

# Жаропрочные и жаростойкие стали



# Содержание

- Жаропрочная сталь
  - 1 Характеристика
    - 1.1 Ползучесть
    - 1.2 Длительная прочность
  - 2 Характеристика химического состава
- Жаростойкая сталь
  - 1 Характеристика
    - ГОСТ 5632-72
    - Применение

# Жаропрочная сталь

Жаропрочная сталь — это вид стали, который используется в условиях высоких температур (от 0,3 части от температуры плавления) в течение определённого времени, а также в условиях слабонапряжённого состояния.

# 1. Характеристика

- Главной характеристикой, определяющей работоспособность стали, является **жаропрочность**.
- Жаропрочность — это способность стали работать под напряжением в условиях повышенных температур без заметной остаточной деформации и разрушения. Основными характеристиками жаропрочности являются **ползучесть** и **длительная прочность**.

# 1.1 Ползучесть

- Явление непрерывной деформации под действием постоянного напряжения называется ползучестью. Характеристикой ползучести является предел ползучести, характеризующий условное растягивающее напряжение, при котором скорость и деформация ползучести за определённое время достигают заданной величины.

Если допуск даётся по скорости ползучести, то предел ползучести обозначается  $\sigma$  (сигма) с двумя индексами: нижний соответствует заданной скорости ползучести в %/ч (проценты в час), а верхний - температуре испытания –  $\sigma_{10^{-5}}^{600}$

Если задаётся относительное удлинение, то в обозначение предела ползучести вводят три индекса: один верхний соответствует температуре испытания, два нижних — деформации и времени –  $\sigma_{0,2/100}^{700}$

(деформация 0,2% за 100 часов испытаний при температуре 700°C).

Для деталей, работающих длительный срок (годы), предел ползучести должен характеризоваться малой деформацией, возникающей при значительной длительности приложения нагрузки. Для паровых турбин, лопаток паровых турбин, работающих под давлением, допускается суммарная деформация не более 1 % за 100000 часов, в отдельных случаях допускается 5 %. У лопаток газовых турбин деформация может быть 1-2 % на 100—500 часов.

# 1.2 Длительная прочность

- Сопротивление стали разрушению при длительном воздействии температуры характеризуется **длительной прочностью**.
- Длительная прочность — это условное напряжение, под действием которого сталь при данной температуре разрушается через заданный промежуток времени —  $\sigma_{1000}^{700}$

(предел длительной прочности за 1000 часов при 700°C).

## 2. Характеристика химического состава

- Жаропрочные свойства в первую очередь определяются температурой плавления основного компонента сплава, затем его легированием и режимами предшествующей термообработки, определяющими структурное состояние сплава. Основой жаропрочных сталей являются твёрдые растворы или пересыщенные раствор, способные к дополнительному упрочнению вследствие дисперсионного твердения.

- Для кратковременной службы применяются сплавы с высокодисперсным распределением второй фазы, а для длительной службы — структурно-стабильные сплавы. Для длительной службы выбирается сплав несклонный к дисперсионному твердению.
- Самым распространённым легирующим элементом в жаропрочных сталях является хром (Cr), который благоприятно влияет на жаростойкость и жаропрочность.

Однако бóльшую часть жаропрочных сталей, работающих при повышенных температурах, составляют аустенитные стали на хромоникелевой и хромомарганцевой основах с различным дополнительным легированием. Этим стали подразделены на три группы:

- гомогенные (однофазные) аустенитные стали;
- стали с карбидным упрочнением;
- стали с интерметаллидным упрочнением.

# Жаростойкость

- Жаростойкость (окалиностойкость) — сопротивление металла окислению при высоких температурах. Жаростойкость наряду с жаропрочностью является основным критерием пригодности данного материала для высокотемпературной службы.

- Жаростойкость металла (сплава) в окислительной атмосфере определяется свойствами образующегося на поверхности металла слоя окислов - окалины, затрудняющей диффузию газа в глубь металла и тем самым препятствующей развитию газовой коррозии.

# 1 Характеристика

- Количественными характеристиками Жаростойкость являются: увеличение массы испытуемого образца за счёт поглощения металлом кислорода либо убыль массы после удаления окалины с поверхности образца, отнесённые к единице поверхности и ко времени испытания.

- Одновременно учитывается состояние поверхности образца (изделия), которое при одинаковых количественных характеристиках может быть качественно различным.

# ГОСТ 5632-72

- Жаропрочные стали способны противостоять механическим нагрузкам при высоких температурах (400 – 850 °С). Стали 15Х11МФ, 13Х14Н3В2ФР, 09Х16Н15М3Б и другие применяют для изготовления пароперегревательных устройств, лопаток паровых турбин, трубопроводов высокого давления. Для изделий, работающих при более высоких температурах, используются стали 15Х5М, 16Х11Н2В2МФ, 12Х18Н12Т, 37Х12Н8Г8МБФ и др.

- Жаростойкие стали способны сопротивляться окислению и окалинообразованию при температурах 1150 – 1250 °С. Для изготовления паровых котлов, теплообменников, термических печей, аппаратуры, работающей при высоких температурах в агрессивных средах используются стали марок 12Х13, 08Х18Н10Т, 15Х25Т, 10Х23Н18, 08Х20Н14С2, 1Х12МВСФБР, 06Х16Н15М2Г2ТФР-ИД, 12Х12М1БФР-Ш.

# Применение

- Жаропрочные и жаростойкие стали применяют при изготовлении многих деталей газовых турбин реактивной авиации, в судовых газотурбинных установках, стационарных газовых турбинах, при перекачке нефти и нефтепродуктов, в аппаратуре крекинг - установок, при гидрогенизации топлива, в нагревательных металлургических печах и многих других установках.

- Ряд сплавов применяемых в авиационной промышленности нашел применение и в других отраслях. Одними из наиболее жаропрочных сплавов являются силхромы и хромоникелевые стали, используемые при изготовлении клапанов выпуска авиационных поршневых моторов, лопаток газовых турбин турбокомпрессоров надува авиамоторов и рабочих лопаток первых газовых турбин и первого реактивного двигателя.