



# **Сварка теплоустойчивых сталей**

# Теплоустойчивые стали



- Теплоустойчивые стали – это стали способные противостоять определенным видам нагрузок без их удлинений выше установленных значений, при заданных рабочих температурах.

Date/Month/Year.



# Основные классические марки Cr-Mo



- **0,5%Mo – до 460°C**
- **1%Cr+0,5%Mo – до 545°C**
- **2,25%Cr+1%Mo – до 545°C**
- **5%Cr+1%Mo – до 550°C**
- **9%Cr+1%Mo – до 585°C**
- **12%Cr+1%Mo – до 585°C**

Дополнительно могут легироваться V,  
W, Ni, Ti, Nb, В и/или N

# ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОХРУПЧИВАНИЕ



- В процессе длительной эксплуатации изделия при высоких температурах, материал теряет свои пластические свойства
- Причиной подобного охрупчивания являются следы в химическом составе материала таких элементов как P, Sb, Sn и As
- Фактор Брускато:  $X = (10P + 5Sb + 4Sn + As) / 100$  - элементы в весовых %, а



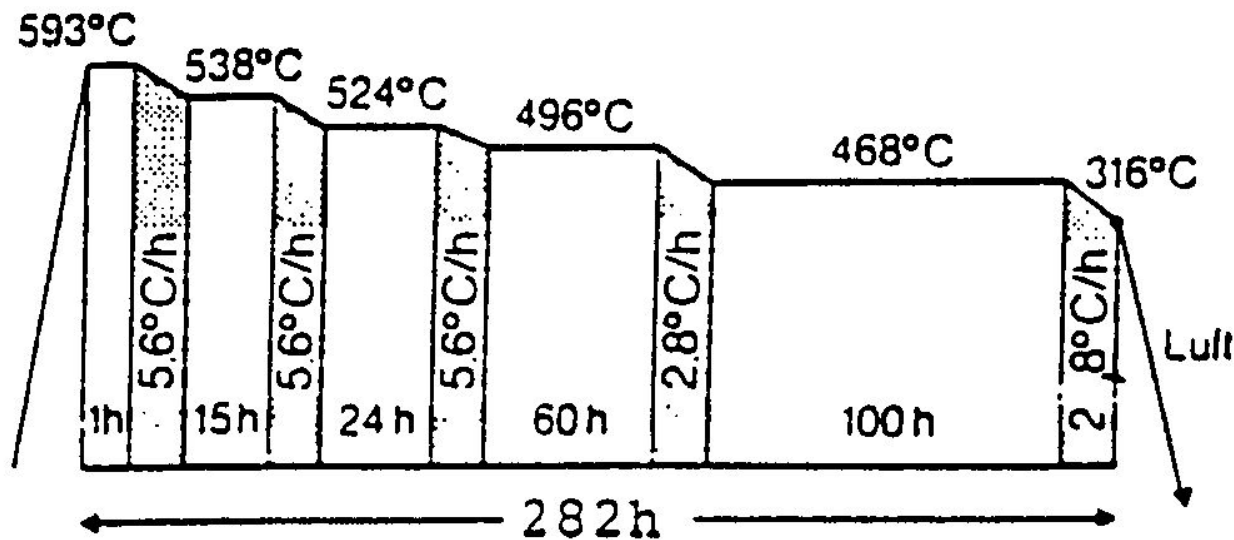
Date/Month/Year

# Стимулирование процесса высокотемпературного охрупчивания отпускком со ступенчатым охлаждением



Date/Month/Year.

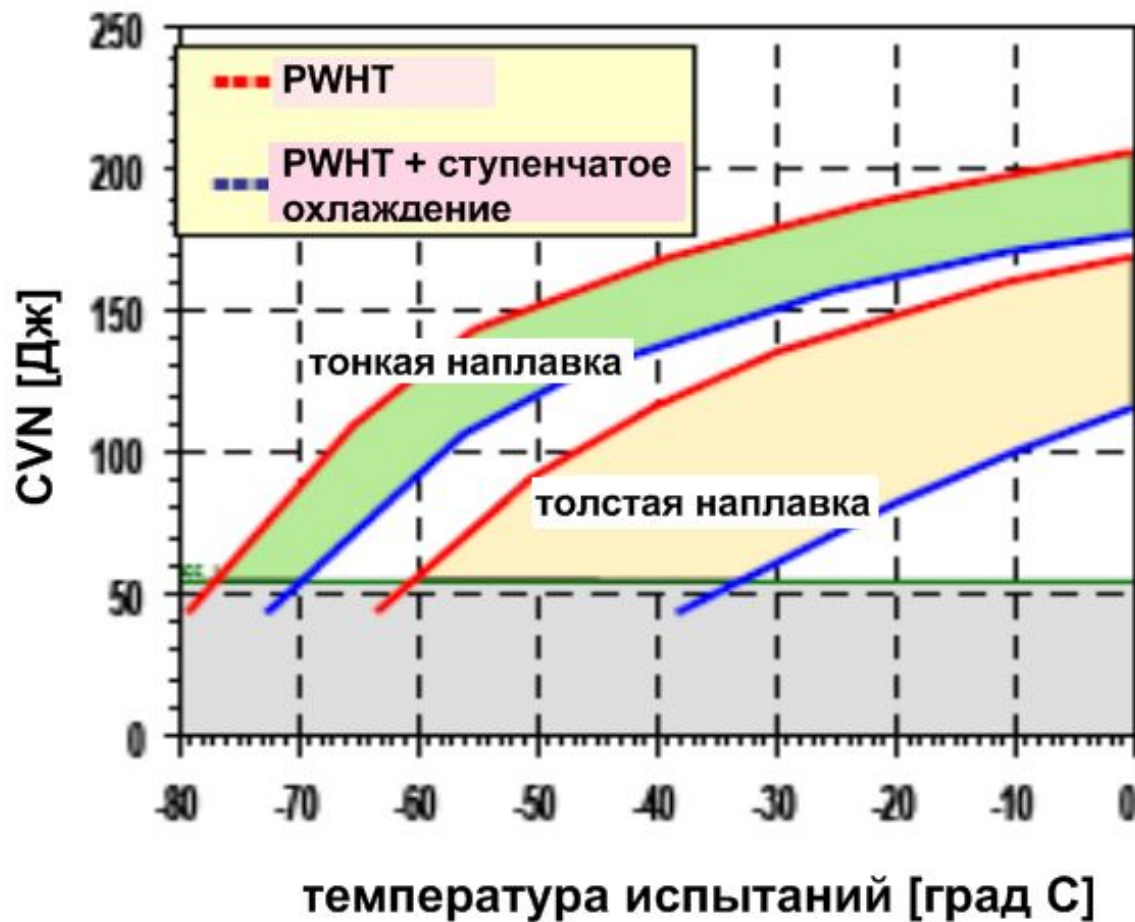
# Стимулирование процесса высокотемпературного охрупчивания отпуском со ступенчатым охлаждением



