

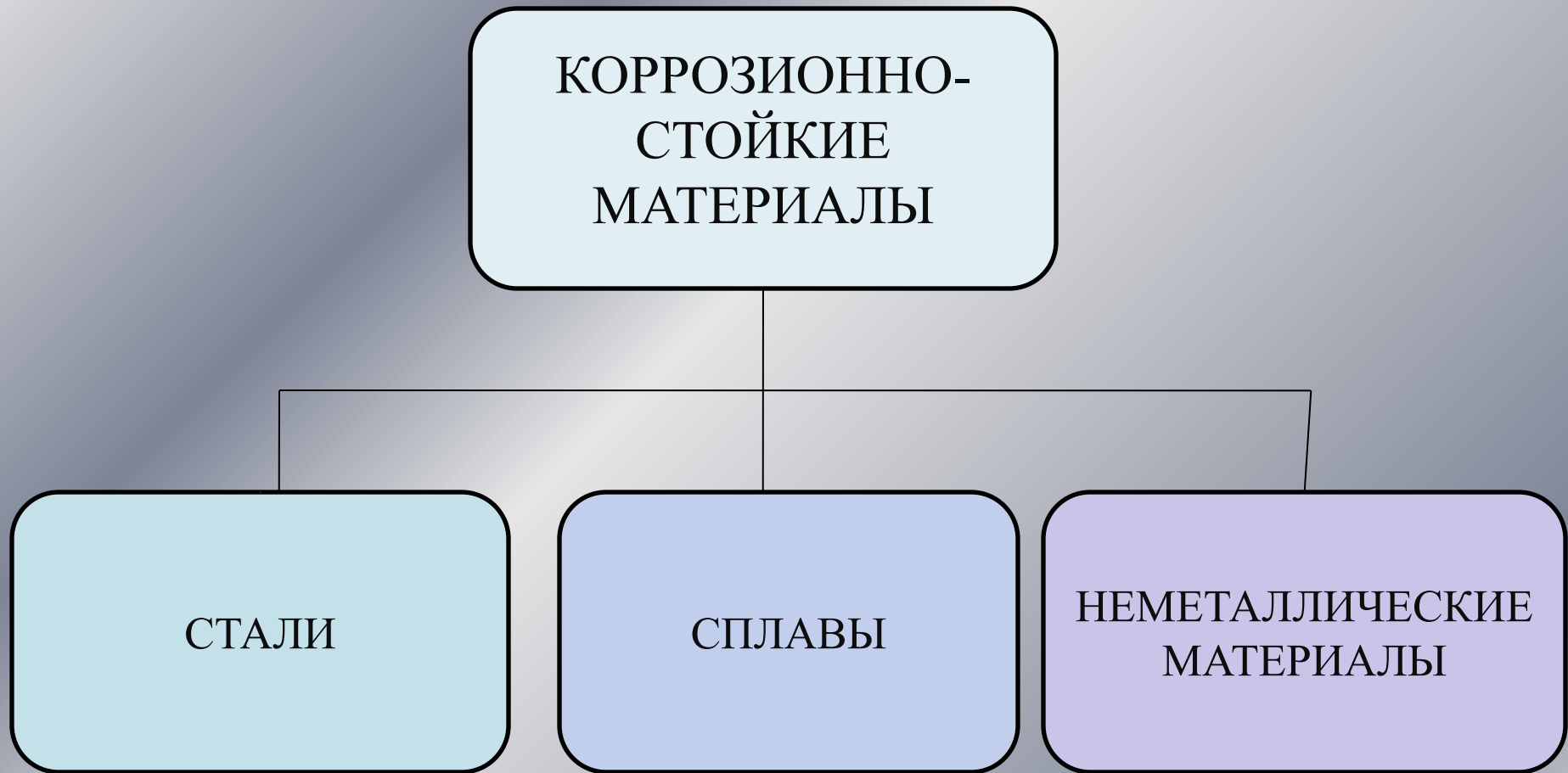
**КРИТЕРИИ КОРРОЗИОННОЙ  
СТОЙКОСТИ. КОРРОЗИОННО-  
СТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

