

УДК 53.084.823

ВЛИЯНИЕ ЧЕРНОВОЙ СТАДИИ ПРОКАТКИ НА РАЗМЕР АУСТЕНИТНОГО ЗЕРНА И КОНЕЧНЫЕ СВОЙСТВА ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТА

Иван Сергеевич Лебедев

Студент 6 курса

кафедра «Оборудование и технологии прокатки»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.Г. Зинягин,

кандидат технических наук

В данной работе изучено влияние различных режимов черновой стадии прокатки при производстве толстолистого проката толщиной более 130 мм в условиях МКС-5000 АО "ВМЗ". Рассмотрены две применяемые стратегии черновой прокатки - с обжатиями около 5% для снижения температуры раската и уменьшения времени межстадийной паузы, а также с обжатиями около 10% в черновой стадии и увеличенным количеством проходов в промежуточной (второй) стадии. Так же рассмотрены две стратегии охлаждения толстолистого проката – с использованием установки спрейерного охлаждения, а также с использованием спрейерного охлаждения в сочетании с охлаждением в установке ламинарного охлаждения. Приведены результаты моделирования с использованием метода конечных элементов в программном комплексе Deform 3D и расчет размера аустенитного зерна на основе данных, полученных при моделировании.

Часто считают, что стадия чистовой прокатки важнее черновой прокатки и в большей степени определяет конечную структуру и свойства. Это мнение в значительной степени ошибочно, поскольку неправильно сформированная в ходе черновой прокатки структура — разнотернистость аустенита — обуславливает зернистость ферритной структуры и даже формирование структуры другого типа не может быть исправлена в ходе чистовой прокатки.

Главной целью черновой стадии является получение в горячекатаных изделиях сверхмелкозернистой конечной феррито-перлитной или феррито-бейнитной структуры. Такая цель достигается тогда, когда в результате черновой прокатки и подстуживания раската до температуры начала чистовой прокатки в металле формируется мелкое зерно аустенита. Так как оно измельчается в процессе рекристаллизации аустенита, то кинетика этого процесса имеет определяющее значение и в значительной степени определяет дальнейшие процессы структурообразования и формирования конечной структуры.

Кинетика рекристаллизации определяется многими факторами (химический состав, параметры деформации, исходное состояние зерна аустенита), важнейший из них по составу стали — содержание ниобия, а из параметров процесса — температура и степень деформации. Важнейшая задача исследователя — построить диаграмму рекристаллизации или адекватную модель и с ее помощью построить технологию черновой прокатки, предусматривающую максимальное измельчение зерна аустенита, и исключающую попадание в область частичной рекристаллизации.

Режим черновой стадии прокатки играет важнейшую роль в формировании благоприятной окончательной структуры и свойств стали. Управление процессом рекристаллизации на стадии черновой деформации приводит к эффективному измельчению зерна за счет многократной рекристаллизации после каждого прохода при

прокатке. При этом не следует допускать прокатку с малыми степенями обжатия за пропуск, чтобы избежать спонтанный рост зерна. Оптимальный режим горячей прокатки приводит к образованию зерна аустенита среднего размера (примерно 50 мкм). При микролегировании ниобием зерно аустенита дополнительно измельчается, что связано с замедлением диффузии и роста зерна между пропусками благодаря присутствию в твердом растворе атомов ниобия. Чем мельче аустенитное зерно перед деформацией, ниже температура прокатки и выше степень деформации при каждом пропуске, тем мельче будет рекристаллизованное зерно.

Для создания черновой стадии прокатки толстолистого проката, а также его последующего охлаждения разработана конечно-элементная модель в программном комплексе Deform 3D (рис. 1).

В данном случае рассматривается задача симметричного тела, так как отсутствует необходимость моделирования различных условий на верхней и нижней частях листа. Прокатная клеть стана 5000 моделировалась в виде одного рабочего валка. Валок диаметром 1200 мм разбивался на 2000 элементов с меньшим размером у поверхности и большим в центре. Подобный размер элементов выбирался для более точного моделирования температурного поля валка, а, значит, и теплообмена между полосой и валком. Начальное поле температур задавалось равным 20°C.

