

| | |
|---|---|
| Марка стали | Вид поставки |
| 08X16H13M2Б (ЭИ 405, ЭИ 680) | Сталь сортовая и калиброванная — ГОСТ 5949–75. Крепежные детали — ГОСТ 20700–75. |

| Массовая доля элементов, %, по ГОСТ 5632–72 | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| C | Si | Mn | S | P | Cr | Ni | Mo | Nb | Cu |
| 0,06–0,12 | ≤ 0,80 | ≤ 1,00 | ≤ 0,020 | ≤ 0,035 | 15,0–17,0 | 12,5–14,5 | 2,00–2,50 | 0,90–1,30 | ≤ 0,30 |

| Механические свойства при комнатной температуре | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-----------|-------------------|-------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------|-------------------------|-----|---------|
| НД | Режим термообработки | | | Сечение, мм | $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | σ_B , Н/мм ² | δ , % | ψ , % | KCU, Дж/см ² | HRC | HB |
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | | | | | | | |
| ГОСТ 5949–75 | Отжиг или отпуск | ПС | | До 200 | — | — | — | — | — | — | 143–179 |
| | Закалка | 1100–1130 | Воздух | До 200 | 215 | 550 | 40 | 50 | 118 | — | — |

В соответствии с заказом потребителя сталь изготавливают:

- а) с травленной поверхностью;
- б) с нормированной чистотой стали по волосовинам, выявленным потребителем на готовых деталях визуально;
- в) с контролем внутренних дефектов металла неразрушающими методами;
- г) с проверкой длительной прочности стали;
- д) с проверкой механических свойств при повышенных температурах;
- е) с нормированием содержания газов в стали;
- ж) с контролем на излом;
- з) с механическими свойствами, повышенными или в более узких пределах по сравнению с указанными в таблице;
- и) с контролем на загрязненность стали неметаллическими включениями;
- к) с проверкой величины зерна.

Примечание

Нормы при испытаниях по подпунктам в, г, д, е, ж, з, и, к устанавливаются по согласованию потребителя с изготовителем.

| НД | Режим термообработки | | | Сечение, мм | $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | σ_B , Н/мм ² | δ , % | ψ , % | KCU, Дж/см ² | HB | КП |
|---------------|----------------------|--------------|-------------------|---------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------|-------------------------|---------|----|
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | | | | | | | |
| ГОСТ 20700–75 | Аустенитизация | 1100–1130 | Воздух | Не ограничено | Гайки | | | | | | |
| | Старение | 750±10, 10 ч | Воздух | | — | — | — | — | — | 143–187 | — |

Примечания.

1. Указанный режим отпуска рекомендуется уточнять по температуре и длительности применительно к размерам сечения заготовок.
2. Температура отпуска заготовок для гаек должна быть выше температуры отпуска заготовок для болтов, шпилек примерно на 30°C.
3. Допускается выполнение комплектов «шпилька–гайка», «болт–гайка» из различных марок стали. При этом твердость гаек должна быть не менее чем на 12 единиц по Бринеллю (HB) ниже твердости шпильки, болта.
4. Твердость гаек допускается равной твердости шпилек, болтов, если один из элементов соединения подвергается упрочняющей химико-термической обработке или накатке резьбы.
5. Для крепежных деталей паровых и водогрейных котлов, кроме котлов с электрическим обогревом и котлов, предназначенных для транспортных установок, относительное удлинение при разрыве на продольных образцах должно быть свыше $10^4/\sigma_B$ (Н/мм²), но не менее 12%; отношение предела текучести к пределу прочности при растяжении на образце и температуре 20°C не должно превышать 0,85; минимальные значения ударной вязкости на продольных образцах для образца типа I по ГОСТ 9454–78 — не менее 49 Дж/см² для диаметра (толщины) заготовки до 100 мм. При выполнении этих норм по относительному удлинению и ударной вязкости допускается применение сталей с отношением предела текучести к пределу прочности (по образцу) свыше 0,85.

