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 Свыше 0,005 до 0,01	2 3
Стойкие	Свыше 0,01 до 0,05 Свыше 0,05 до 0,1	4 5
Пониженно-стойкие	Свыше 0,1 до 0,5 Свыше 0,5 до 1,0	6 7
Малостойкие	Свыше 1,0 до 5,0 Свыше 5,0 до 10,0	8 9
Нестойкие	Свыше 10,0	10

КЛАССИФИКАЦИЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ

КОРРОЗИОННО-СТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ

- СТАЛИ
- СПЛАВЫ
- НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ

СТАЛИ

ПО СУММЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

ПО МИКРО-СТРУКТУРЕ

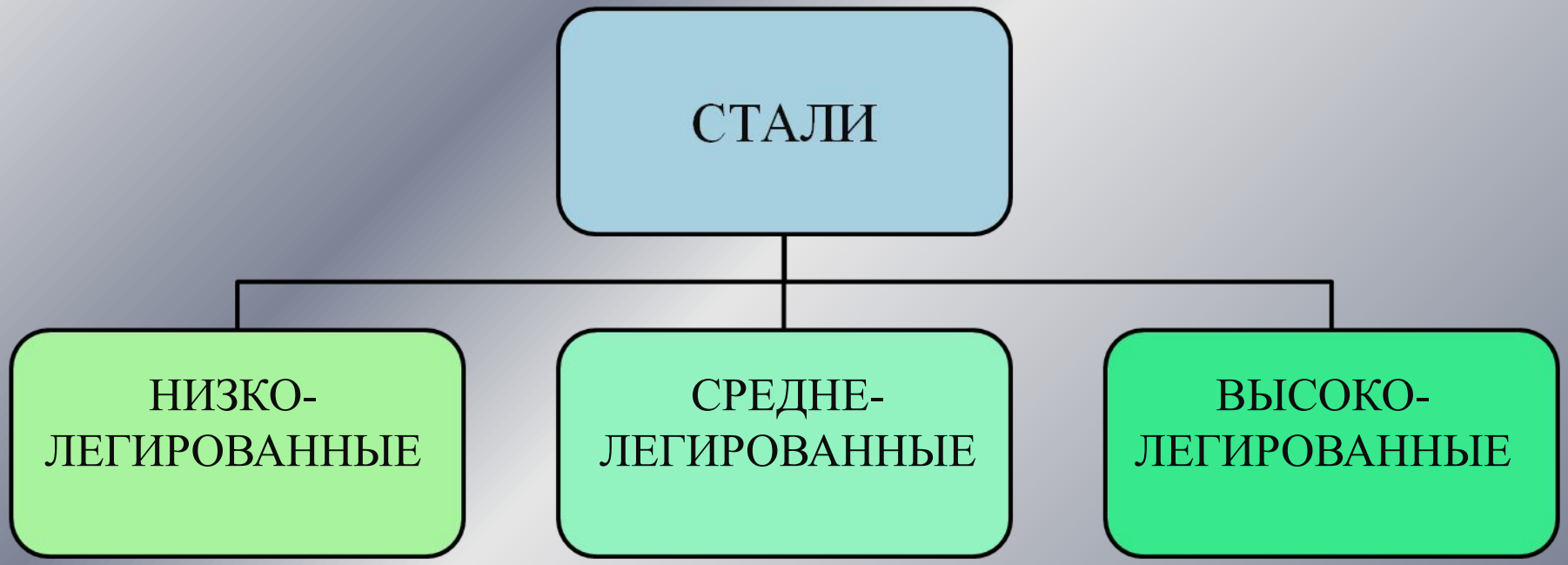
СПЛАВЫ

- НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ
- НА КОБАЛЬТО-НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ
- НА ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ
- **НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ**
- ТИТАНОВЫЕ
- **КОБАЛЬТОВЫЕ**

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	$\sigma_в$	$\sigma_т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
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

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

Механические свойства при температуре 20 °C

Сортамент	Размер	$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
Трубы	∅ 32 х 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	$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
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

