

Стали для работы в условиях климатического холода

Студентка гр.104219 Бекетова И.Ю.
Научный руководитель – Пучков Э.П.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы является усиление внимания к проблеме разработки, применения и внедрения сталей для работы в условиях низких температур.

Явление хладноломкости, т.е. хрупкого разрушения, связанного с действием низких температур, впервые стало предметом широкого обсуждения в связи с бурным строительством железных дорог в конце XIX века.

Особенностью низкотемпературной службы является ужесточение требований к материалу по пластичности и вязкости. Определенную сложность представляет выбор необходимого уровня пластических и вязких свойств. Обычно минимальная рабочая температура определяется температурой вязко-хрупкого перехода, при которой вязкость падает до неприемлемо малых значений.

По хладостойкости металлические материалы, используемые при низких температурах, условно могут быть разбиты на четыре основные группы:

1. Металлы и сплавы, характеристики механических свойств которых позволяют использовать их до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Они являются основными конструкционными материалами холодильного машиностроения. Их используют также для изготовления изделий так называемого северного исполнения. К этой группе относятся качественные углеродистые и низколегированные стали ферритного и перлитного классов.

2. Ко второй группе относятся сплавы, сохраняющие вязкость и пластичность при охлаждении до 170 К. Это стали с 0,2 – 0,3 % С, дополнительно легированные Ni, Cr, Ti, Mo. К этой группе относятся, например, низкоуглеродистые ферритные стали с 2 – 5 % Ni, используемые при температурах 210 – 150 К.

3. К третьей группе относятся сплавы, способные без ухудшения свойств выдерживать температуры до 77 К (температура кипения жидкого азота). Сюда относятся стали типа 12X18H10T, 0H9A, большинство сплавов на основе Al, Ti, Cu, не обнаруживающих склонности к хрупкому разрушению. Для ненагруженных конструкций с целью экономии Ni применяют Cr—Mn и Cr—Ni—Mn стали типа 10X14Г14Н4Т (ЭИ711), 03X13АГ19 (ЧС36), 07X21Г7АН5 (ЭП222).

4. К четвертой группе относятся сплавы, используемые для работы при температуре ниже 77 К. К этой группе принадлежат материалы, используемые в космической технике, производстве и потреблении водорода, экспериментальной физике. Для работы при таких температурах пригодны лишь высоколегированные коррозионностойкие стали типа 10X11H23ТЗМР (ЭП33), 03X20H16АГ6, некоторые бронзы, никелевые, алюминиевые сплавы, легированные Mg, и сплавы титана.

Широкое распространение в технике низких температур получили хромоникелевые аустенитные стали, содержащие 17 – 25 % хрома и 8 – 25 % никеля. Благодаря сохранению высокой пластичности и вязкости в широком температурном диапазоне, коррозионной стойкости в сочетании с хорошими технологическими свойствами они в настоящее время являются наиболее распространенными конструкционными материалами криогенной техники.

Хромоникелевые аустенитные стали применяются для изготовления сварных элементов аппаратов, емкостей, трубопроводов (обечаек, днищ, пат-рубков, фланцев), деталей арматуры (штоков, клапанов, седел) и т. д. Рекомендуемая температура эксплуатации сварных соединений 4 – 870 К без ограничения давления.

В зависимости от содержания основных легирующих элементов различают два типа хромоникелевых аустенитных сталей. Это метастабильные стали, претерпевающие заметное мартенситное превращение при охлаждении и деформации, содержащие 17 – 20 % Cr и 8 – 12 % Ni. Вторую группу образуют стабильные стали, содержащие 17 – 25 % Cr и 14 – 25 % Ni. В них мартенситное превращение подавлено и аустенитная структура сохраняется вплоть до самых низких температур.

Высокая стоимость никеля привела к созданию сталей, в которых никель полностью или частично заменен марганцем, также являющимся стабилизатором аустенита (марки 03X13AG19, 10X14Г14Н4Т). В их состав дополнительно вводят азот, способствующий получению аустенитной структуры и дополнительному упрочнению (03X20Н16AG6, 07X13Н4AG20).

Введение азота в хромоникельмарганцевые стали позволяет более чем в полтора раза поднять уровень предела текучести при комнатной температуре. С понижением температуры эффективность влияния азота как элемента внедрения, блокирующего движение дислокаций, на величину предела текучести еще более возрастает. Хром, никель и марганец, как элементы замещения, оказывают меньшее влияние на прочностные свойства, их роль определяется необходимостью обеспечения заданной аустенитной структуры.

Стимулом для развития явилось осуществление космических и ядерных программ. Данные стали имеют огромные перспективы в различных хозяйственных и научных отраслях. Важнейшим фактором дальнейшего развития техники низких температур является создание материалов, пригодных для работы в этих условиях.

УДК 538.945

Сверхпроводящие материалы

Студент гр.104219 Марышева А.А.
Научный руководитель – Пучков Э.П.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В настоящее время сверхпроводящие материалы находят широкое применение в промышленности и являются перспективной областью исследований. Сверхпроводящее состояние наблюдается вблизи абсолютного нуля у многих металлов и сплавов. Они не оказывают сопротивления электрическому току при температурах ниже характерной для них критической температуры T_k . Впервые сверхпроводимость обнаружил в 1911 г. голландский ученый Гейке Камерлинг-Оннес, который наблюдал скачкообразное исчезновение сопротивления ртути до неизмеримо малой величины при температуре 4,2 К.

К настоящему времени сверхпроводимость обнаружена у большинства чистых металлов, причем сверхпроводящее состояние легче всего возникает в металлах с низкой обычной проводимостью. Открыто и изучено около трех тысяч сверхпроводящих сплавов и интерметаллических соединений, и их число непрерывно растет. Чистые металлы принято относить к сверхпроводникам первого рода, а сплавы и соединения – к сверхпроводникам второго рода.

Напряженность магнитного поля в объеме сверхпроводников при температурах ниже критической равна нулю. Металл становится диамагнетиком – материалом, приобретающим во внешнем магнитном поле магнитный момент, направленный против намагничивающего поля. Поэтому при переходе материала в сверхпроводящее состояние внешнее магнитное поле «выталкивается» из его объема и остается лишь в тонком поверхностном слое толщиной около 10^{-5} мм. Это явление называется эффектом Мейснера.