

- расплавлением тонкой пленки поверхности металла лазером с быстрым отводом тепла массой основного металла;
- сверхбыстрым охлаждением из газовой среды.

Аморфные сплавы на основе металлических систем характеризуются специфическими физико-химическими, механическими и технологическими свойствами, существенно отличающимися от свойств тех же сплавов в моно- и поликристаллическом состоянии.

К преимуществам аморфных материалов относятся: малая чувствительность магнитных параметров к внешним механическим воздействиям, большое удельное электросопротивление, наличие сплавов с хорошими свойствами, не содержащих дефицитных элементов, меньшая трудоёмкость изготовления. Для большинства аморфных сплавов характерна квадратная форма петли гистерезиса, и они относятся к классу самозащитающихся сплавов, т.к. могут самопроизвольно пассивироваться как в атмосферных условиях, так и в различных агрессивных средах.

Применение аморфных сплавов напрямую связано с их уникальными свойствами.

Высокие прецизионные и пружинные свойства позволили использовать аморфные материалы для изготовления пружин, мембран манометров, датчиков скорости, ускорения, крутящего момента, пружин часовых механизмов, весов, индикаторов часового типа и других прецизионных пружинных устройств.

Аморфные материалы используют для армирования трубок высокого давления, изготовление металлокорда шин и др., что связано с их высокой прочностью.

Высокая прочность в сочетании с коррозионной стойкостью позволяют использовать аморфные сплавы для изготовления кабелей, работающих в контакте с морской водой, а также изделий, условия эксплуатации которых связаны с воздействием агрессивных сред. Из аморфной ленты изготавливают предметы бытового назначения – бритвенные лезвия, рулетки и др.

Аморфные высокоуглеродистые сплавы, содержащие Cr, Mo, W, обладают высоким сопротивлением разрушению и термической стабильностью, такие сплавы используются в высокопрочных композициях.

Аморфные сплавы Fe-Si-B с высоким магнитным насыщением были предложены для замены кремнистых сталей в сердечниках трансформаторов. Экономия энергии вследствие снижения гистерезисных потерь составила только в США 300 млн./долл.

Из-за высокой начальной проницаемости, а также нулевой магнитострикции эти материалы находят применение в звуко-, видео-, компьютерном и другом записывающем оборудовании. Известно применение аморфных сплавов в качестве катализаторов химических реакций, специальных припоев, сверхпроводящих кабелей и др.

Аморфные металлы часто называют материалами будущего, что обусловлено уникальностью их свойств, не встречающихся у обычных кристаллических металлов.

Широкому применению аморфных металлов препятствуют высокая себестоимость, сравнительно низкая термическая устойчивость, а также малые размеры получаемых лент, проволоки, гранул. Кроме того, применение аморфных сплавов в конструкциях ограничено из-за низкой свариваемости.

УДК 669.018.8

Экономнолегированные коррозионно-стойкие стали

Студентка гр.104216 Белько О.С.
 Научный руководитель – Пучков Э.П.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Одним из основных направлений в разработке экономнолегированных нержавеющей сталей является создание безникелевых и малоникелевых сталей, в которых аустенитная структура обеспечивается легированием азотом и марганцем. Коррозионно-стойкие Cr-Mn-стали могут вполне конкурировать с Cr-Ni-сталями, если учесть различие мировых цен на никель и марганец, а также присущий марганцовистому аустениту благоприятный комплекс свойств.

Как следует из структурной диаграммы Fe-Cr-Mn (рис. 1), при содержании хрома 14 %, независимо от концентрации марганца в сталях, наблюдается переход от аустенитной к двухфазной аустенитно-ферритной структуре, так как марганец практически не расширяет область γ -твердых растворов при его концентрации более 14 %. Двухфазная $\alpha+\gamma$ -структура является неблагоприятной для Cr-Mn-сталей, так как ухудшает их технологические свойства при температурах горячей и холодной обработки давлением.