# ДЕСЯТИБАЛЬНАЯ ШКАЛА ОЦЕНКИ ОБЩЕЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ МЕТАЛЛОВ

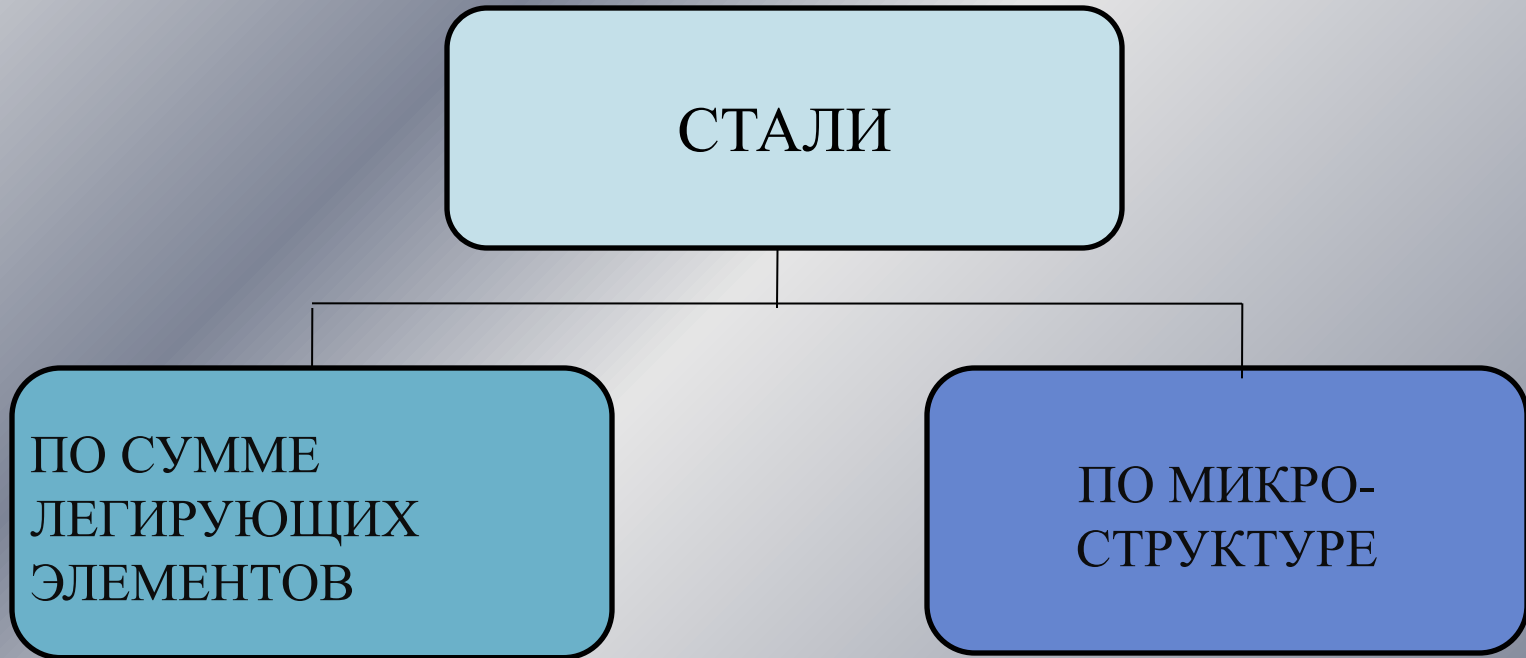
Группа стойкости	Скорость коррозии металла, мм/год	Балл
Совершенно стойкие	Менее 0,001	1
Весьма стойкие	Свыше 0,001 до 0,005	2
	Свыше 0,005 до 0,01	3
Стойкие	Свыше 0,01 до 0,05	4
	Свыше 0,05 до 0,1	5
Пониженно-стойкие	Свыше 0,1 до 0,5	6
	Свыше 0,5 до 1,0	7
Малостойкие	Свыше 1,0 до 5,0	8
	Свыше 5,0 до 10,0	9
Нестойкие	Свыше 10,0	10



# КЛАССИФИКАЦИЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ



# КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ



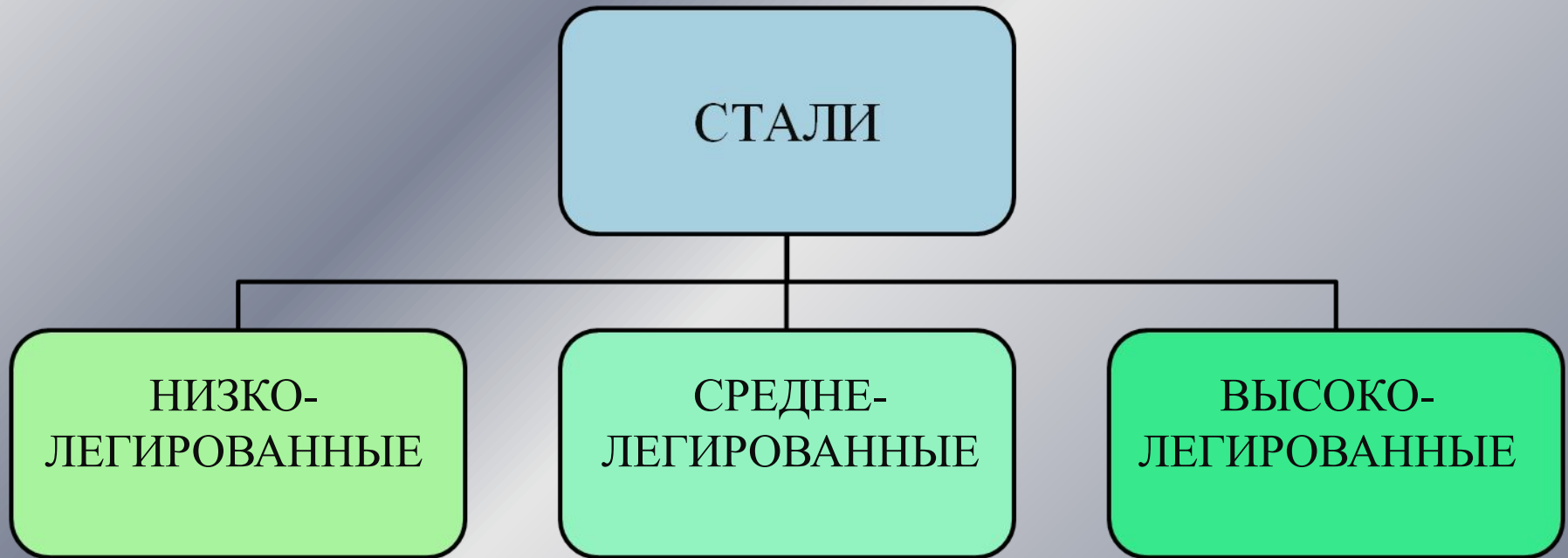




# НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

- Пластические массы
- Углеродные и графитовые материалы
- Неорганическое стекло
- Стеклокристаллические материалы
- Конструкционная керамика
- Инструментальная режущая керамика
- Сверхтвердые материалы

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПО СУММЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ



# КЛАССИФИКАЦИЯ ПО МИКРОСТРУКТУРЕ

ПЕРЛИТНЫЕ

МАРТЕНСИТНЫЕ

МАРТЕНСИТНО-ФЕРРИТНЫЕ

АУСТЕНИТНЫЕ

АУСТЕНИТНО-МАРТЕНСИТНЫЕ

АУСТЕНИТНО-ФЕРРИТНЫЕ

ФЕРРИТНЫЕ



# НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ

- 16 ГНМ
- 12Х2МФС
- 12Х1МФ
- 12 МХ



# 16ГНМ

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Cu
0.12–0.1	0.17–0.3	0.8–1.1	1–1.3	до 0.04	до 0.035	до 0.3	0.4–0.55	0.15–0.25

## Температура критических точек

Ac1, °C	Ac3(Acm), °C	Ar3(Arcm), °C
730	870	680

### ПРИМЕНЕНИЕ

барабаны паровых котлов с рабочей температурой до 425 °C.

