260…310 HB
200	Железнодорожный подшипник качения	ШХ4	61…64 HRC	
201	Полуось заднего моста автомобиля	35ХГСА	35...40 HRC	
202	Сверло	Р6М5	63...65 HRC	
203	Долото (по дереву)	7ХФ	58...60 HRC	
204	Палец крепления амортизатора	35	165...175 HB	
205	Трак гусиницы трактора	110Г13Л	190...217 HB	
206	Штанга привода топливного насоса	40Х	53...55 HRC	30...35 HRC
207	Крестовина кардана автомобиля ЗИЛ-130	18ХГТ	56...62 HRC	240...300 HB
208	Рессора передняя автомобиля	55С2	363...410 HB	
209	Ролик роликовой цепи	15Х	47...55 HRC	не реглам.
210	Нож для горячей резки металла	5ХНМ	45...50 HRC	

201М

211	Вал блока шестерен автомобиля	25ХГМ	57...60 HRC	30...40 HRC
212	Винт самонарезающий	15	>450 HV	270…390 HV
213	Диск ведущий муфты сцепления	65Г	40...47 HRC	
214	Пружина сцепления	65С2ВА	42…48 HRC	
215	Метчик	У10А	62...63 HRC	
216	Напильник	У12А	60...64 HRC	
217	Коленчатый вал двигателя	45	54...56 HRC	229...275 HB
218	Полуось трактора	35ХГСА	35...40 HRC	
219	Серьга пружинная трактора	65Г	40...44 HRC	
220	Шестерня раздаточной коробки	12Х2Н4А	58...65 HRC	HRC 30...45
221	Цапфа картера ведущего моста	40	48...58 HRC	
222	Шайба пружинная	65Г	44...46 HRC	
223	Втулка рычага тормозов	А12	56...62 HRC	не реглам.
224	Пила по дереву	9ХФ	58...60 HRC	
225	Клапан выпускной двигателя	40Х9С2	45...50 HRC	300 HB
226	Лапа культиватора стрельчатая	60	42...49 HRC	340...352 HB
227	Ключ гаечный с величиной зёва 27 мм	40ХФА	45,5…51,5 HRC	
228	Распылитель форсунки двигателя	18НХ4ВА	58...60 HRC	321...400 HB
229	Пружина буксирного устройства	70Г	HRC 38-45	
230	Вал коленчатый двигателя	60ХФА	52...62 HRC	229...269 HB
231	Пластина клапанная компрессора	30Х13	39...43 HRC	
232	Зуб ковша экскаватора	110Г13ХМЛ	200...220 HB	
233	Пассатижи слесарные	7Х3	40...48 HRC	
234	Зенкер	ХВСГ	60...62 HRC	
235	Звездочка цепной передачи	20Х	54...62 HRC	146...167 HB
236	Вал рулевой сошки автомобиля	30Х	45 HRC	269...321 HB
237	Шпилька	40Х	298...337 HB	
238	Червяк руля автомобиля	12ХН3А	58...64 HRC	30...40 HRC
239	Фреза концевая	Р9М4К5	60...62 HRC	
240	Диск бортового фрикциона трактора	65Г	32...40 HRC	

202М

Требования к оформлению работы

Часть 1-.Пояснительная записка выполняется на листах формата А4, с титульным листом, оглавлением и списком литературы.
Поля: верхнее-20, нижнее-20, левое-30, правое-15.
Шрифт - Times New Roman, размер-14, интервал-1,5.
Ссылки на литературу в порядке цитирования
«… содержание углерода составляет 0,4% [4]».

