

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГОРЯЧЕЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИТОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ТИПА Х13

THE ANALYSIS OF INFLUENCE OF HOT PLASTIC DEFORMATION ON THE STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF CAST STAINLESS STEEL TYPE H13

Светлана Пройдак

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В.Лазаряна, кафедра "Технология материалов"

Abstract

Having analyzed the structure and mechanical properties of stainless steel type X13 with various content of C, Si and Mn in cast state and after forging, revised optimal temperature range for hot plastic deformation that depends on chemical composition has been defined.

Постановка проблемы

Критерии экономного подхода к решению многих вопросов в различных отраслях производства были и остаются актуальными. Так, нержавеющая сталь типа Х13 при комплексном варьировании ее состава по углероду, кремнию и марганцу может успешно применяться взамен более дорогостоящих аустенитных нержавеющих сталей с высоким содержанием никеля. Наиболее важным свойством высокохромистых сталей является их стойкость против коррозии, содержание Cr свыше 12% обеспечивает высокие жаростойкость, жаропрочность и сопротивление окислению. Кроме того, эта сталь мартенситно-ферритного класса превосходит аустенитные хромоникелевые стали типа 18-9, 18-10 и по другим параметрам: высокая пластичность и ударная вязкость при одновременно высоких значениях прочности, стабильность структуры и свойств при длительных выдержках, хорошие литейные свойства [1].

Однако многие вопросы решены неоднозначно и исследованы недостаточно. Это касается возможности улучшения ее технологической пластичности при горячей деформации ковкой без снижения прочностных характеристик.

В работе изучали влияние горячей пластической деформации ковкой (с пятикратным уковом) при температуре около 1160°C и охлаждением на воздухе на структуру и механические свойства стали типа Х13 восьми плавок, состав которых варьировали по содержанию С (до 0,1% и 0,16-0,20%), Si и Mn (до 0,5% и 1,5-1,8% каждого) [2]. Микроструктурный анализ осуществляли металлографическими методами с помощью

оптических микроскопов, структуру выявляли химическим травлением шлифов в реактивах сложного состава. Характеристики механических свойств стали определяли, испытывая образцы на растяжение и удар, измеряя твердость HRC – по соответствующим методикам и ГОСТам.

Результаты и их обсуждение

Микроструктура горячедеформированной стали X13 всех составов заметно отличается от литой (рис.1).

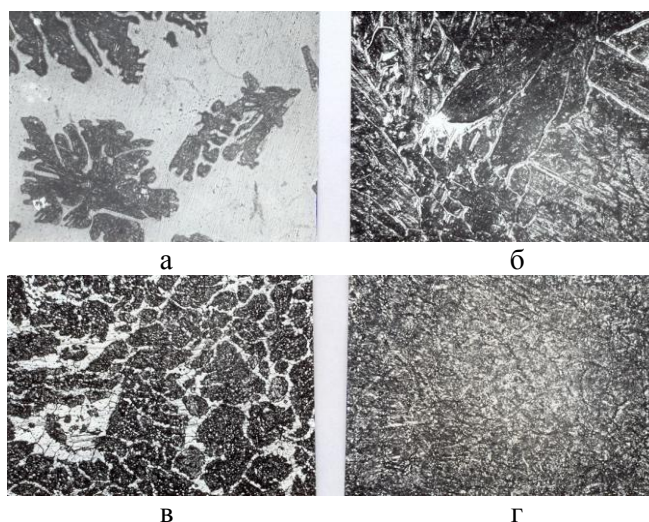


Рис.1. Микроструктура стали типа X13 различных составов в литом состоянии (а, б) и после горячей деформации ковкой (в, г), х 100

Не наблюдается характерного дендритного строения, уменьшается количество феррита. Наблюдали измельчение и глобуляцию его зерен, "цепочное" расположение внутри мартенситной матрицы (рис.2).

Дисперсность реек мартенсита значительно повышается, карбиды выделяются в обеих фазах, но в мартенсите они заметно мельче. Для определенных составов объемы структурных составляющих практически не изменяются, но гораздо равномернее их взаимное расположение (рис.3).