## Механические свойства при температуре 20 °C

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ	Термообработка
—	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	—
Лист	100	560	400	21	60	1200	Нормализация 930 °C, отпуск 670 °C, 5ч, охлаждение 50 °C/ч

# 12Х2МФС

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Cu
0.08– 0.15	0.4–0.7	0.4–0.7	до 0.25	до 0.025	до 0.025	1.6– 1.9	0.5– 0.7	0.2–0.35	до 0.25

## Температура критических точек

Ac1, °C	Ac3(Acm), °C	Ar3(Arcm), °C
775–825	865–925	770–820
<b><u>ПРИМЕНЕНИЕ</u></b>	пароперегревательные и пароводные трубы, длительно работающие при температурах до 620 °C	

## Механические свойства при температуре 20 °C

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	–
Трубы	∅ 32 x 5	530	330	22	–	2300	–

# 12Х1МФ

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Cu
0.08– 0.15	0.17– 0.37	0.4–0.7	до 0.3	до 0.025	до 0.03	0.9–1.2	0.25– 0.35	0.15–0.3	до 0.2

## Температура критических точек

Ac1, °C	Ac3(Acm), °C	Ar3(Arcm), °C
760	890	825

### ПРИМЕНЕНИЕ

пароперегревательные и пароводные трубы,  
длительно работающие при температурах до 620 °C

## Механические свойства при температуре 20 °C

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	–
Пруток	–	480	260	21	55	1000	Нормализация 960–980 °C, Отпуск 740–760 °C

# 12МХ

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Cu	W	Ti
0.09– 0.16	0.17– 0.37	0.4– 0.7	до 0.3	до 0.025	до 0.03	0.4– 0.7	0.4– 0.6	до 0.5	до 0.2	до 0.2	до 0.03

## Температура критических точек

Ac1, °C	Ac3(Acm), °C	Ar3(Arcm), °C
723	885	803

<b>ПРИМЕНЕНИЕ</b>	детали, работающие при температуре до 530 °C
-------------------	--

## Механические свойства при температуре 20 °C

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	–
Пруток	∅ 90	410	235	21	45	590	Нормализация 910–930 °C, воздух, Отпуск 670–690 °C



# СРЕДНЕЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ

- 30ХМ
- 20Х3МВФ
- 20ХМФБР



# 30ХМ

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Cu
0.26–0.33	0.17–0.37	0.4–0.7	до 0.3	до 0.035	до 0.035	0.8–1.1	0.15–0.25	до 0.3

## Температура критических точек

Ac1, °C	Ac3(Acm) , °C	Ar3(Arcm) , °C
757	807	763

### ПРИМЕНЕНИЕ

поковки общего назначения, валы, роторы и диски паровых турбин, фланцы, крепежные детали с рабочей температурой до 450 °C, сортовые заготовки

## Механические свойства при температуре 20 °C

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	KCU	Термообработка
—	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	—
Поковки	до 100	550	300	18	45	—	Отжиг 860–880 °C
Поковки	100–150	600	350	16	45	400	Нормализация 860 °C

# 20Х3МВФ

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	W	V	Cu
0.15– 0.23	0.17– 0.37	0.25– 0.5	до 0.3	до 0.025	до 0.03	2.8–3.3	0.35– 0.55	0.3– 0.5	0.6– 0.85	до 0.2

## Температура критических точек

Ac1, °C	Ac3(Acm), °C	Ar3(Arcm), °C
800–830	900–950	800

### ПРИМЕНЕНИЕ

роторы, диски, поковки, прутки, крепежные детали, трубы для химической аппаратуры, работающие при температурах до 550 °C

## Механические свойства при температуре 20 °C

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	–
Прутки, полосы		900	750	12	40	600	Закалка 1030–1060 °C, масло, Отпуск 660–700 °C



# 20ХМФБР

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Nb	Cu	B
0.17– 0.26	до 0.37	0.5– 0.8	до 0.45	до 0.03	до 0.03	1–1.5	0.8– 1.1	0.7–1	до 0.15	до 0.2	до 0.005