В связи с этим наибольший интерес представляют коррозионно-стойкие Cr-Mn-стали с аустенитной структурой.

Легирование марганцем сталей системы Fe-Cr-Ni широко используется для обеспечения достаточной растворимости азота при температурах кристаллизации жидкого металла. Введение 3-5 % Mn в хромонике-

левые стали, содержащие более 15 % Ni, в значительной степени улучшает их свариваемость, обеспечивая высокую стойкость металла шва против образования горячих трещин. Разработанные высокопрочные коррозионно-стойкие стали системы Fe-Cr-Ni-Mn-N аустенитного класса 07X21Г7АН5 (ЭП-222) и 03X20Н16АГ6 обеспечивают уровень характеристик прочности $\sigma_{0,2} \geq 370$ МПа; $\sigma_B \geq 700$ МПа при сохранении вязкости и пластичности до температур, близких к абсолютному нулю. Такие стали используются для изготовления крупногабаритного штампосварного оборудования криогенной техники.

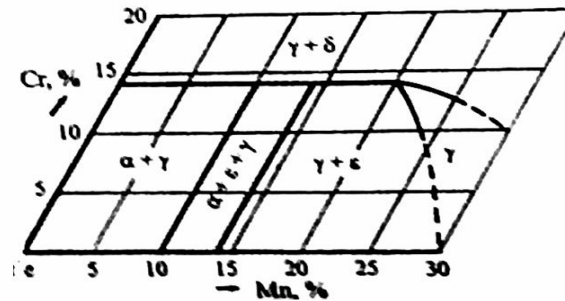


Рис.1. Метастабильная диаграмма Fe-Cr-Mn (закалка от 1100°C)

Значение предела прочности и предела текучести хромомарганцевых сталей выше, чем у хромоникелевых сталей, при всех содержаниях азота. В хромомарганцевых сталях ОХ17Г11 и 1Х18Г16, не содержащих азота, количество феррита составляет 28-30%. По мере увеличения содержания азота до 0,22-0,30% количество феррита уменьшается до 1,8-3,0% и сталь становится практически полностью аустенитной, чем достигаются максимальные пластические свойства. Увеличение растворимости азота в γ -твердом растворе под влиянием повышенного содержания марганца позволяет выплавлять коррозионно-стойкие высокопрочные стали с содержанием азота до 0,5 - 0,8 % традиционными способами и получать слитки с плотной микроструктурой без признаков газовой пористости.

По мере увеличения содержания углерода в стали до 0,22% увеличивается количество карбидной фазы Me_23C_6 , которая выделяется вдоль межфазовой границы аустенит-феррит и приводит к снижению в литом состоянии ударной вязкости и в некоторых случаях пластичности.

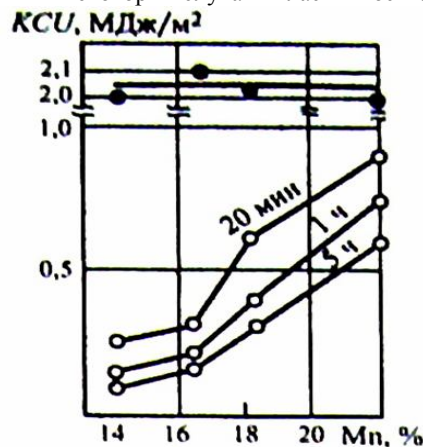


Рис.2. Зависимость ударной вязкости сталей X13АГ(14-22) при -196°C: • - после закалки, o - после закалки и отпуска при 700°C (цифры у кривых - длительность отпуска)

Марганец в отличие от никеля повышает растворимость углерода в аустените, что приводит к снижению степени образования карбидных фаз в диапазоне температур 500 - 800 °С.

Растворимость углерода при 1000°C в аустените, содержащем 22 % Mn, более чем в 3 раза превышает растворимость углерода в стали без марганца. Этим объясняется положительное влияние марганца на ударную вязкость сталей X13АГ после отпуска при 700 °С в течение 20 мин, 1 и 5 ч (рис. 2).