При нагреве выше температуры мартенситного превращения идет $\alpha \rightarrow \gamma$ превращение по бездиффузионному механизму. При соответствующих температурах растворяются карбиды или происходит обратное эвтектидному превращение ($\alpha + K \rightarrow \gamma$), наблюдается аустенитизация. Но сохраняются отдельные участки δ -феррита. При нагреве до температуры

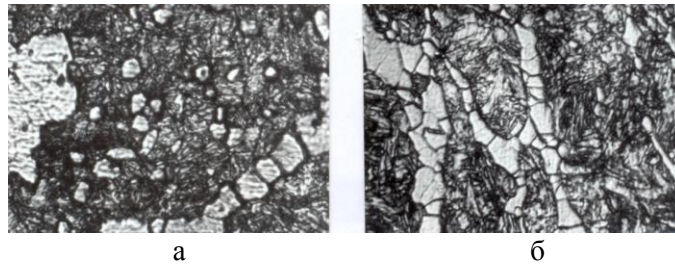


Рис.2. Микроструктура горячедеформированной стали X13 различных составов (а - 0,17 % С, б – 0,08% С), x 1000

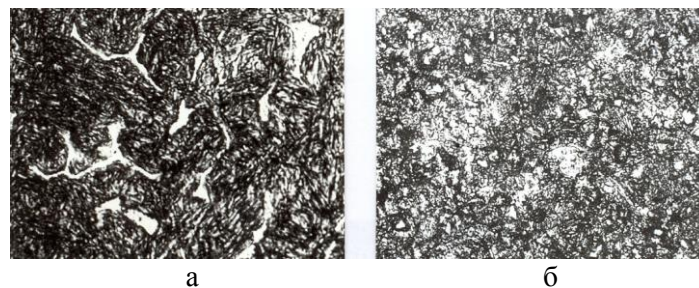


Рис. 3. Микроструктура стали типа X13 различных составов в литом состоянии (а) и после горячей деформации (б), x 250

начала деформации (1160°C) сталь в зависимости о состава будет находиться в однофазной γ - или двухфазной ($\delta+\gamma$)- областях, тогда происходит полиморфное $\gamma \rightarrow \delta$ – превращение). Ковка сопровождается мгновенно протекающими процессами полигонизации и рекристаллизации, упрочнения и разупрочнения, значительно ускоряется диффузия. Известно, что рекристаллизация δ -феррита происходит гораздо быстрее, чем аустенита. Завершается деформация в двухфазной $\alpha'+\gamma$ или однофазной γ - области. Дальнейшее непрерывное охлаждение на воздухе приводит к частичному полиморфному $\gamma \rightarrow \alpha'$ – превращению, выделению карбидов или эвтектоидому распаду аустенита, при соответствующих температурах происходит мартенситное превращение.

Анализ результатов испытаний механических свойств стали X13 показал непосредственную зависимость свойств от концентрации углерода, кремния, марганца и от структуры. В зависимости от структуры, показатели прочности изменяются в интервале от 843 до 1552 МПа (σ_b), пластичности - от 2 до 16% (δ), от 12 до 44,5% (ψ), от 0,36 до 1,34 МДж/м² (КСУ), твердости – от 17 до 45 HRC[3]. В целом, горячедеформированную сталь всех плавок можно охарактеризовать, как высокопрочную и высокопластичную, что связано с уменьшением количества феррита в структуре после деформации, перераспределением фаз, измельчением мартенсита в результате повышения скорости охлаждения, равномерным распределением мелких ферритных зерен в объеме мартенсита. Необходимо отметить очень высокую пластичность стали при температуре испытаний 900°С (ψ достигало 100-102%) при сохранении показателей прочности на уровне литой стали.

Выводы

Горячая деформация ковкой при температуре 1160°С, со степенью деформации около 500%, позволяет в 3-5 раз повысить пластичность и 1,2-1,6 раза - прочность стали X13 без применения предварительной термообработки.

Литература

1. Ланская К.А. Высокохромистые жаропрочные стали.: М., Metallurgia, 1976, 216 с.
2. Жак К.М., Пройдак С.В., Кирвалидзе В.Н., Шаповалов В.И.: Известия вузов. Черная металлургия, 1984, №10, с.88-91.
3. Шаповалов В.И., Жак К.М., Пройдак С.В.: Технич. Перевоор. и Внедр. Нов. Ресурсосбер. Технол. В Электросталеплав. Произв., Тез. докл. III респ. науч.-техн. конф., Днепропетровск, 1989, с.28