

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

При проведении микроскопического анализа излома в сечении по оси штока была выявлена карбидная неоднородность стали, которая соответствует 3 баллу, что соответствует необходимым технологическим требованиям. Измерение твердости методом Роквелла различных частей штока выявило следующее:

1. Твердость шлифованной поверхности составляет 51-52 HRC, что соответствует температуре отпуска 500 – 550 °С. Для стали 95X18 данная температура отпуска находится в интервале температур отпускной хрупкости 1-го рода (450 – 600 °С), что значительно увеличивает склонность стали к хрупкому разрушению. Поэтому данной температуры отпуска следует избегать.

2. Твердость нешлифованной поверхности составляет 31-39 HRC. Более низкая твердость этой поверхности по отношению к шлифованной объясняется выгоранием углерода с поверхности детали при ее нагреве под закалку в окислительной (воздушной) атмосфере печи. Этим объясняется повышенная сминаемость резьбы из-за пониженной прочности стали в поверхности по причине пониженного содержания углерода.

Толщина обезуглероженного слоя составляет 0,4 мм и полное обезуглероживание (100 % феррита, рис.2) составляет ~ 0,1 мм. Наличие феррита на поверхности резко уменьшает прочность, что способствует зарождению трещины.



Рисунок 2 – Микроструктура обезуглероженного слоя стали 95X18

Проведенные испытания штока на ударный изгиб позволили установить ударную вязкость материала штока, которая равнялась 15 Дж/см². Эти значения вязкости подтверждают наличие отпускной хрупкости. Сталь закаленная с отпуском 200°С имеет КСУ 26,5 Дж/см², представленный шток 15 Дж/см², что почти в 2 раза меньше.

По результатам проведенной экспертизы можно сделать следующие выводы:

1. Причины хрупкого разрушения штока – неправильный выбор режимов термической обработки стали 95X18, приводящий к низким значениям вязкости.

2. Причиной сминаемости резьбы является нагрев стали под закалку в окислительной среде. Наличие ферритного слоя на поверхности способствует зарождению трещины.

3. Для изготовления представленного на экспертизу штока необходимо подобрать правильные режимы термической обработки, обеспечивающие высокую коррозионную стойкость и оптимальное сочетание прочности и вязкости.

УДК 669.14

Исследование возможности применения хромистых сталей для изготовления питателей установок по выпуску минеральной ваты

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

В настоящее время в теплоэнергетике, строительстве и других отраслях промышленности в качестве теплоизолятора широко применяют минеральную вату, полученную из расплава шлаков и горных пород. Для ее изготовления используется базальт, как наиболее легкоплавкое сырье.

Базальты содержат 45-55%SiO₂, 25%Al₂O₃, остальное составляют окислы железа, магния и других сопутствующих элементов.

Базальт расплавляется при помощи газовых горелок в специальных установках, футерованных магнетитом. В нижней части установки расположена металлическая плита – питатель – размерами 400x120x10 мм. Через отверстия диаметром 1,2 мм, равномерно расположенные на расстоянии 4-5 мм, пропускается расплав базальта, достигающий температуры 1300°С, который, застывая, при охлаждении воздухом, образует минеральную вату. Для предотвращения застывания расплава в отверстиях питатель нагревается выше 1100°С пропусканием тока от понижающего трансформатора.