

УДК 621.771

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ГОТОВОЙ ПОЛОСЫ

Никита Романович Борисенко

Студент 6 курса

кафедра «Оборудование и технологии прокатки»

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.В. Мунтин,

кандидат технических наук, заместитель директора по научно-исследовательской деятельности ИТЦ АО «ВМЗ»

Введение

Основной технологической схемой производства листового проката для электросварных труб большого диаметра является термомеханическая (контролируемая) прокатка непрерывнолитых слябов, во многих случаях с последующим регламентированным ускоренным охлаждением (УО).

В большинстве современных технологических приемов упрочнения используют особенности (механизм, кинетику) полиморфного превращения железа. Многообразие свойств сталей (сплавов Fe–C–Me) определяется в решающей степени превращением аустенита. Одной из важнейших его особенностей является способность переохладиться, благодаря этому охлаждением с разной скоростью удастся сдвигать интервал превращения. В современных низкоуглеродистых низколегированных сталях после термомеханической прокатки может формироваться смесь разнообразных ферритных фаз [1].

Основой процесса, вероятно, следует считать идею термомеханической обработки (ТМО). ТМО представляет собой совокупность операций деформации, нагрева и охлаждения, в результате которых формирование окончательной структуры происходит в условиях повышенной плотности структурных несовершенств, созданных деформацией [2,3]. Основой классификации способов ТМО является сочетание деформации и ($\gamma - \alpha$) – превращения с учетом рекристаллизации аустенита.

Анализ процессов структурообразования при горячей деформации позволил установить условия эффективного воздействия деформации на структуру стали с воспроизводимым достижением заданного структурного состояния аустенита или продуктов его распада (рекристаллизация, наклеп, полигонизация). Иными словами – технологическая схема контролируемой прокатки (КП) предполагает не только контроль технологических параметров (заданной температуры окончания прокатки, степени деформации и др.), но и управление процессами структурообразования путем правильного выбора параметров деформации, охлаждения и химического состава стали [4,5].

Основные стадии технологического процесса КП (рисунок 1): 1) нагрев металла под прокатку (аустенизация); 2) черновая стадия прокатки (максимальное измельчение аустенитного зерна за счет процесса рекристаллизации после каждого прохода); 3) подстуживание подката (обеспечение требуемой температуры начала чистой прокатки); 4) чистовая стадия прокатки (наклеп аустенитного/ферритного зерна); 5) последеформационное охлаждение проката (достижение упрочнения стали без дополнительного легирования).

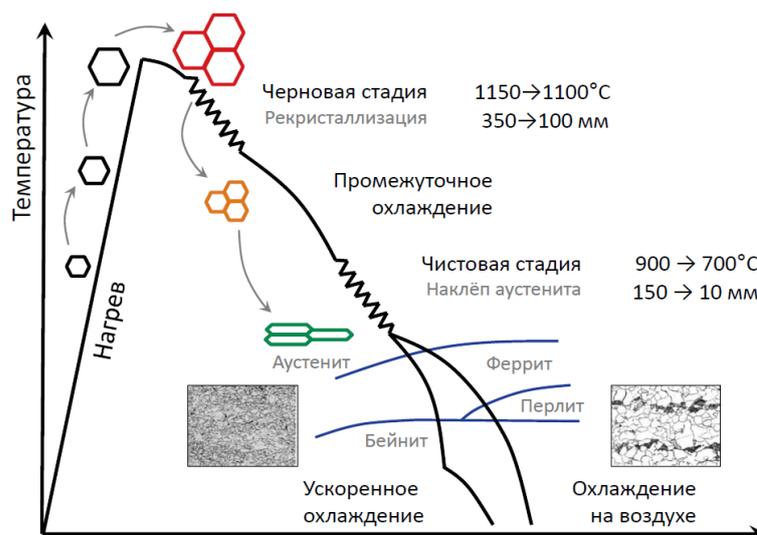


Рисунок 1 – Основные стадии КП. Схема формирования микроструктуры

Актуальность работы. Для внедрения различных вариантов технологических схем в промышленное использование первоначально требуется изучить и проанализировать методы и зависимости, применяемые в технологии контролируемой прокатки, с помощью которых можно осуществлять формирование требуемых типов микроструктуры металла и достигать заданного уровня механических свойств проката.