| Пределы длительной прочности и ползучести | | | | | | | |
|---|----------------------------|------------------------|-------------------|-------|---|-------------------|--|
| НД | Режим термообработки | | | t, °C | Длительная прочность, Н/мм ² , за время испытания, ч | | Ползучесть, Н/мм ² , при скорости деформации, %/ч |
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | 1·10 ⁴ | 1·10 ⁵ | |
| ГОСТ 20700–75 | Аустенитизация Старение | 1050–1100 750, 10 ч | Воздух Воздух | 525 | 260 | 210 | — |
| | | | | 550 | — | — | 160–180 |
| | | | | 580 | 200 | 130 | 90–120 |
| | | | | 600 | 150 | 95 | 50–70 |

| Релаксационная стойкость | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|-----------|-------------------|-------|--------------------------------|--|-----|------|------|------|---------|
| НД | Режим термообработки | | | t, °C | σ_0 , Н/мм ² | Остаточное напряжение σ_r , Н/мм ² , за время τ , ч | | | | | HB |
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | | 100 | 500 | 1000 | 3000 | 5000 | |
| ГОСТ 20700–75 | Аустенитизация | 1050–1100 | Воздух | 600 | 150 | 95 | 88 | 85 | 77 | 68 | 143–187 |
| | Старение | 750, 10 ч | Воздух | 600 | 200 | 121 | 113 | 107 | 98 | 94 | |

08X16H13M2Б (ЭИ 405, ЭИ 680)

Механические свойства при комнатной температуре

| НД | Режим термообработки | | | Сечение, мм | $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | σ_b , Н/мм ² | δ , % | ψ , % | KCU, Дж/см ² | HRC | HB |
|-----|----------------------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----|---------|
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | | | | | | | |
| [1] | Аустенитизация | 1100–1130 | Воздух или вода | До 75 ¹ лопатки | 220 | 560 | 40 | 50 | 100 | — | 143–180 |
| | Аустенитизация Старение | 1050–1100 750, 10 ч | Воздух Воздух | До 800 | 240 | 550 | 40 ² 30 | 50 ² 35 | 75 ² 59 | — | 143–179 |
| | В состоянии поставки | | | 5–25 ³ | 230 | 540 | 25 | 35 | — | — | — |

¹ По согласованию сторон допускается $\sigma_{0,2} < 210$ Н/мм² и $\sigma_b < 500$ Н/мм².

² Числитель – механические свойства образцов продольных; знаменатель – тангенциальных образцов.

³ Образцы поперечные.

Назначение. Болты, лопатки, диски, цельнокованные роторы и другие детали, работающие при температуре до 600°C.

Сталь жаропрочная аустенитного класса.

Механические свойства при комнатной температуре (сортовой прокат)

| НД | Режим термообработки | | | Сечение, мм | $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | σ_b , Н/мм ² | δ , % | ψ , % | KCU, Дж/см ² | HRC | HB |
|------|----------------------|-----------|-------------------|-------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------|-------------------------|-----|----|
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | | | | | | | |
| [36] | Аустенитизация | 1100–1130 | Воздух | — | 220 | 560 | 40 | 50 | 120 | — | — |

Механические свойства при комнатной температуре (поковки)

| НД | Режим термообработки | | | Сечение, мм | $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | σ_b , Н/мм ² | δ , % | ψ , % | KCU, Дж/см ² | HRC | HB | |
|------|----------------------|-----------|-------------------|------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------|-------------------------|-----|---------|---------|
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | | | | | | | | |
| [36] | Аустенитизация | 1050–1100 | Воздух | ϕ_b 4,5–5,0 | Образцы продольные | | | | | | — | 143–179 |
| | | | | | 240 | 550 | 40 | 50 | 80 | — | | |
| | | | | | Образцы тангенциальные | | | | | | | |
| | | | | ϕ_b 4,5–5,0 | 240 | 550 | 30 | 35 | 60 | — | 143–179 | |

Механические свойства стали при различных температурах

| НД | Режим термообработки | | | Сечение, мм | t, °C | $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | σ_b , Н/мм ² | δ , % | ψ , % | KCU, Дж/см ² | HB |
|-----|----------------------|-----------|-------------------|------------------------------|-------|------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------|-------------------------|----|
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | | | | | | | |
| [3] | Закалка | 1100–1130 | Воздух | Прутки продольные образцы | 20 | 230 | 620 | 45 | 68 | 210 | — |
| | | | | | 500 | 175 | 490 | 30 | 50 | — | — |
| | | | | | 600 | 175 | 470 | 29 | 55 | — | — |
| | | | | | 650 | 175 | 440 | 27 | 57 | — | — |