ПРИМЕНЕНИЕ	детали, работающие при температуре до 530 °C

Механические свойства при температуре 20 °C

Сортамент	Размер	$\sigma_в$	$\sigma_т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
Пруток	∅ 90	410	235	21	45	590	Нормализация 910–930 °C, воздух, Отпуск 670–690 °C

СРЕДНЕЛЕГИОВАННЫЕ 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	$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
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	$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
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

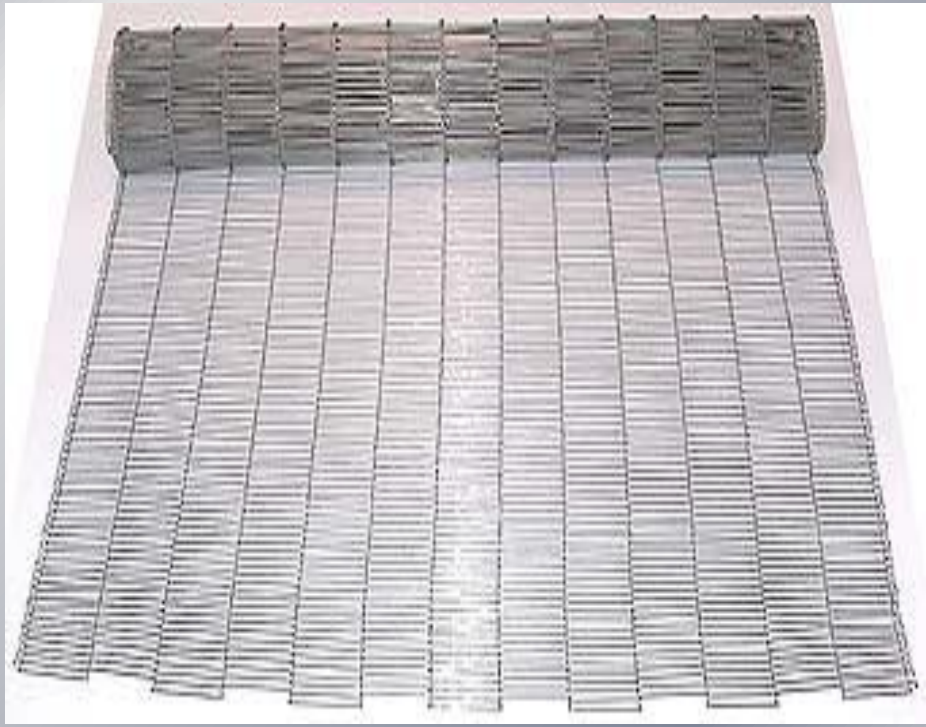
Ac1, °C	Ac3(Acm) , °C	Ar3(Arcm) , °C
810	950	800
ПРИМЕНЕНИЕ	крепежные детали для работы при температуре до 580 °C	

Механические свойства при температуре 20 °C

Сортамент	Размер	$\sigma_в$	$\sigma_т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
Пруток	–	900	–	15	55	400	Нормализация 1100 °C , Отпуск 730 °C, 5ч

ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ

- 4Х14Н14В2М
- 4Х15Н7Г7Ф2МС
- 08Х16Н13М2Б
- 55Х20Г9АН4



4Х14Н14В2М

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	$\sigma_в$	$\sigma_т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
Пруток	–	720	320	20	25	500	–

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

4Х15Н7Г7Ф2МС

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	$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
Пруток Пруток	– –	1000 940	600 480	15 30	15 28	– –	Нагрев 1170−1190 °С, Охлаждение вода, Старение 800 °С, 8−10 ч, Охлаждение воздух

ПРИМЕНЕНИЕ	крепежные детали, валы, фланцы, втулки

08Х16Н13М2Б

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	$\sigma_в$	$\sigma_т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
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

55Х20Г9АН4

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	$\sigma_в$	$\sigma_т$	δ	ψ	KCU	Термообработка
–	мм	МПа	МПа	%	%	кДж/м^2	–
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 закалки, °С	Температура отпуска (или отжига), °С
920±10 (воздух)	680–690 (воздух)

Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м^2
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

$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м^2
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 закалки, °С	Температура отпуска (или отжига), °С
960±10 (масло)	660–680 (воздух)

Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_в$	$\sigma_т$	δ	ψ	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м^2
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

$\sigma_в$	$\sigma_т$	δ	ψ	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м^2
900	750	10	40	30

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

МАРТЕНСИТНЫЕ

- 15Х5М
- 40Х10С2М

15Х5М

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

$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м^2
450	220	20	50	120

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

40Х10С2М

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), °С	Температура отпуска (или отжига), °С
1050 (воздух, масло)	750 ± 30 (масло)

Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м^2
950	750	10	35	больше 20

ПРИМЕНЕНИЕ	поковки, прутки, крепежные детали, трубы.

