

Л. С. Самсонова, Е. Ю. Приймак, С. Е. Крылова*

Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

**lybov44@mail.ru*

РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВАЛКОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ИЗ СТАЛИ 75X2СГФ

Работа посвящена выбору оптимального режима предварительной термической обработки стали 75X2СГФ, предназначенной для изготовления валков холодной прокатки. Произведена оценка целесообразности проведения двойной нормализации. По результатам исследований определен оптимальный режим предварительной термической обработки валкой холодной прокатки из стали 75X2СГФ, обеспечивающий устранение карбидной неоднородности и получение однородной мелкозернистой структуры.

Ключевые слова: нормализация, отпуск, карбидная неоднородность, карбидная ликвация, размер зерна, твердость, ударная вязкость.

L. S. Samsonova, E. Y. Priymak, S. E. Krylova.

SELECTION OF THE OPTIMAL THERMAL CONDITION OF PRELIMINARY THERMIC TREATMENT OF STEEL 75H2SGF

Work is devoted to the selection of the optimal thermal condition of preliminary thermic treatment of steel 75H2SGF which is intended for production of roolls of cold rolling. In work the assessment of expediency of carrying out double normalization is made. According to results of researches, the optimal condition of preliminary thermal treatment of milling of cold rolling consist of steel 75H2SGF, which secures elimination of carbide heterogeneity receiving uniform fine-grained structure has been defined.

Keywords: normalization, tempering, carbide heterogeneity, carbide likvation, grain size, hardness, impact resilience.

При производстве валков холодного проката одной из основных целей является получение однородной мелкозернистой структуры и мелких размеров распределенных карбидов перед закалкой токами промышленной частоты, то есть подготовка структуры для получения твердости от 95 до 105 HSD и глубины закаленного слоя не менее 20 мм. Несмотря на то, что необходимые эксплуатационные свойства валков (высокая твердость, износостойкость, контактно – усталостная прочность и

долговечность) формируются в процессе окончательной термообработки (закалка токами повышенной частоты), роль предварительной термообработки достаточно велика.

На рис. 1 предоставлена структура исследуемой стали 75X2СГФ после технологической операцииковки в интервале температур от 750 °С до 800 °С. В процессековки происходит значительная пластическая деформация стали.

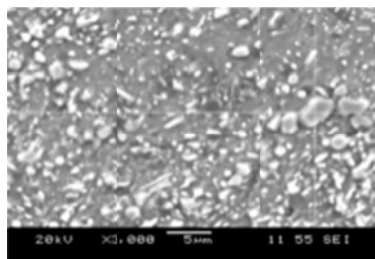


Рис. 1. Микроструктура стали 75X2СГФ послековки при температуре от 750 °С до 800°С

Структура представляет собой зернистый перлит с карбидной сеткой от 1 балла до 2 баллов и карбидной неоднородностью 1–2, участками 3 балла. На рис. 2 представлен излом стали послековки.

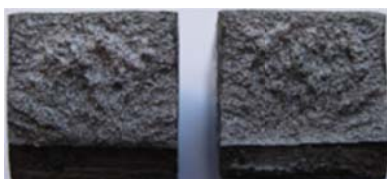


Рис. 2. Излом образца из стали 75X2СГФ послековки

Из рисунка видно, что излом в основном хрупкий: имеет небольшую шероховатость, светлый цвет, кристаллическое строение с металлическим блеском; утяжка вблизи поверхности излома практически отсутствует. Также на поверхности излома имеются бороздки, что указывает на наличие признаков макропластической деформации. Твердость послековки составила 27 HRC, что не соответствует требованиям по твердости. Перед упрочняющей термической обработкой, с целью обеспечения интенсивного развития диффузионных процессов, способствующих устранению химической и структурной неоднородности, а также с целью снижения твердости и уровня остаточных напряжений, предупреждения флокенообразования и обеспечения удовлетворительной технологичности металла при механической обработке применяли сфероидизирующий отжиг по следующему режиму: температура нагрева составила 800 °С, выдержка при данной температуре 4 часа, охлаждение проводили с печью до 600 °С, затем на воздухе.

Металлографические и дюрOMETрические исследования отожженной стали показали, что данный режим отжига позволил получить структуру зернистого перлита с распределенными в ней карбидными включениями с твердостью 22 HRC (рис. 3).

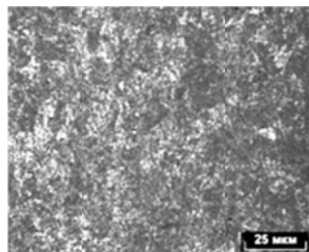


Рис. 3. Микроструктура стали 75X2CGФ послековки и отжига

Таким образом, проведение сфероидизирующего отжига позволило устранить химическую и структурную неоднородность поковки из стали 75X2ГСФ.

Оптимальные свойства стали послековки и отжига в полной мере могут быть получены только в процессе термической обработки, формирующей необходимую структуру, твердость и комплекс других эксплуатационных характеристик. Ее проводят для устранения остатков карбидной сетки, измельчения карбидов и образования структуры зернистого перлита, обеспечивающего получение более мелкозернистого и менее легированного аустенита. Для исследуемой стали была проведена нормализация при температурах 800, 850, 900, 950 и 970 °С, выдержка при каждой температуре составила два часа, охлаждение на воздухе.