## Температура критических точек

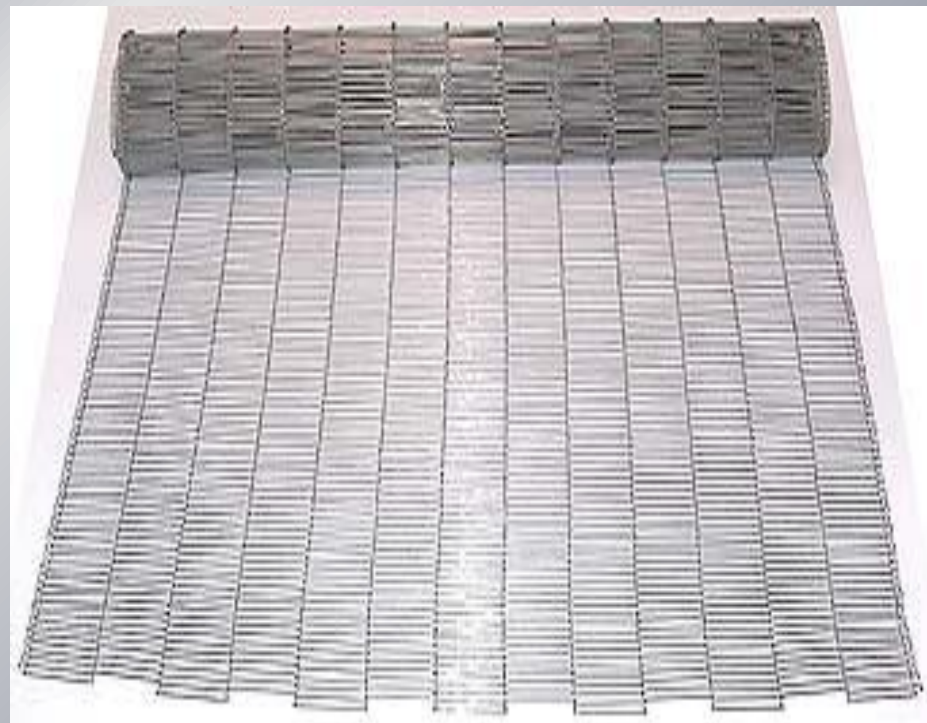
Ac1, °C	Ac3(Acm), °C	Ar3(Arcm), °C
810	950	800
<b>ПРИМЕНЕНИЕ</b>	крепежные детали для работы при температуре до 580 °C	

## Механические свойства при температуре 20 °C

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	–
Пруток	–	900	–	15	55	400	Нормализация 1100 °C, Отпуск 730 °C, 5ч

# ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ

- 4X14H14B2M
- 4X15H7Г7Ф2МС
- 08X16H13M2Б
- 55X20Г9АН4



# 4X14H14B2M

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	W	Cu
0.4–0.5	до 0.8	до 0.7	13–15	до 0.02	до 0.035	13–15	0.25–0.4	2–2.27	до 0.3

## Механические свойства при температуре 20 °С

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	–
Пруток	–	720	320	20	25	500	–

### ПРИМЕНЕНИЕ

поковки общего назначения, валы, роторы и диски паровых турбин, фланцы, крепежные детали, сортовые заготовки

# 4X15H7Г7Ф2МС

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V
0.38–0.47	0.9–1.4	6–8	6–8	до 0.2	до 0.035	14–16	0.65–0.95	1.5–1.9

## Механические свойства при температуре 20 °С

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	–
Пруток	–	1000	600	15	15	–	Нагрев 1170–1190 °С, Охлаждение вода, Старение 800 °С, 8–10 ч, Охлаждение воздух
Пруток	–	940	480	30	28	–	

### ПРИМЕНЕНИЕ

крепежные детали, валы, фланцы, втулки

# 08X16H13M2B

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V
0.06–0.12	до 0.8	до 1	12.5–14.5	до 0.02	до 0.035	15–17	2–2.5	0.9–1.3

## Механические свойства при температуре 20 °С

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ	Термообработка
—	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	—
Пруток	—	560	220	40	50	1200	Закалка 1100–1130 °С, воздух
Лист	—	550	230	25	—	800	Закалка 1000–1080 °С, вода

### ПРИМЕНЕНИЕ

поковки общего назначения, валы, роторы и диски паровых турбин, фланцы, крепежные детали, сортовые заготовки

# 55X20Г9АН4

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu
0.5 – 0.6	до 0.45	8 – 10	3.5 – 4.5	до 0.03	до 0.04	20 – 22	0.3 – 0.6	до 0.3

## Механические свойства при температуре 20 °С

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	KCU	Термообработка
—	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	—
Пруток	—	560	220	40	50	1200	Закалка 1100–1130 °С, воздух
Лист	—	550	230	25	—	800	Закалка 1000–1080 °С, вода

### ПРИМЕНЕНИЕ

роторы, диски, поковки, прутки, крепежные детали, трубы для химической аппаратуры.