Таблица 3 – Химический состав стали 20

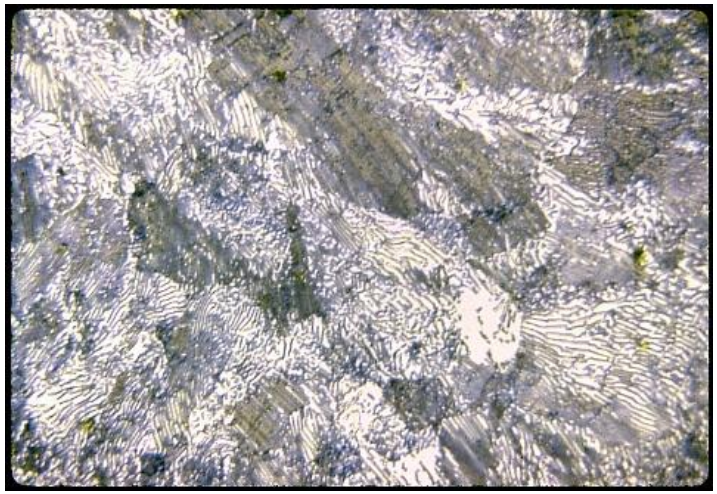


Рисунок 5 – Микроструктура стали У8

Пояснительная записка

1. Разработка технологического процесса термической обработки стальной детали.
   1.1. Расшифровать марку стали и указать её классификацию:
      1.1.1. по назначению
      1.1.2. по качеству
      1.1.3. по содержанию углерода
      1.1.4. по содержанию легирующих элементов
      1.1.5. по степени раскисления
      1.1.6. указать химический состав по марке
   1.2. Справочные данные
      1.2.1. химический состав стали по справочнику
      1.2.2. физико-механические свойства стали
   1.3. Влияние каждого легирующего элемента и углерода на:
      1.3.1. линии диаграммы железо-цементит
      1.3.2. линии диаграммы изотермического превращения аустенита
      1.3.3. физико-механические свойства стали
      1.3.4. прокаливаемость и закаливаемость

Пояснительная записка

1.4. Суммарное влияние легирующих элементов и углерода на режимы термообработки.

1.4.1. влияние легирующих элементов на температуру закалки

1.4.2. влияние легирующих элементов на время выдержки

1.4.3. влияние легирующих элементов на закаливаемость

1.4.4. влияние легирующих элементов на прокаливаемость

1.4.5. критические точки стали по справочнику в сравнении с углеродистой (Таблица)

1.5. Описание условий работы детали

1.5.1. назначение и условия работы детали

1.5.2. вид заготовки и состояние поставки стали

1.6. Технология изготовления детали

1.6.1. режимы и описание предварительной термической обработки детали (если она необходима)

1.6.2. общее описание механической обработки детали

1.6.3. режимы и описание окончательной термической обработки детали

1.7. Оборудование и материалы

Критические точки	**Ac_1**	**Ac_3**	**Мн**	**Мк**
50	725	760	300	-
50**ХФ**А **(по заданию)**	752↑	788↑	300	