МАРТЕНСИТНО-ФЕРРИТНЫЕ

- 12Х1
- 15Х11МФ

12Х1

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), °C	Температура отпуска (или отжига), °C
1020−1050 (воздух, масло)	700−750 (масло)

Механические свойства при температуре 20 °C

$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м^2
600	420	20	60	90

ПРИМЕНЕНИЕ	поковки, прутки, крепежные детали, трубы.

15Х11МФ

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), °C	Температура отпуска (или отжига), °C
1030−1100 (воздух)	700−740 (масло)

Механические свойства при температуре 20 °C

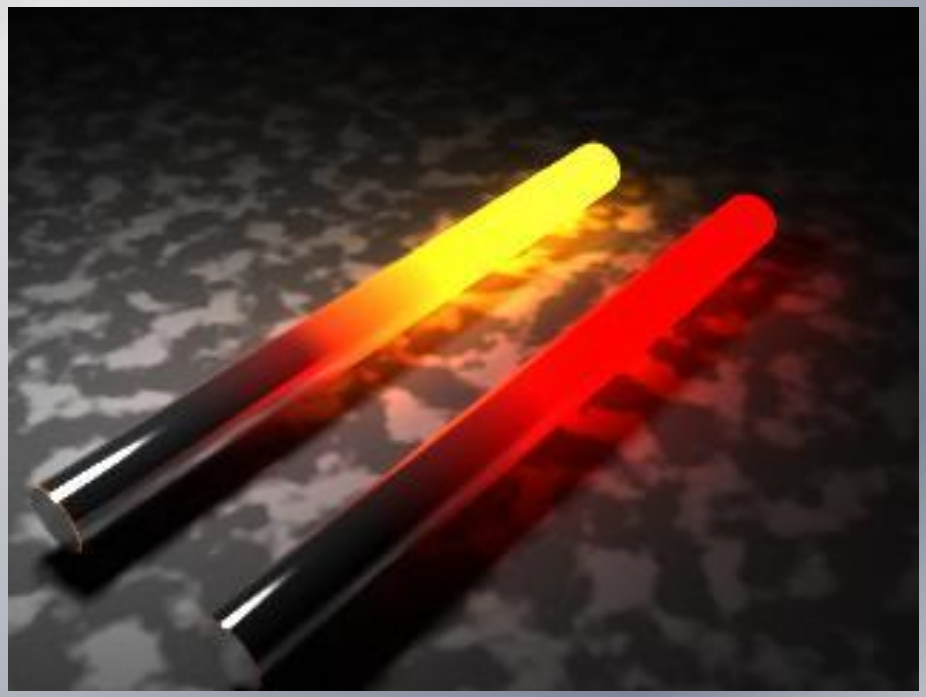
$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м^2
700	500	15	55	120

ПРИМЕНЕНИЕ	поковки, прутки, крепежные детали, трубы.

АУСТЕНИТНЫЕ
Стали, имеющие гомогенную структуру
Стали с гетерогенной структурой

СТАЛИ С ГОМОГЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

- 20Х25Н20С2



20Х25Н20С2

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 закалки, °С	Температура отпуска (или старения), °С
1100−1150 (воздух, вода)	–