Результаты. Для достижения данных целей был разработан план эксперимента по изучению формирования заданной структуры проката, представленного материалом СтЗсп, с исходными размерами заготовки 50x70x140 мм (готовый прокат – 10x82x587 мм).

Проведены лабораторные прокатки по различным режимам: традиционная горячая прокатка (ГП); ГП+УО; низкотемпературная КП (НКП); высокотемпературная КП (ВКП); ВКП+УО. В последующем металловедческом анализе осуществлена оценка микроструктуры образцов и определен уровень полученных механических свойств (твердость, ударная вязкость). Исследовано влияние ТО на свойства проката.

В таблице 1 приведен фактический химический состав заготовок из СтЗсп.

Таблица 1 – Химический состав заготовок из материала СтЗсп (в %):

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0.17 - 0.18	0.2	0.5	До 0.3	До 0.05	До 0.04	До 0.3	До 0.008	До 0.3	До 0.08

Микроструктура образцов после прокатки представлена на рисунке 2.

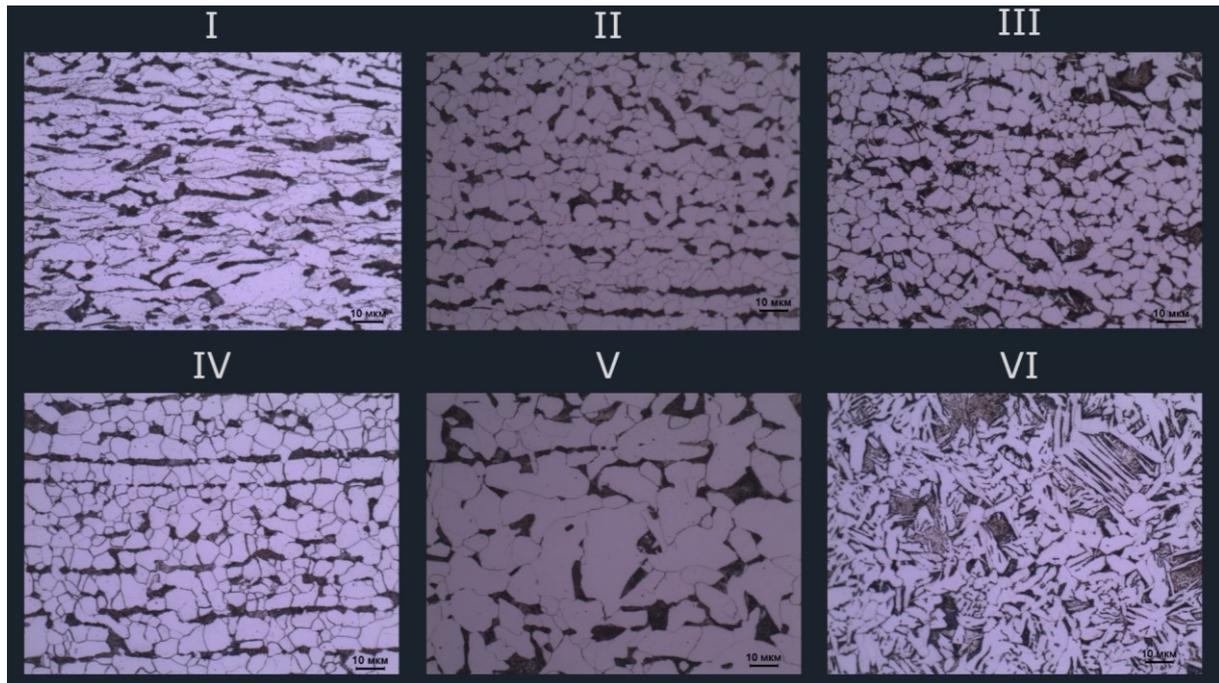


Рисунок 2 – Микроструктура образцов после прокатки:
I – НКП; II – ВКП + охлаждение на воздухе; III – ВКП + УО до 350°C;
IV – ВКП + охлаждение на воздухе (второй вариант режима); V – традиционная ГП; VI – традиционная ГП + УО до 50°C;

На рисунке 3 изображены кривые ударной вязкости и доли вязкой составляющей для каждого образца (полосы). В таблице 2 представлены значения твердости.