Графическая часть

1 – нормализация
2 – неполная закалка
3 – высокотемпературный отпуск

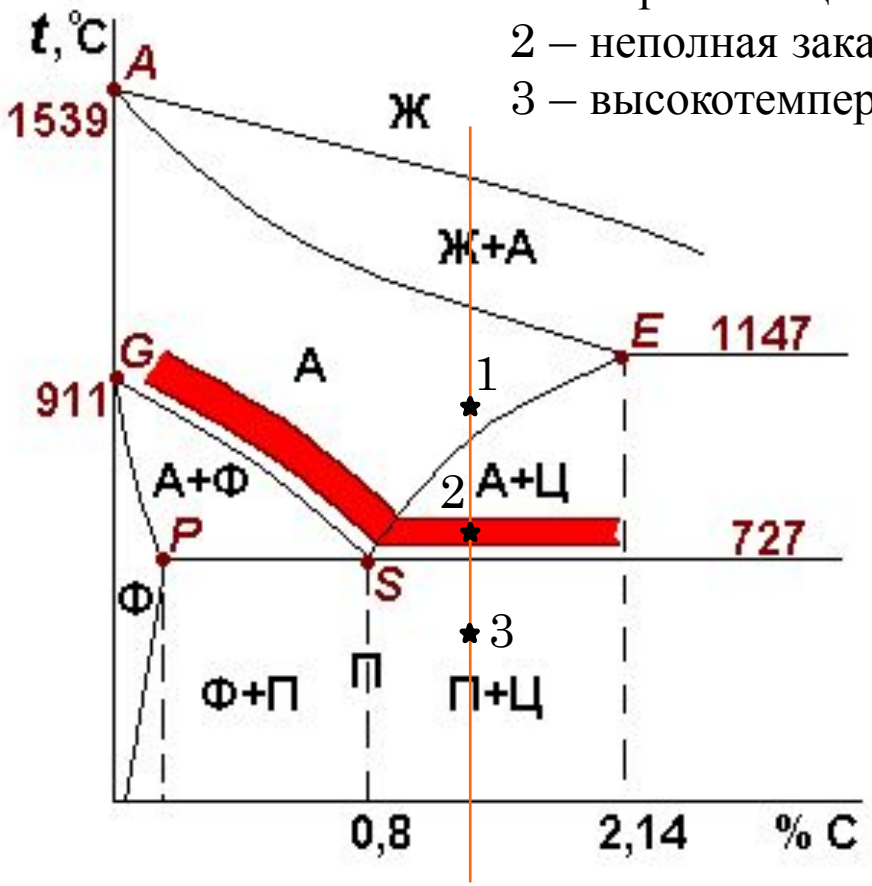


Рисунок 1 - Стальной участок диаграммы состояния железо-цементит, указать заданную марку стали (до и после ХТО если применяется), температуру термической обработки.

Графическая часть

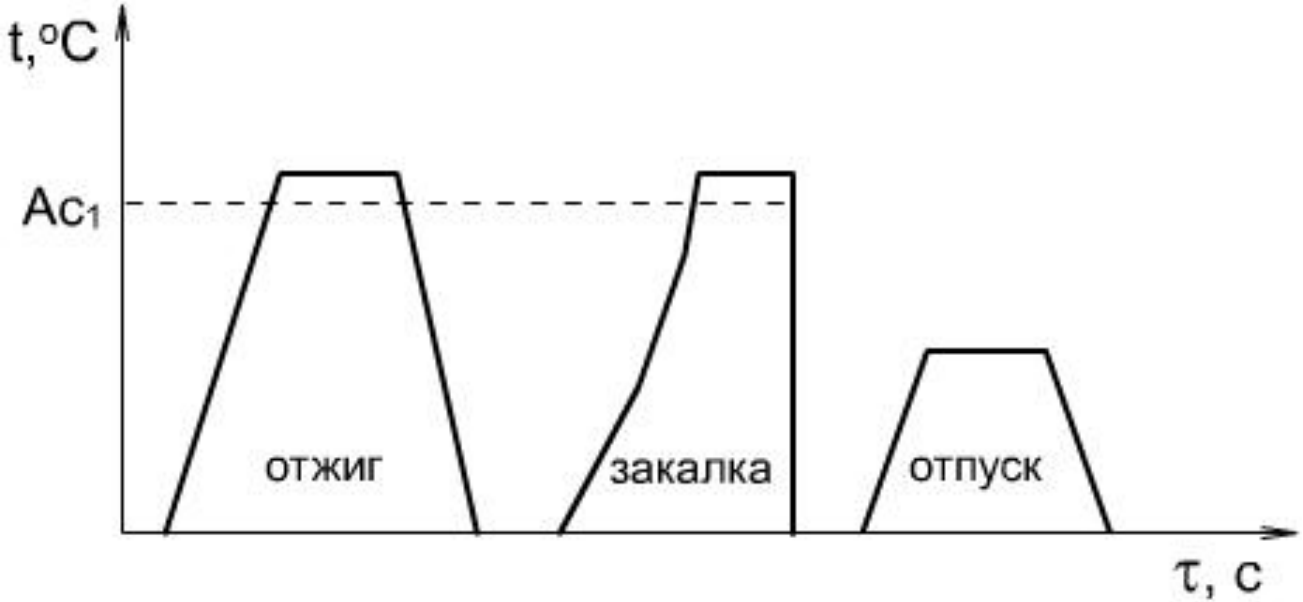


Рисунок 2 - Схема термической обработки (без ХТО)