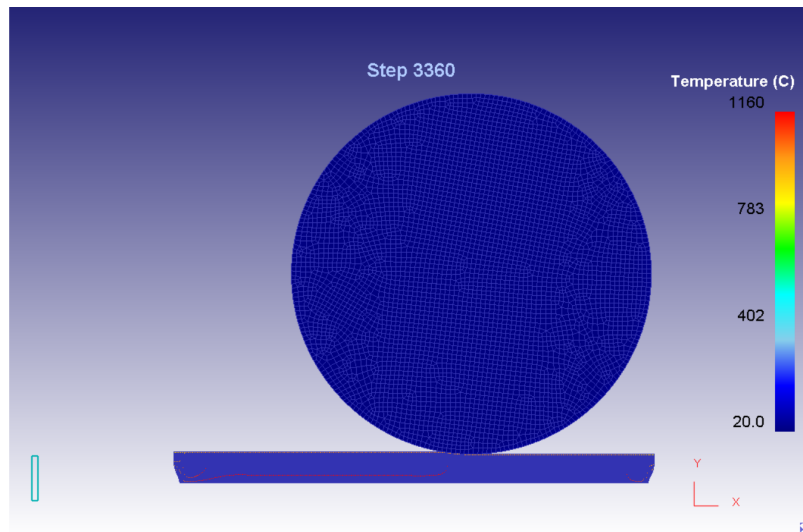


Рис. 1 – Общий вид модели в программном комплексе Deform 3D

Лист моделировался путем разбиения прямоугольника размерами 177.5×1500 мм на 8000 прямоугольных элементов (рис. 2). Начальная температура листа равна 1150°C. Начальное состояние полосы получалось путем выдержки в течение 70 секунд, что соответствует времени транспортировки от печей до клетки.

Скорость перемещения листа по рольгангу составляет 0,5 м/с. Для моделирования рольганга использовался толкатель, который двигался медленнее скорости прокатки, поэтому при захвате листа валками, он отделялся от листа и не оказывал никакого влияния на дальнейший процесс моделирования.

После каждого прохода моделировалась выдержка в 5 секунд, что соответствует среднему времени паузы между двумя последовательными проходами на стане 3500. Во время выдержки валок продолжал вращаться для более точного моделирования его температурного поля.

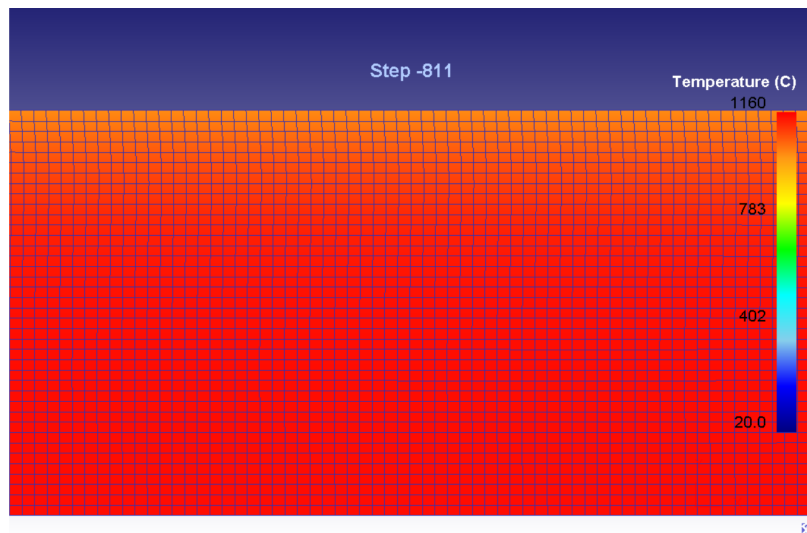


Рис. 2 – Увеличенное изображение прокатываемой листа с разбиением на элементы

Литература

1. *Л.И. Эфрон.* Металловедение в «большой» металлургии. – М.: Металлургиздат, 2012. –694 с.
2. *Погоржельский В. И., Литвиненко Д. А., Матросов Ю. И., Иваницкий А. В.* Контролируемая прокатка. М.: Металлургия, 1979. 184 с.