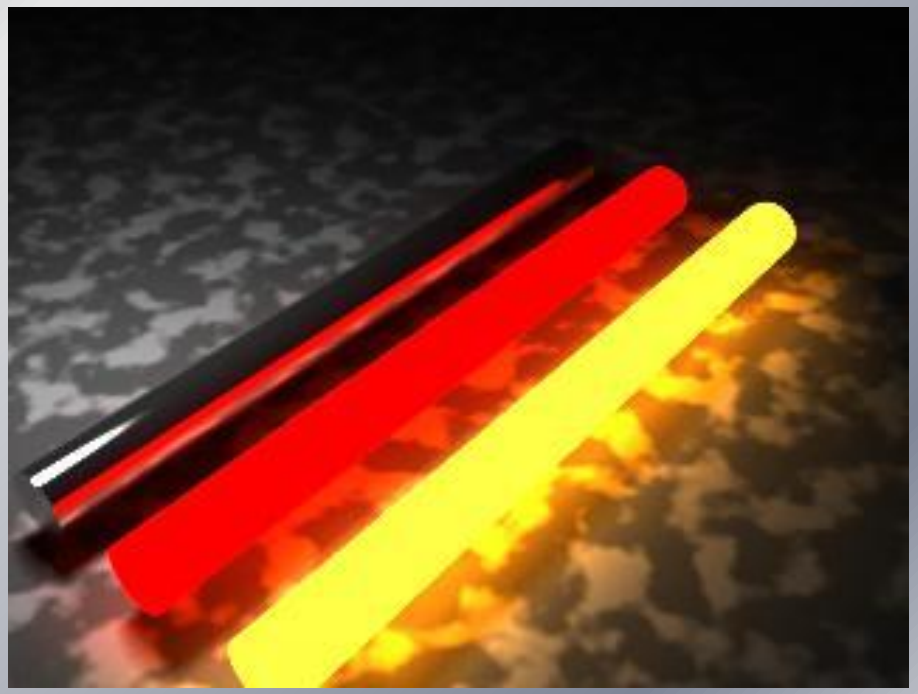
Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м^2
600	300	35	50	–

ПРИМЕНЕНИЕ	поковки, прутки, крепежные детали, трубы.

СТАЛИ С ГЕТЕРОГЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

- 45Х14Н14В2М



45Х14Н14В2М

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 закалки, °С	Температура отпуска (или старения), °С
–	820

Механические свойства при температуре 20 °С

$\sigma_в$	$\sigma_Т$	δ	ψ	KCU
МПа	МПа	%	%	кДж/м^2
720	320	20	35	50

ПРИМЕНЕНИЕ	поковки, прутки, крепежные детали, трубы.

СПЛАВЫ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

- ХН65ВМТЮ
- ХН70ВМЮТ
- ХН70ВМТЮ
- ХН80ТБЮ

изготовление рабочих лопаток и дисков газовых турбин

- ХН78Т
- ХН60Ю

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

поставляют преимущественно в виде горячекатаных и кованных прутков и полос, а также поковок

- ХН35В5Т
- ХН38ВТ
- Х25Н16Г7АР
- ХН45Ю – трубы

изготовляют горячекатаный и холоднокатаный лист и ленту

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

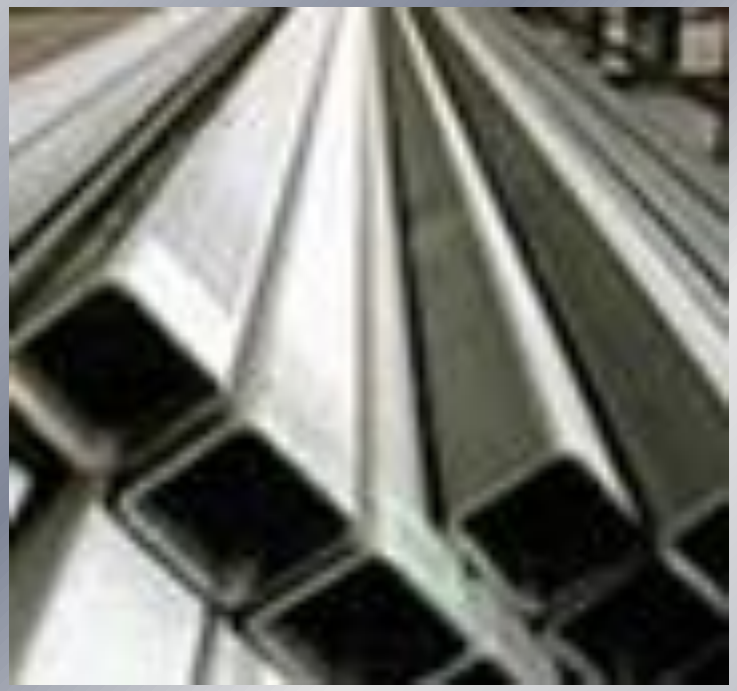
ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ