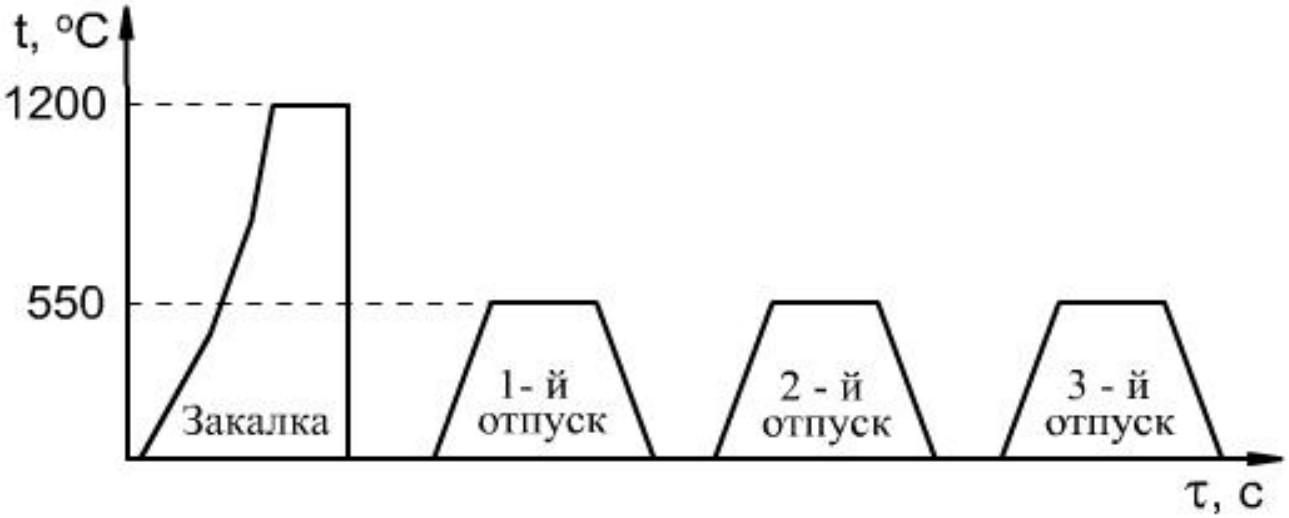


Рисунок 2 - Схема термической обработки быстрорежущей стали

Графическая часть

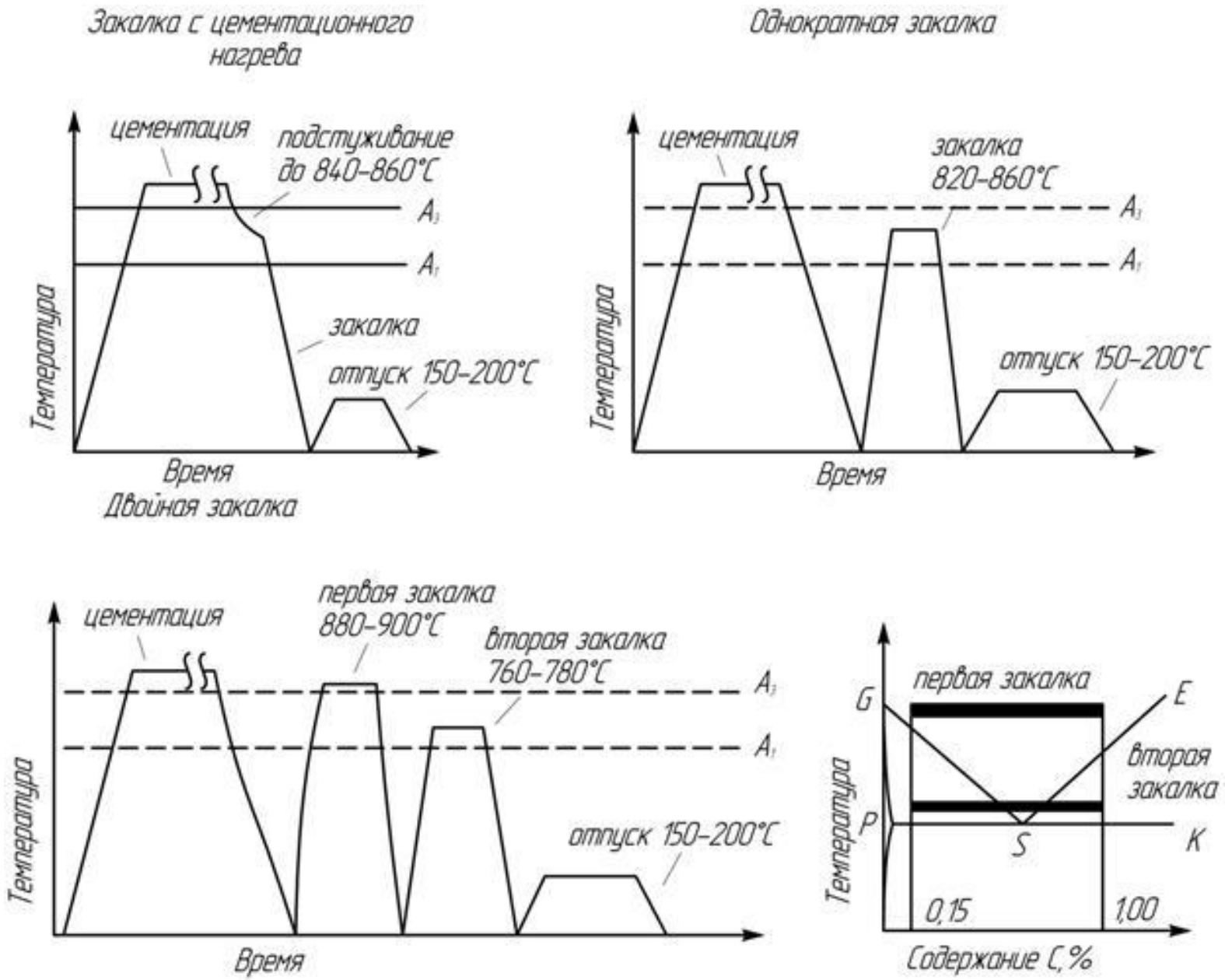


