

ЛЕГИРОВАННЫЕ ТЕПЛОУСТОЙЧИВЫЕ И РАДИАЦИОННО СТОЙКИЕ СТАЛИ ПЕРЛИТНОГО КЛАССА

НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей» разработаны технологии выплавки, изготовления, термической обработки и сварки заготовок из легированных теплоустойчивых и радиационноустойчивых сталей перлитного класса.

Назначение:

Конструкционные материалы для парогенераторов реакторных установок на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем.

Хромомолибденовая сталь марки 10X2M

Теплоустойчивая свариваемая сталь марки 10X2M предназначена для изготовления парогенераторов стационарных АЭУ на быстрых нейтронах, работающих при повышенных (до 510°C) температурах в контакте с жидким натрием, водой, паром и для теплообменного оборудования тепловых электростанций.

Сталь может быть использована также для изделий нефтехимической промышленности.

Сталь марки 10X2M обладает удовлетворительной прочностью при температурах до 510°C.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛИ МАРКИ 10X2M (не менее)

Температура, °С	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ_5 , %	ψ , %
20	392	294	20	62
450	294	245	15	60
500	255	216	15	60

Перлитная сталь марки 10X2M обладает высокой коррозионной стойкостью при эксплуатации в агрессивных рабочих средах (жидкий натрий, пар, вода). Аустенитные хромоникелевые стали в пароводяной среде склонны к коррозионному растрескиванию.

СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ СТАЛИ МАРКИ 10Х2М ПРИ УСЛОВИИ ПОСТОЯННОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

Среда	Скорость коррозии, мм/год	
	при 510°С	при 560°С
Натрий	0,004	0,005
Пар	0,050	0,090
Воздух	0,002	0,040

Сталь имеет удовлетворительную свариваемость: сваривается ручной дуговой, аргодуговой и автоматической сваркой под флюсом.

НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей» разработаны и промышленно освоены технологии изготовления и сварки широкого сортамента металлопродукции.

Виды освоенной продукции:

- Прокат листовой толщиной, мм.....1–10
- Трубы бесшовные холоднодеформированные диаметром, мм.....12–33
- Поковки и кованные плиты после предварительной механической обработки (под термическую обработку) сечением (толщиной), мм.....до 300
- Листовые заготовки толщиной, мм.....10–160

Сравнение с аналогами:

Сталь марки 10Х2М является российским аналогом стали «Хролой» (2,25Cr–1Mo).

Предложения по сотрудничеству:

- техническая документация на изготовление, обработку и сварку;
- техническое сопровождение при изготовлении изделий и конструкций из стали марки 10Х2М.



Хромомолибденованадиевые стали марок 15Х2МФА-А мод. А И 15Х2МФА-А мод. Б

Назначение:

Усовершенствованные теплоустойчивые радиационностойкие стали марок 15Х2МФА-А мод. А и 15Х2МФА-А мод. Б предназначены для изготовления корпусов водо-водяных реакторов поколения III+, судовых атомных энергетических установок (АЭУ) блочного и интегрального типов, реакторов малой и средней мощности.

Описание:

Конкурентным преимуществом стали марок 15Х2МФА-А мод. А и 15Х2МФА-А мод. Б считается обеспечение уровня прочности КР45 в крупногабаритных заготовках с толщиной стенки до 660 мм при исходном значении критической температуры хрупкости $T_{к0}$ не выше минус 35 – минус 45°С и высокой радиационной стойкости.

Стали обладают высокой стабильностью исходных механических характеристик в условиях эксплуатации при воздействии рабочей температуры и облучения потоком нейтронов.

Высокое качество заготовок (поковка, плита, листовая и штампованная заготовка) обеспечивается за счет применения технологий производства, разработанных с применением численного моделирования, в том числе термической обработки.

Усовершенствованные теплоустойчивые радиационностойкие стали марок 15Х2МФА-А мод. А и 15Х2МФА-А мод. Б обладают конкурентными преимуществами:

- Обеспечение категории прочности КР45 в крупногабаритных заготовках с толщиной стенки под термическую обработку до 660 мм при исходном значении критической температуры хрупкости $T_{к0}$ не выше минус 35 – минус 45°С.
- Высокое сопротивление радиационному и тепловому охрупчиванию в процессе эксплуатации, обеспечивающее проектный ресурс корпуса реактора (КР) не менее 60–80 лет с возможностью его пролонгации.

- Обеспечение стабильности рабочих характеристик в течение длительного срока эксплуатации.
- Превосходит отечественные и зарубежные аналоги при сопоставлении значений эксплуатационных характеристик.

Сравнение с аналогами:

Стали марок 15Х2МФА-А мод. А и 15Х2МФА-А мод. Б по своим механическим и служебным характеристикам превосходят отечественные и зарубежные аналоги. При сравнении характеристик данных сталей и зарубежного аналога (сталь А533В-1) видно существенное превосходство аналогичных показателей сталей, разработанных НИЦ «Курчатowski институт»– ЦНИИ КМ «Прометей».

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАЛИ МАРОК 15Х2МФА-А мод. А И 15Х2МФА-А мод. БС ЗАРУБЕЖНЫМ АНАЛОГОМ

Параметры	Стали марок 15Х2МФА-А мод. А 15Х2МФА-А мод. Б	Сталь марки А533В-1 (США)
Толщина поковок	До 660 мм	До 200–300 мм
Механические свойства при растяжении при комнатной температуре	$\sigma_B \geq 610$ МПа $\sigma_{0,2} \geq 490$ МПа	$\sigma_B \geq 590$ МПа $\sigma_{0,2} \geq 345$ МПа
Критическая температура хрупкости	Не выше минус 35°С – минус 45°С	Не выше 0°С
Коэффициент радиационного охрупчивания	Не выше 9	23



Эффект от внедрения:

Стали марок 15X2МФА-А мод. А и 15X2МФА-А мод. Б обладают высокой радиационной стойкостью, требующейся для современных проектов АЭУ с гарантированным обеспечением прочностных характеристик в поковках крупного сечения (толщиной до 660 мм), что дает возможность повысить эксплуатационную надежность и обеспечить длительный срок службы корпуса реактора (КР).

Применение усовершенствованных сталей для изготовления КР поколения III+ обеспечивает повышенную безопасность КР при эксплуатации в течение всего срока службы при всех штатных и аварийных режимах (отсутствует принципиальная возможность хрупкого разрушения КР).

Стали применяются для изготовления корпусов реакторов строящихся ледоколов РИТМ 200, РИТМ 400, для изготовления модернизированных плавучих энергоблоков РИТМ 200С, РИТМ 400С и оборудования строящегося наземного энергоблока АСММ (Ритм 200Н) и других установок малой мощности.

Все виды заготовок для корпусов реакторов изготавливают при авторском сопровождении разработчиков стали.