Марка	Максимальная рабочая температура, °С	Детали
ВТ18	600	Лопатки, крепеж
ВТ3−1	450	Лопатки, диски, крепеж
ВТ22	500	Сварные конструкции
ВТ9	560	Сварные конструкции
ВТ5−1	450	Сварные силовые узлы

БАРАБАНЫ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

ВАЛЫ И ДИСКИ ПАРОВЫХ ТУРБИН

ПОКОВКИ, ПРУТКИ

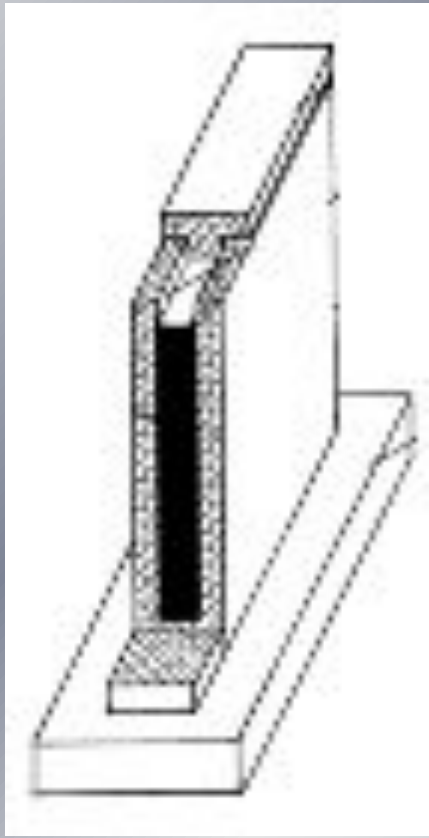


ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ТРУБЫ

ПЛАСТИЧЕСКИЕ МАССЫ

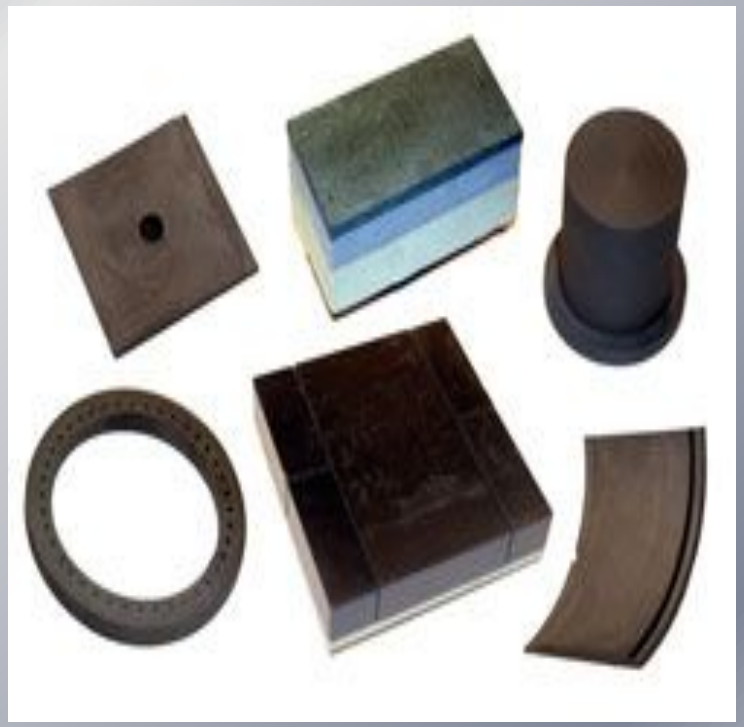
УГЛЕРОДНЫЕ И ГРАФИТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

НЕОРГАНИЧЕСКОЕ СТЕКЛО



СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

КОНСТРУКЦИОННАЯ КЕРАМИКА



ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ РЕЖУЩАЯ КЕРАМИКА

СВЕРХТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