Рисунок 2 - Схемы возможных вариантов термообработки после цементации

Графическая часть

Рисунок 2 - Схемы возможных вариантов термообработки с Азотированием

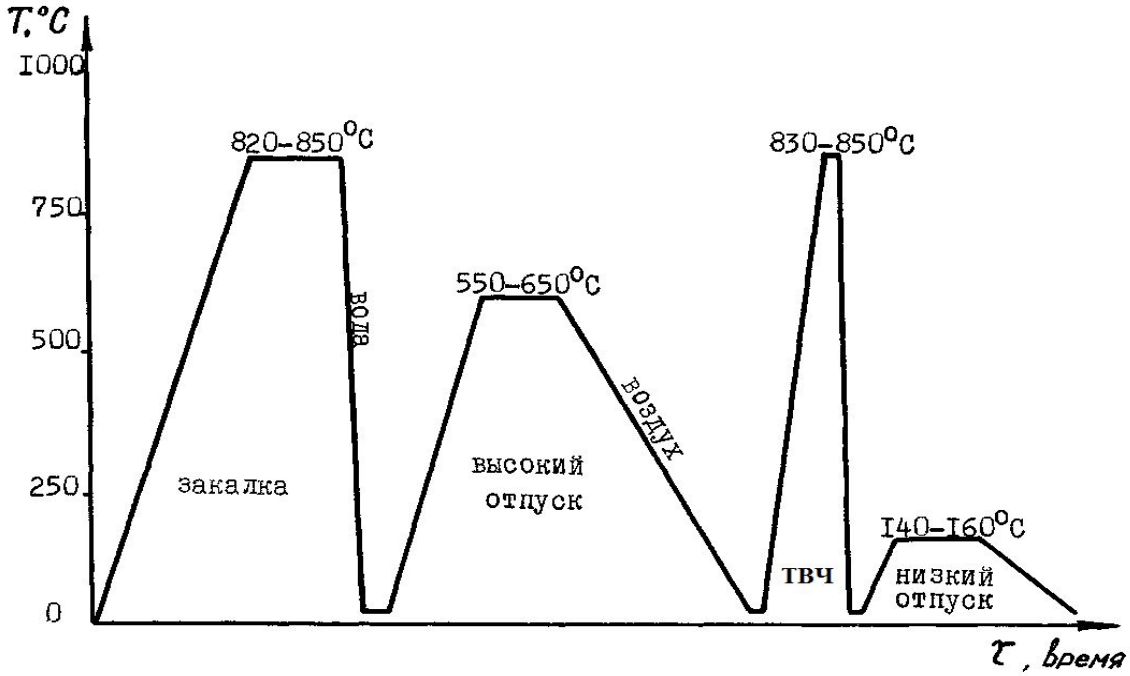