Механические свойства при различных температурах

| НД | Режим термообработки | | | Сечение, мм | t, °C | $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | σ_b , Н/мм ² | δ , % | ψ , % | KCU, Дж/см ² | HB |
|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|--|-------------------------------------|-------|------------------------------------|--------------------------------|--------------|------------|-------------------------|----|
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | | | | | | | |
| [5] | Режим I Закалка | 1100–1130 | Воздух | Прутки Образцы продольные | 20 | 230 | 620 | 45 | 68 | 200 | — |
| | | | | | 500 | 175 | 400 | 30 | 51 | — | — |
| | | | | | 600 | 175 | 475 | 30 | 56 | — | — |
| | | | | | 650 | 115 | 440 | 27 | 57 | — | — |
| | Режим II Закалка Старение | 1100–1130 750, 10–12 ч | Воздух Воздух | Прутки Образцы радиальные | 20 | 270 | 600 | 30 | 28 | 70 | — |
| | | | | | 600 | 150 | 470 | 29 | 28 | 80 | — |
| | Режим II Закалка Старение | 1100–1130 750, 10–12 ч | Воздух Воздух | Прутки Образцы тангенциальные | 20 | 250 | 560 | 30 | 35 | 100 | — |
| | | | | | 300 | 180 | 480 | 27 | 27 | 80 | — |
| | | | | | 400 | 170 | 480 | 30 | 28 | 90 | — |
| | | | | | 450 | 160 | 470 | 29 | 29 | 90 | — |
| | | | | | 500 | 160 | 470 | 31 | 33 | 100 | — |
| | | | | | 550 | 150 | 450 | 31 | 31 | 80 | — |
| 600 | | | | | 150 | 430 | 29 | 34 | 90 | — | |
| 650 | 150 | 410 | 29 | 34 | 90 | — | | | | | |
| Режим III Закалка Старение | 1100–1130 750, 12 ч | Воздух Воздух | Ротор ϕ 620 Образцы тангенциальные (от бочки) | 20 | 320 | 600 | 25 | 33 | 40 | 170 | |
| | | | | 300 | 220 | 470 | 26 | 30 | 60 | — | |
| | | | | 400 | 260 | 460 | 25 | 36 | 60 | — | |
| | | | | 450 | 240 | 460 | 25 | 33 | 70 | — | |
| | | | | 500 | 220 | 450 | 26 | 33 | 60 | — | |
| | | | | 550 | 220 | 420 | 25 | 41 | 90 | — | |
| | | | | 600 | 200 | 380 | 20 | 41 | 80 | — | |
| 650 | 200 | 350 | 23 | 43 | 90 | — | | | | | |
| 700 | 200 | 330 | 21 | 42 | 90 | — | | | | | |
| | | | Образцы продольные | 20 | 310 | 620 | 34 | 36 | 70 | — | |