Закалка хромомарганцевых сталей от температуры 1150° приводит к резкому повышению ударной вязкости, пластические характеристики также повышаются. В закаленном состоянии с повышением содержания марганца прочность стали уменьшается, что связано с уменьшением мартенситных составляющих ($\alpha + \epsilon$). Но прирост прочности в результате пластической деформации тем выше, чем больше в стали концен-

трация марганца. По мере изменения исходной структуры от $(\alpha + \epsilon + \gamma)$ к $(\epsilon + \gamma)$ и далее к γ наблюдается значительное увеличение склонности сталей к деформационному упрочнению.

Это связано не только с более благоприятными кристаллографическими условиями для деформации ГЦК-решетки по сравнению с ГПУ- и ОЦК-решетками, но и со специфическим влиянием марганца на склонность сталей к наклепу. Марганец снижает энергию образования дефектов упаковки аустенита, а никель, наоборот, ее повышает.

Хромомарганцевые стали характеризуются удовлетворительной стойкостью против коррозионного растрескивания. Например, сталь 10X13Г18Д не разрушается при стандартных испытаниях в 42%-ном растворе MgCl под нагрузкой в течение 100ч и более.

Вследствие высокого содержания марганца, который благоприятно влияет на свариваемость хромоникелевых сталей, аустенитные хромомарганцевые стали дают возможность изготавливать из них качественные сварные конструкции всеми известными методами сварки.

Аустенитные хромомарганцевые стали обладают также достаточно высоким уровнем жаростойкости при температурах до 700 °С. Они превосходят по жаропрочности сталь 12X18Н9.

Испытания на общую коррозию кипячением в азотной кислоте показали, что исследуемые стали не уступают по стойкости литым никельсодержащим сталям (1X18Н9ГЛ, 1X18Н4Г4Л), причем при низком содержании углерода ($C < 0,08\%$) показывают даже более высокие результаты. То же можно сказать и о результатах коррозионных испытаний, проведенных в течение длительного времени в винах. В случае общей коррозии стойкость сталей повышается по мере уменьшения ферритной фазы в структуре и достигает максимума при содержании азота 0,19-0,22 %.

УДК 620.22

Выяснение причин разрушения резьбового соединения штока из стали 95X18

Студенты гр.104216 Валуй А.А., Белько О.С.
Научные руководители – Стефанович А.В., Борисов С.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Сталь 95X18 применяется для изготовления втулок, осей, стержней, шариковых и роликовых подшипников и других деталей, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости и работающих при температуре до 500 °С и подвергающихся действию умеренных агрессивных сред. Сталь коррозионная мартенситного класса. Эта сталь, имеющая ледебуритную структуру с избыточными карбидами, упрочняется после закалки в результате мартенситного превращения. Для улучшения обрабатываемости при точении рекомендуется отжиг при температуре 730-760 °С. Перегревы при закалке и низкотемпературный отпуск снижают ударную вязкость (охрупчивание материала), их следует избегать.

Для выяснения причин разрушения штока был выполнен ряд исследований:

1. Микроскопический анализ излома и измерение балла действительного зерна после термической обработки.

2. Определение балла карбидной неоднородности.

3. Измерение твердости различных частей штока.

4. Определение толщины обезуглероженного слоя методом измерения микротвердости.

5. Определение ударной вязкости.

Проведенный макрокопический анализ позволил определить хрупкий характер излома, характеризующийся отсутствием следов пластической деформации. Излом матовый мелкозернистый, балл зерна 9 – 10. Мелкозернистый излом и величина зерна свидетельствуют об отсутствии перегрева стали 95X18 и правильном выборе температуры закалки. Таким образом, температура закалки не является причиной хрупкого разрушения штока (рис. 1).



Рисунок 1 – Макроструктура излома