Рисунок 2 - Схемы возможных вариантов термообработки с поверхностной закалкой

Графическая часть

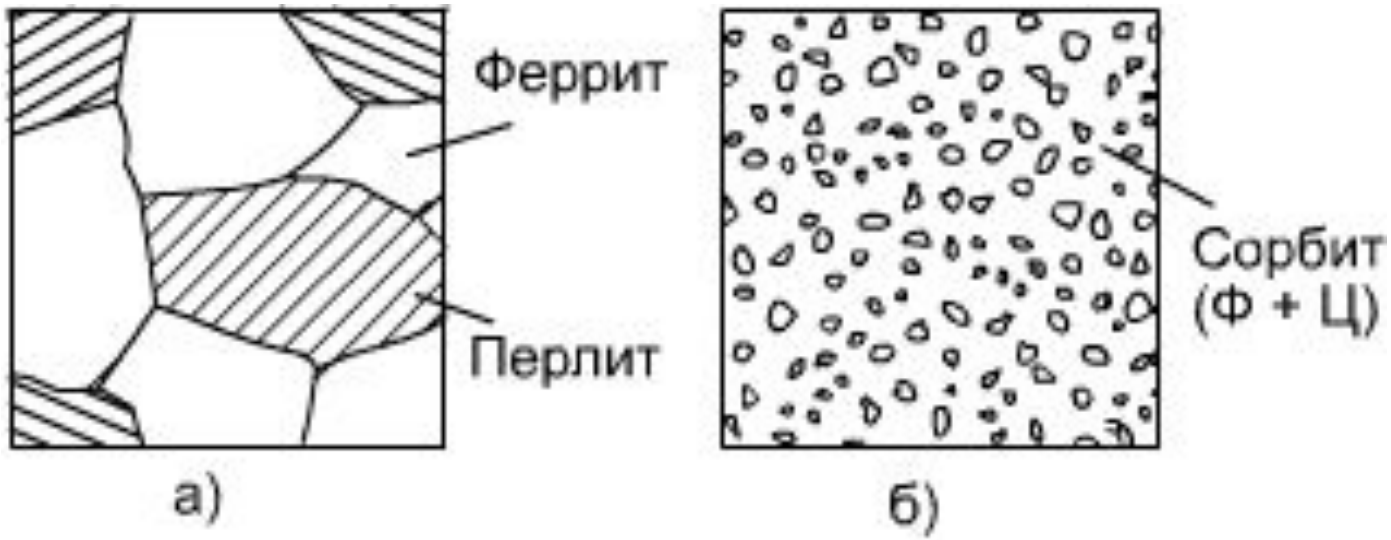
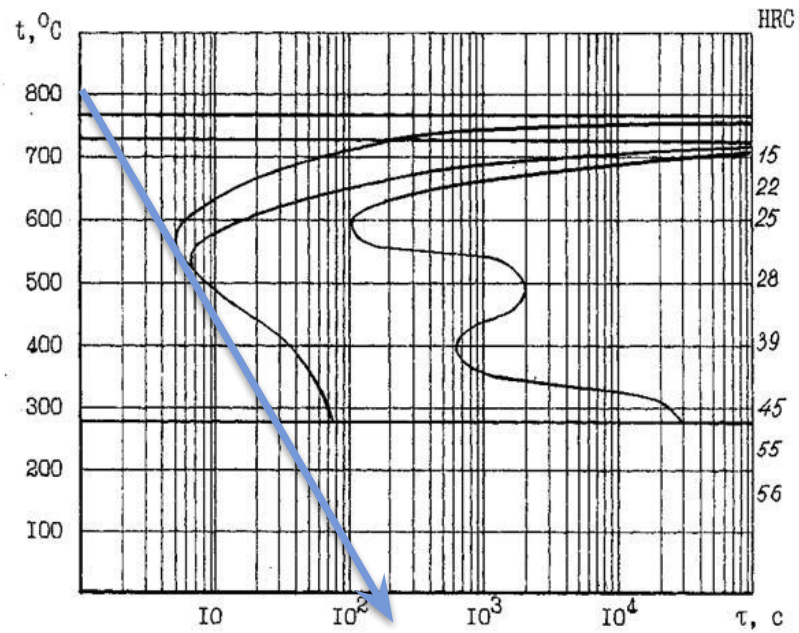