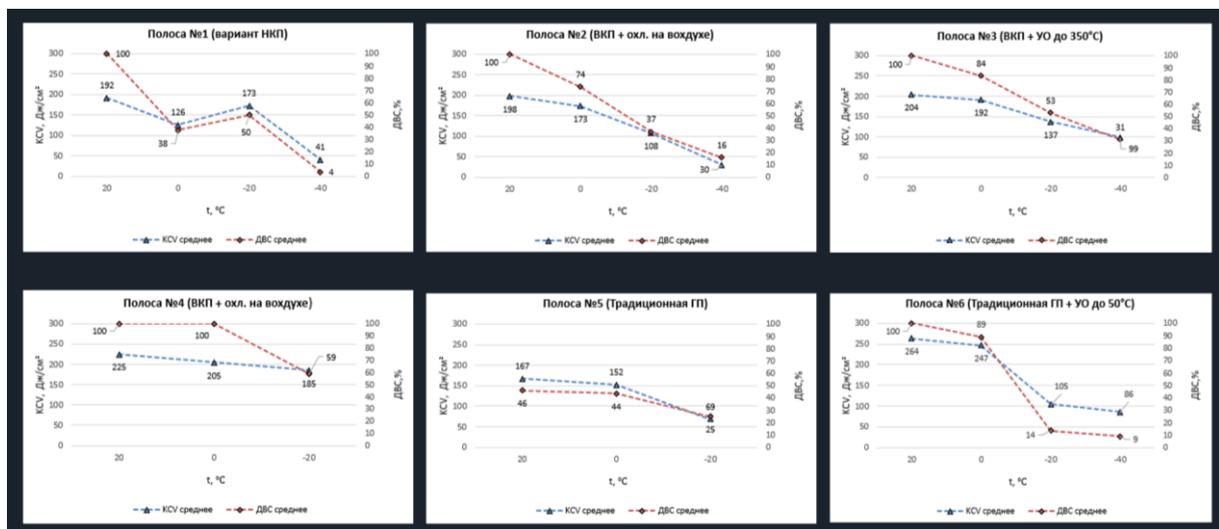


Рисунок 3 – Кривые ударной вязкости и доли вязкой составляющей

Таблица 2 – Значения твердости по Бринеллю и теоретически рассчитанный предел прочности.

Маркировка образца	Твердость, НВ	σ_B , МПа
1	157	523
2	137	457
3	151	503
4	141	470
4 + нормализация	133 (130,136)	443
4 + закалка	327	1090
4 (закалка + отпуск)	197	657
5	133	443
5 + нормализация	133 (133,134)	443
5 + закалка	377	1256
5 (закалка + отпуск)	235	783
6	180	600

На рисунках 4,5 показана микроструктура образцов после ТО. На рисунке 6 представлены значения ударной вязкости и ДВС образцов до и после термообработки.