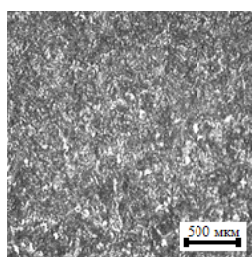


Рис. 4. Микроструктура стали после нормализации 800 °С (перлит зернистый, сорбит, карбиды, карбидная сетка 2–3 балла)

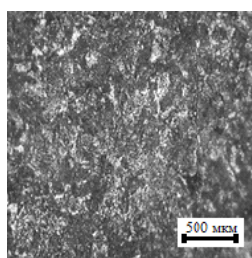


Рис. 5. Микроструктура стали после нормализации 900 °С (перлит зернистый, сорбит, карбиды, карбидная сетка 1 балл)

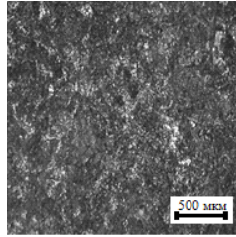


Рис. 6. Микроструктура стали после нормализации 970 °С (перлит зернистый, сорбит, карбиды, карбидная сетка отсутствует)

Проведенные режимы термической обработки обеспечивают формирование в стали смешанного типа структуры: перлита зернистого, сорбита и карбидов. С повышением температуры нормализации происходят структурные изменения, связанные с растворением карбидной фазы и уменьшением ее количества по сечению образца. При растворении карбидной фазы происходит насыщение аустенита углеродом и легирующими элементами. При температурах нормализации от 800 °С до 900 °С карбидная сетка не превышает 3 балла, карбиды не скоагулированные, наблюдается частичная коагуляция карбидных включений, участков с карбидной сеткой по границам первичного зерна не выявлено. При высоких температурах нормализации 970 °С карбидная сетка полностью растворяется. Карбидная ликвация отсутствует.

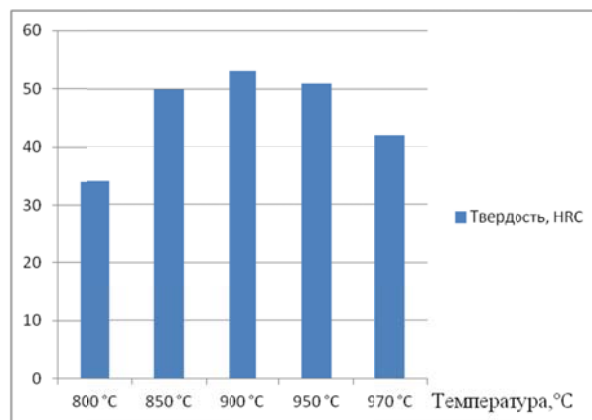


Рис. 7. Зависимость твердости стали от температуры нормализации

Анализ данных показал, что с повышением температуры нормализации с 800 °С до 900 °С происходит монотонное увеличение твердости (с 34 HRC до 53 HRC), это обусловлено повышением содержания углерода в аустените за счет растворения карбидов. Далее идет снижение твердости (от 51 до 42 HRC), что видимо, связано с некоторым ростом зерна аустенита и коагуляцией карбидной фазы. Наибольшие значения твердости от 51 HRC до 53 HRC отмечены при температурах нормализации от 900 °С до 950 °С.

Комплекс механических свойств валков холодной прокатки существенно зависит от величины аустенитного зерна, получаемого при нагреве под закалку или нормализацию. Наиболее благоприятной является однородная мелкозернистая структура. В связи с этим исследование склонности сталей к росту аустенитного зерна при нагреве является важной задачей при выборе режимов термической обработки.

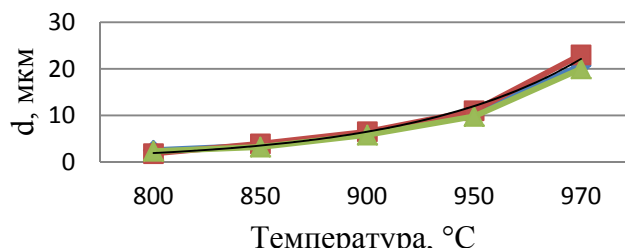


Рис. 8. Зависимость среднего условного аустенитного зерна от температуры нагрева под нормализацию

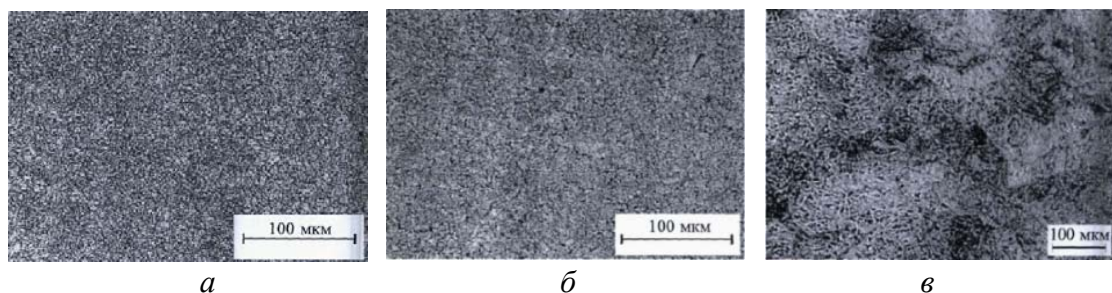


Рис. 9. Аустенитное зерно исследуемых сталей после нормализации от различных температур: *а* – 800 °C; *б* – 900 °C; *в* – 970 °C

Анализ полученных данных показывает, что при температурах нормализации от 800 °C до 900 °C размер зерна не превышает 6 мкм, при температуре 950 °C размер зерна составляет около 10,6 мкм, и при температуре 970 °C наблюдается наиболее интенсивный рост зерна до значения 18,8 мкм.

Таким образом, исходя из анализа структурных характеристик исследуемой стали при различных температурах нормализации, оптимальной является температурой 950 °C, при которой происходит растворение карбидной сетки, формирование структуры зернистого перлита наряду с обеспечением наиболее высокой твердости.