Рисунок 3 - Схема микроструктуры стали:
а) в состоянии поставки; б) после окончательной термической обработки

Графическая часть

Марка стали	Температуры критических точек, °С			
	A_1	A_3	A_{cm}	$M_н$
40Х2НФ	725	770		280



$v_{кр}$

Рисунок 4 - Диаграмма изотермического превращения аустенита (заданной стали)

$$v_{кр} = \frac{t_н - t_{му}}{\tau_{му}} = \frac{810 - 550}{5} = 52°C/c$$

$v_{кр}$ –критическая скорость закалки, °С/с;
$t_н$ – температура нагрева стали, °С;
$t_{му}$ – температура минимальной устойчивости аустенита, °С;
τ – время минимальной устойчивости аустенита, с.

Карта технологического процесса изготовления детали

А-Операция: отжиг; нормализация; закалка; отпуск; слесарная; токарная; шлифовальная, сверлильная, резьбонарезная, навивка, нарезка, отрубка, отрезка.

Б-Технологическое оборудование: печь закалочная РК 55/12; печь отпускная РР540/85; камерная универсальная электропечь СНЦ 5.10. 3,2/10; станок токарно-винторезный 1А62; Настольно-сверлильный станок Master NC13, Верстак слесарный ВПЭ.

М-Материалы: Сталь 20, Сталь 50ХФА, Масло М8В2, Вода, Моющее стредсво МС-37, Круг В22 ГОСТ 2590-88/45 ГОСТ 1050-8.

О-Содержание операции (выполняемые действия): поместить деталь в печь, нагреть, выдержать, охладить с печью; поместить деталь в печь, нагреть, выдержать, закалить в воде; поместить деталь в печь, нагреть, выдержать, охладить на воздухе; точить деталь в соответствии с чертежом; нарезать резьбу; нарезать зубья модулем m=3; шлифовать деталь в размер.

Р-Режимы обработки, для термической обработки с общими способами нагрева:

Т-Инструмент и приспособления: тара цеховая, поддон, щётка, кузнечные клещи, ветошь

Карта технологического процесса изготовления детали

Дубл.																		
Взаим.																		
Подп.																		

Разраб.	Иванов И.И.			РГАУ-МСХА														
Пров.	Петров П.П.																	
Контр.				Болт коренных подшипников														

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции													
Б																		
Р																		