| 08X16N13M2B (ЭИ 405, ЭИ 680) | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--|--|--|--|--------------------------------|-------------------|------------|-------------------------|-----|
| Механические свойства стали при различных температурах после длительного старения | | | | | | | | | | | | |
| НД | Режим термообработки | | | Режим старения | | t, °C | $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | σ_b , Н/мм ² | δ , % | ψ , % | КСУ, Дж/см ² | НВ |
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | t, °C | τ , ч | | | | | | | |
| | | | | Исходное состояние | | | не менее | | | | | |
| [5] | Режим II | | | Исходное состояние | | 20 | 290 | 610 | 37 | 41 | 75 | 170 |
| | Закалка | 1100–1130 | Воздух | | | 600 | 160 | 470 | 33 | 42 | 120 | — |
| | Старение | 750, 10–12 ч | Воздух | 650 | 7000–9000 | 20 | 300 | 660 | 27 | 26 | 30 | 183 |
| | Режим III | | | 650 | 7000–9000 | 600 | 190 | 440 | 19 | 35 | 100 | — |
| | Закалка | 1100–1130 | Воздух | 750 | 7000–9000 | 20 | 270 | 570 | 22 | 21 | 30 | 177 |
| | Старение | 750, 12 ч | Воздух | 750 | 7000–9000 | 600 | 160 | 430 | 17 | 40 | 80 | — |
| Механические свойства стали при температуре 20°C после испытания на ползучесть | | | | | | | | | | | | |
| НД | Режим термообработки | | | Ползучесть | | | $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | σ_b , Н/мм ² | δ , % | ψ , % | КСУ, Дж/см ² | НВ |
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | t, °C | σ , Н/мм ² | τ , ч | | | | | | |
| | | | | Исходное состояние | | | | | | | | |
| [5] | Режим II | | | Исходное состояние | | | 250 | 560 | 25 | 33 | — | — |
| | Закалка | 1100–1130 | Воздух | 550 | 160–210 | 3500 | 320 | 660 | 36 | 33 | 60 | — |
| | Старение | 750, 10–12 ч | Воздух | | | | | | | | | |
| | Режим III | | | 500 | 110–160 | 3000 | 290 | 620 | 34 | 33 | 70 | — |
| | Закалка | 1100–1130 | Воздух | | | | | | | | | |
| | Старение | 750, 12 ч | Воздух | 650 | 60–100 | 3000–3200 | 310 | 630 | 30 | 27 | 45 | — |
| Цилиндрический образец с круговым надрезом радиусом 1 мм. | | | | | | | | | | | | |
| Пределы длительной прочности и ползучести стали (прутки, продольные образцы) | | | | | | | | | | | | |
| НД | Режим термообработки | | | t, °C | Длительная прочность, Н/мм ² , за время испытания, ч | | Ползучесть, Н/мм ² , при скорости деформации, %/ч | | | | | |
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | 1·10 ⁴ | 1·10 ⁵ | 1/10 ⁴ | 1/10 ⁵ | | | | |
| [3] | Закалка | 1100–1130 | Воздух | 550 | 260 | 210 | — | 160 | | | | |
| | | | | 600 | 200 | 150 | 140 | 90 | | | | |
| | | | | 650 | 130 | 95 | 100 | 90 | | | | |
| | | | | 700 | 60 | 35 | 60 | 22 | | | | |
| Релаксационная стойкость | | | | | | | | | | | | |
| НД | Режим термообработки | | | t, °C | σ_0 , Н/мм ² | Остаточное напряжение σ_t , Н/мм ² , за время τ , ч | | | | | НВ | |
| | Операция | t, °C | Охлаждающая среда | | | 100 | 500 | 1000 | 3000 | 5000 | | |
| [3] | Закалка | 1100–1130 | Воздух | 600 | 150 | 95 | 88 | 85 | 77 | 68 | — | |
| | | | | 600 | 200 | 121 | 113 | 107 | 98 | 94 | — | |
| Пластичность | | | | Жаростойкость | | | | | | | | |
| Сталь обладает высокой пластичностью при длительном разрыве. Допустимая деформация за длительный срок службы составляет для нее 1%. | | | | Среда | t, °C | Скорость коррозии, мм/год | | | База испытаний, ч | | | |
| | | | | При длительном сроке службы до температуры 750–800°C | | | | | | | | |
| Технологические характеристики [1] | | | | | | | | | | | | |
| Ковка | | | Охлаждение поковок, изготовленных | | | | | | | | | |
| Вид полуфабриката | Температурный интервал ковки, °C | из слитков | | | из заготовок | | | | | | | |
| | | Размер сечения, мм | Условия охлаждения | | Размер сечения, мм | Условия охлаждения | | | | | | |
| Слиток | 1220–880 | До 300 | На воздухе | | До 300 | На воздухе | | | | | | |
| Заготовка | 1220–880 | | | | | | | | | | | |
| Свариваемость | | | | | Обрабатываемость резанием | | | | | | | |
| Ограниченно свариваемая. Способы сварки: РД, РАД и КТ. Рекомендуется последующая термообработка | | | | | В отожженном состоянии при 182 НВ и $\sigma_n = 630$ Н/мм ² $K_v = 0,4$ (твердый сплав), $K_v = 0,36$ (быстрорежущая сталь) | | | | | | | |