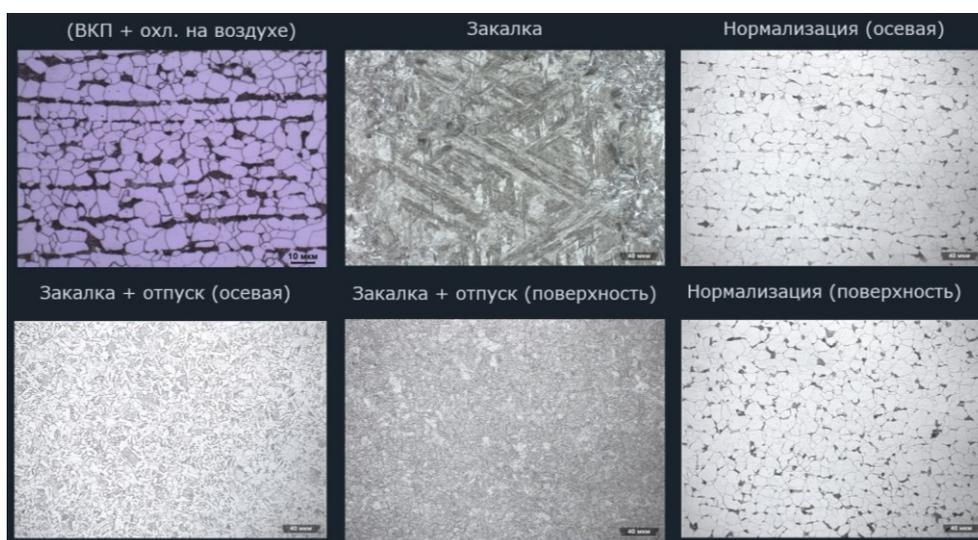


Рисунок 4 – Микроструктура образцов (полоса №4) после ТО

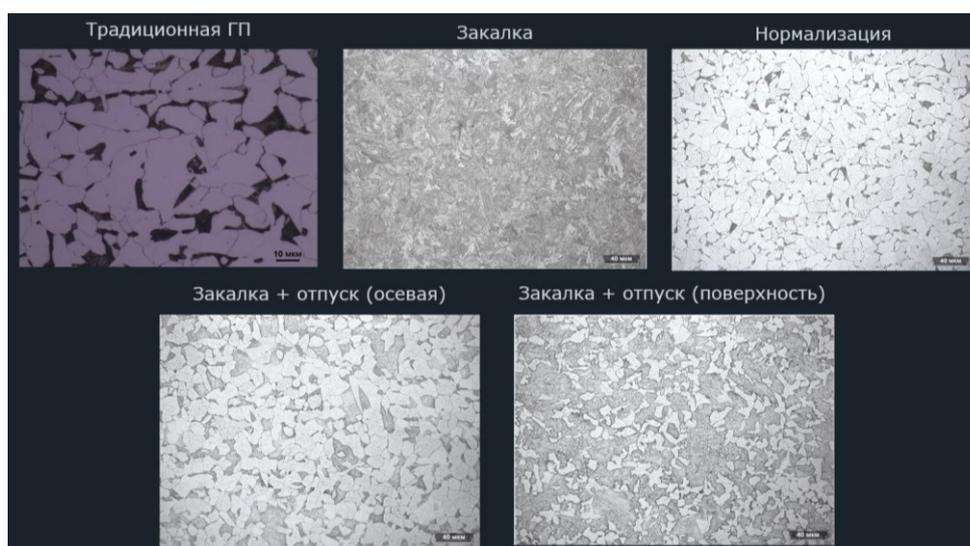


Рисунок 5 – Микроструктура образцов (полоса №5) после ТО



Рисунок 6 – значения ударной вязкости и ДВС образцов до и после термообработки.

Литература

1. Бернштейн М.Л., Займовский В.А. Структура и механические свойства металлов. М.: Металлургия, 1970. 472 с.
2. Бернштейн М.Л., Займовский В.А., Капуткина Л.М. Термомеханическая обработка стали. М.: Металлургия, 1983. 480 с.
3. Мейер Л. Улучшение свойств материалов термомеханической обработкой // Черные металлы (Stahl und Eisen). № 7. 1981. С. 40 – 48.
4. Эфрон Л.И. Формирование структуры и механических свойств конструкционных сталей при термомеханической обработке в потоке прокатного стана // Сталь. 1995. № 8. С. 57–64.
5. Эфрон Л.И. Металловедение в «большой» металлургии. Трубные стали – М.: Металлургиздат, 2012. – 696 с.