# ПЕРЛИТНЫЕ

- 12МХ
- 12Х1МФ
- 18Х3МВ
- 20Х3МВФ



# 12МХ

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Cu	W	Ti
0.09– 0.16	0.17– 0.37	0.4– 0.7	до 0.3	до 0.025	до 0.03	0.4– 0.7	0.4– 0.6	до 0.5	до 0.2	до 0.2	до 0.03

## Термическая обработка

Температура закали, °С	Температура отпуска (или отжига), °С
920±10 (воздух)	680–690 (воздух)

## Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
410	235	21	45	590

### ПРИМЕНЕНИЕ

роторы, диски, поковки, прутки, крепежные детали, трубы для химической аппаратуры.



# 12Х1МФ

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Cu
0.08– 0.15	0.17– 0.37	0.4–0.7	до 0.3	до 0.025	до 0.03	0.9–1.2	0.25– 0.35	0.15– 0.3	до 0.2

## Термическая обработка

Температура закалки, °С	Температура отпуска (или отжига), °С
960–980 (воздух)	740–760 (воздух)

## Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
480	260	21	55	1000

### ПРИМЕНЕНИЕ

роторы, диски, поковки, прутки, крепежные детали, трубы для химической аппаратуры.

# 18Х3МВ

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	W	V	Ti	Cu
0.15– 0.2	0.17– 0.37	0.25– 0.5	до 0.3	до 0.03	до 0.03	2.5–3	0.5– 0.7	0.5– 0.8	0.05– 0.15	до 0.3	до 0.2

## Термическая обработка

Температура закали, °С	Температура отпуска (или отжига), °С
960±10 (масло)	660–680 (воздух)

## Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
650	450	18	–	120

### ПРИМЕНЕНИЕ

роторы, диски, поковки, прутки, крепежные детали, трубы для химической аппаратуры.

# 25Х2МБФ

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Cu
0.22– 0.29	0.17– 0.37	0.4– 0.7	до 0.25	до 0.025	до 0.03	2.1–2.6	0.9–1.1	0.3–0.5	до 0.2

## Термическая обработка

Температура закалки, °С	Температура отпуска (или отжига), °С
1030–1060 (воздух)	680–720 (воздух)

## Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
900	750	10	40	30

### ПРИМЕНЕНИЕ

роторы, диски, поковки, прутки, крепежные детали, трубы.

# МАРТЕНСИТНЫЕ

- 15X5M
- 40X10C2M



# 15X5M

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	W	Ti	V	Cu
до 0.15	до 0.5	до 0.5	до 0.6	до 0.025	до 0.03	4.5–6	0.45–0.6	до 0.3	до 0.03	до 0.05	до 0.2

## Термическая обработка

Температура закалки (или нормализации), °С	Температура отпуска (или отжига), °С
950–980 (воздух)	850 ± 20 (воздух)

## Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
450	220	20	50	120

### ПРИМЕНЕНИЕ

роторы, диски, поковки, прутки, крепежные детали, трубы для химической аппаратуры.

# 40X10C2M

## Химический состав, %

C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	V	Cu
0.35– 0.45	1.9– 2.6	до 0.8	до 0.025	до 0.03	9–10.5	0.7– 0.9	0.15– 0.3	до 0.2

## Термическая обработка

Температура закалки (или нормализации), °C	Температура отпуска (или отжига), °C
1050 (воздух, масло)	750 ± 30 (масло)

## Механические свойства при температуре 20 °C

$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
950	750	10	35	больше 20

### ПРИМЕНЕНИЕ

поковки, прутки, крепежные детали, трубы.



# МАРТЕНСИТНО-ФЕРРИТНЫЕ

- 12X1
- 15X11MФ



# 12X1

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
1.15–1.25	0.1–0.4	0.3–0.6	до 0.35	до 0.03	до 0.03	1.3–1.65	до 0.3

## Термическая обработка

Температура закалки (или нормализации), °С	Температура отпуска (или отжига), °С
1020–1050 (воздух, масло)	700–750 (масло)

## Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
600	420	20	60	90

### ПРИМЕНЕНИЕ

поковки, прутки, крепежные детали, трубы.



# 15X11MФ

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Cu
0.12–0.19	до 0.5	до 0.7	до 0.6	до 0.025	до 0.03	10–11.5	0.6–0.8	0.25–0.4	до 0.3

## Термическая обработка

Температура закалки (или нормализации), °С	Температура отпуска (или отжига), °С
1030–1100 (воздух)	700–740 (масло)

## Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
700	500	15	55	120

### ПРИМЕНЕНИЕ

поковки, прутки, крепежные детали, трубы.