Чтобы оценить склонность материала к высокотемпературному охрупчиванию в лабораторных условиях, когда время охрупчивания необходимо сократить с нескольких десятков лет до сотен часов, образцы подвергают термообработке со ступенчатым охлаждением.

Date/Month/Year.

Из представленных графиков видно, как смещается порог хладноломкости наплавленного металла на образцах, которые подвергались термообработке со ступенчатым охлаждением



# 0,5%Mo теплоустойчивые стали



Штучные электроды (ММА)	Сплошные проволоки (MIG, SAW)	Прутки (TIG)	Порошковые проволоки (FCAW)
OK 74.46 FILARC KV2	OK Aristotrod 13.08 (MIG) OK Aristotrod 13.09 (MIG) OK Autrod 12.24 (SAW)	OK Tigrod 13.08 OK Tigrod 13.09	Dual Shield MoL
Фактор Брускато не регламентируется			





# 1%Cr+0,5%Mo

## теплоустойчивые стали

Штучные электроды (MMA)	Сплошные проволоки (MIG, SAW)	Прутки (TIG)	Порошковые проволоки (FCAW)
OK 76.16* OK 76.18 FILARC KV5L	OK Aristotrod 13.12 (MIG) OK Autrod 13.14 (MIG) OK Autrod 13.16* (MIG) OK Autrod 13.10SC* (SAW)	OK Tigrod 13.12 OK Tigrod 13.16*	Dual Shield CrMo1
*Фактор Брускато не более 15 ppm			



# 2,25%Cr+1%Mo

## теплоустойчивые стали

- Данные стали обладают повышенной стойкостью к **Высокотемпературной Водородной Атаке**.  
Являются типичными материалами для изделий типа колонн гидрокрекинга нефтепродуктов

Штучные электроды (MMA)	Сплошные проволоки (MIG, SAW)	Прутки (TIG)	Порошковые проволоки (FCAW)
OK 76.26* OK 76.28 FILARC KV3 FILARC KV3L	OK Aristotrod 13.22 (MIG) OK Autrod 13.17* (MIG) OK Autrod 13.20SC* (SAW) OK Autrod 13.45* (SAW)	OK Tigrod 13.22 OK Tigrod 13.17*	Dual Shield CrMo-2

Date/Month/Year фактор Брускато не более 15 ppm



# 5%Cr+1%Mo

## теплоустойчивые стали

Данные стали обладают повышенной стойкостью к **Окалинообразованию**. Являются типичными материалами для газонагревательных установок

Штучные электроды (MMA)	Сплошные проволоки (MIG, SAW)	Прутки (TIG)	Порошковые проволоки (FCAW)
OK 76.35 FILARC KV4L	OK Autrod 13.33 (SAW)	OK Tigrod 13.32	FILARC PZ6204
Фактор Брускато не регламентируется			



# 9%Cr+1%Mo

## теплоустойчивые стали

- Данные стали обладают повышенной стойкостью к **Сульфидной Коррозии**. Являются типичными материалами для объектов нефтепереработки, когда нефть содержит повышенную концентрацию серы

Штучные электроды (MMA)	Сплошные проволоки (MIG, SAW)	Прутки (TIG)	Порошковые проволоки (FCAW)
OK 76.96 OK 76.98	OK Autrod 13.37 (MIG) OK Autrod 13.35 (SAW)	OK Tigrod 13.37 OK Tigrod 13.38	
Фактор Брускато не регламентируется			

# Флюсы для сварки теплоустойчивых сталей



OK Flux 10.62 - фактор Брускато не регламентируется  
OK Flux 10.63 - фактор Брускато не более 15 ppm

Date/Month/Year.



**КОНЕЦ**

Date/Month/Year.