

Механические свойства стали 12ХНВА после закалки с выдержкой  
в промежуточных областях

В.А. Калиничева, А.В. Рябко

*Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

***Аннотация***

Термическая обработка сталей — одна из самых важных операций в машиностроении, от правильного проведения которой зависит качество выпускаемой продукции. Закалка и отпуск сталей являются одними из разнообразных видов термообработки металлов.

Тепловое воздействие на металл меняет его свойства и структуру. Это позволяет повысить механические свойства материала, долговечность и надежность изделий, а также уменьшить размеры и массу механизмов и машин. Кроме того, благодаря термообработке, для изготовления различных деталей можно применять более дешевые сплавы.

Ударная вязкость образцов, подвергнутых закалке с выдержкой, при примерно равной твердости, выше, чем после обычной закалки в воду. Это позволяет рекомендовать этот режим для заводов, что даст возможность снизить вероятность коробления и трещинообразования при закалке.

***Ключевые слова***

Коробление, трещинообразование, закалка с выдержкой, твердость, ударная вязкость.

Термическая обработка сталей — одна из самых важных операций в машиностроении, от правильного проведения которой зависит качество выпускаемой продукции. Она позволяет повысить механические свойства материала, долговечность и надежность изделий, а также уменьшить размеры и массу механизмов и машин. Кроме того, благодаря термообработке, для изготовления различных деталей можно применять более дешевые сплавы.

В связи с возможным короблением и трещинообразованием детали сложной конфигурации после обычной закалки (вода, масло) в практике термической обработки используют прием закалки с выдержкой в промежуточных областях. В настоящей работе исследовано влияние закалки с выдержкой в промежуточной области по сравнению с обычной закалкой.

Закалка, включающая аустенизацию стали, быстрое охлаждение в температурную область относительной устойчивости переохлажденного аустенита и выдержку до полного или частичного превращения аустенита в бейнит.

Такая закалка применяется для легирования сталей, у которых распад аустенита в промежуточной области, как правило, идет не до конца. Сталь приобретает структуру бейнита с 10 - 20% остаточного аустенита. При этом достигается высокая прочность при достаточной вязкости. Если аустенит, не распавшийся после окончания промежуточного превращения, претерпевает мартенситное превращение, то в результате закалки резко снижается пластичность стали. Конструкционные легированные стали приобретают оптимальные механические свойства в результате закалки с выдержкой в промежуточной зоне изотермического распада аустенита [1].

Для исследования были выбраны образцы с искусственно введенной трещиной, выполненные из стали марки 12ХНВА. Обработке был подвергнут двадцать один образец (по семь образцов для каждого режима обработки).

Сталь 12ХНВА используется для изготовления таких деталей, как: шестерни, валы, кулачковые муфты, червяки поршневые пальцы и прочие цементируемые детали, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости. Прокат из стали 12ХНВА является основой для деталей, работающих под действием высоких ударных нагрузок либо при отрицательных температурах до -100°C. Кроме этого сталь 12ХНВА применяется для изготовления горячекатаного толстолистового проката, биметаллических бесшовных труб для судостроения с наружным слоем из стали и внутренним слоем из меди.

Сочетание высокой пластичности (что свойственно всем малоуглеродистым сталям, которые дополнительно легированы) с повышенной твердостью основы обуславливает применение к стали 12ХНВА такой технологии химико-термической обработки, какой является цементация.

Термическая обработка проводилась по следующим режимам:

1. Нагрев до температуры 910°C, выдержка 30 мин, охлаждение в воду.
2. Нагрев до температуры 910°C, выдержка 30 мин, перенос в печь с температурой 640°C, выдержка 30 мин, охлаждение в воду.
3. Нагрев до температуры 910°C, выдержка 30 мин, перенос в печь с температурой 340°C, выдержка 30 мин, охлаждение в воду.

При такой закалке температура и длительность изотермической выдержки выбираются с таким расчетом, чтобы за счет диффузии углерода произошло беспрепятственное превращение аустенита в механическую смесь феррита с

тончайшими игольчатыми кристаллами цементита. В результате превращения аустенита диффузионным путем углерод успевает выделиться в виде цементита, а получаемая в этом случае структура представляет собой весьма тонкую феррито-цементитную смесь, называемую обычно игольчатым троститом. Эта структура несколько уступает мартенситу по твердости и прочности, превосходя его в вязкости и пластичности [2].

Далее все исследованные образцы были подвергнуты низкому отпуску (200°C). После отпуска образцы были испытаны на ударную вязкость. Данные по твердости и ударной вязкости после проведения термической обработки представлены на рис. 1.

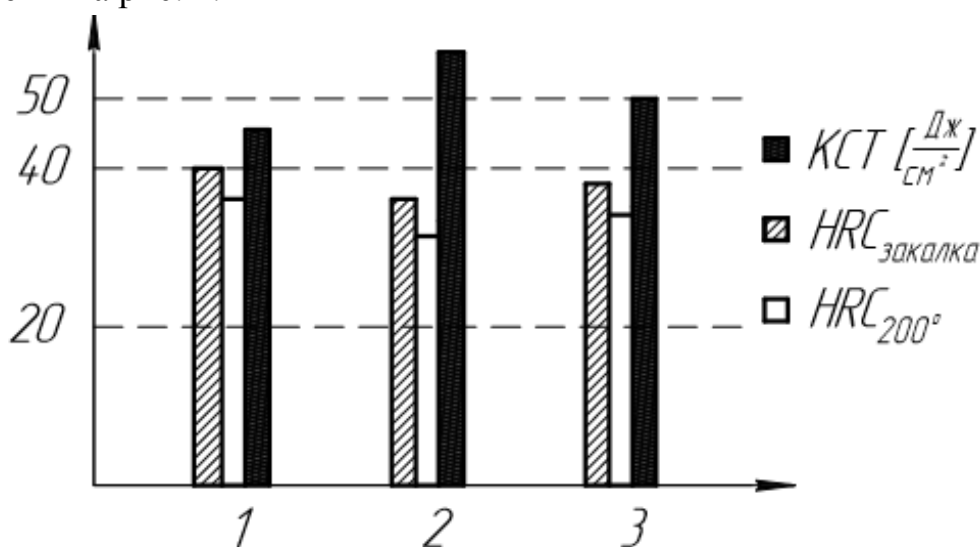


Рисунок 1 – Результаты измерения твердости и ударной вязкости

Из рисунка видно, что ударная вязкость образцов, подвергнутых закалке с выдержкой, при примерно равной твердости, выше, чем после обычной закалки в воду. Ударная вязкость образцов после выдержки при 340°C ниже, чем после обработки по второму режиму.

Закалка с выдержкой при 640°C обеспечивает уровень ударной вязкости выше, чем обычная закалка. Это позволяет рекомендовать этот режим для заводов, что даст возможность снизить вероятность коробления и трещинообразования при закалке.

### **Библиографический список**

1. Арзамасов Б.Н. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений / Арзамасов Б.Н., Макаров В.И., Мухин Г.Г. — М.: Машиностроение, 2010. — 384 с.
2. Солнцев, Ю.П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е.И. Пряхин, Ф. Войткун. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007. — 784 с.