# АУСТЕНИТНЫЕ

```
graph TD; A[АУСТЕНИТНЫЕ] --> B[Стали, имеющие гомогенную структуру]; A --> C[Стали с гетерогенной структурой];
```

Стали, имеющие  
гомогенную  
структуру

Стали с  
гетерогенной  
структурой

# СТАЛИ С ГОМОГЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

- 20X25H20C2



# 20X25H20C2

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	W	Ti	V	Cu
до 0.2	2–3	до 1.5	18–21	до 0.02	до 0.035	24–27	до 0.3	до 0.2	до 0.2	до 0.2	до 0.3

## Термическая обработка

Температура закали, °С	Температура отпуска (или старения), °С
1100–1150 (воздух, вода)	—

## Механические свойства при температуре 20 °С

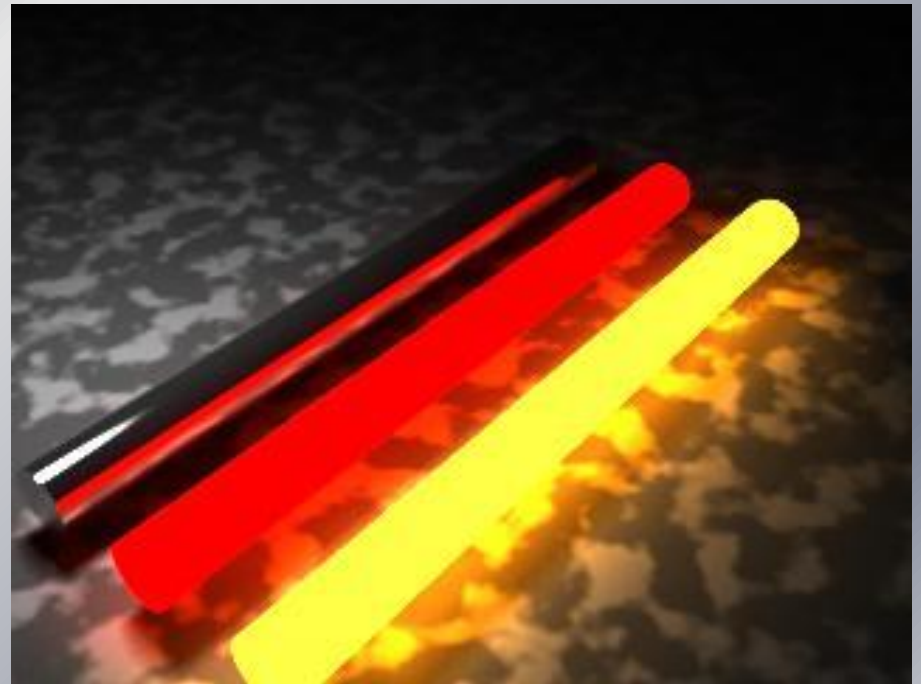
$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
600	300	35	50	—

### ПРИМЕНЕНИЕ

поковки, прутки, крепежные детали, трубы.

# СТАЛИ С ГЕТЕРОГЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

- ▣ 45X14H14B2M



# 45X14H14B2M

## Химический состав, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	W
0.4–0.5	до 0.8	до 0.7	13–15	до 0.02	до 0.035	13–15	0.25–0.4	2–2.8

## Термическая обработка

Температура закали, °C	Температура отпуска (или старения), °C
–	820

## Механические свойства при температуре 20 °C

$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСУ
МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
720	320	20	35	50

### ПРИМЕНЕНИЕ

поковки, прутки, крепежные детали, трубы.



# СПЛАВЫ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

- ХН65ВМТЮ
  - ХН70ВМЮТ
  - ХН70ВМТЮ
  - ХН80ТБЮ
  - ХН78Т
  - ХН60Ю
- изготовление рабочих лопаток  
и дисков газовых турбин
- выпускают в виде листа для  
деталей газопроводных  
систем, работающих при  
умеренных напряжениях в  
условиях весьма высоких  
температур (до 1100–1200 °С)

# СПЛАВЫ НА ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

- ХН35ВТ
  - ХН35ВМТ
  - ХН35ВТЮ
  - ХН35В5Т
  - ХН38ВТ
  - Х25Н16Г7АР
  - ХН45Ю – трубы
- поставляют преимущественно в виде горячекатаных и кованых прутков и полос, а также поковок
- изготавливают горячекатаный и холоднокатаный лист и ленту

В основном, сплавы на железоникелевой основе применяют для изготовления деталей паровых и газовых турбин



# ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ

Марка	Максимальная рабочая температура, °С	Детали
BT18	600	Лопатки, крепеж
BT3-1	450	Лопатки, диски, крепеж
BT22	500	Сварные конструкции
BT9	560	Сварные конструкции
BT5-1	450	Сварные силовые узлы

# БАРАБАНЫ ПАРОВЫХ КОТЛОВ



# ВАЛЫ И ДИСКИ ПАРОВЫХ ТУРБИН







# ПОКОВКИ, ПРУТКИ





# ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ТРУБЫ





# ПЛАСТИЧЕСКИЕ МАССЫ





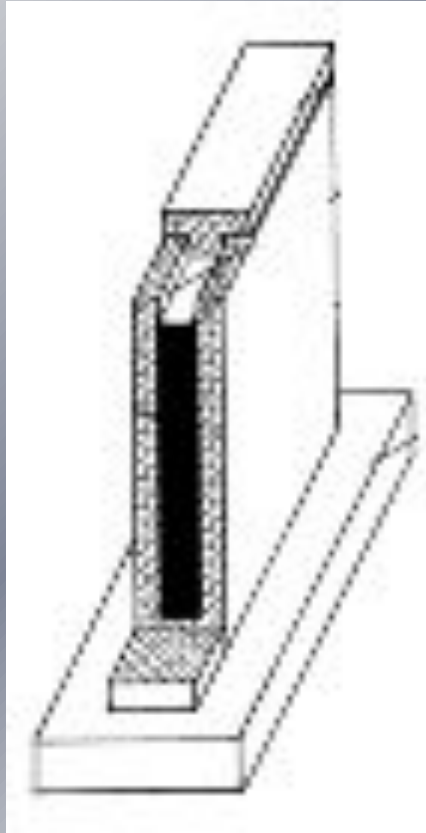


# УГЛЕРОДНЫЕ И ГРАФИТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ





# НЕОРГАНИЧЕСКОЕ СТЕКЛО



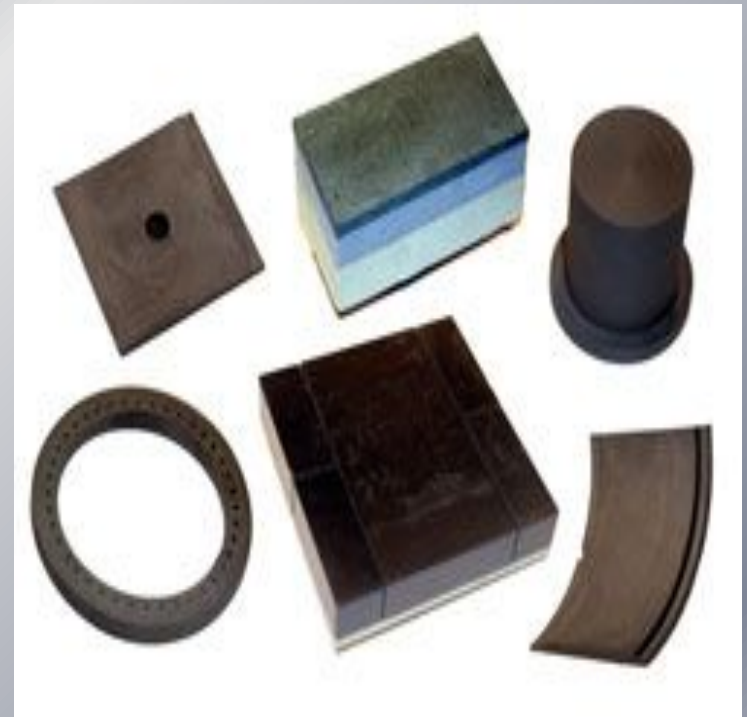


# СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ





# КОНСТРУКЦИОННАЯ КЕРАМИКА







# ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ РЕЖУЩАЯ КЕРАМИКА





# СВЕРХТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ

