



УДК 669.112.227.322:621.771.25.06:539.4

Поступила 30.06.2014

В. А. ЛУЦЕНКО, ИЧМ им. З. И. Некрасова НАН Украины,
П. А. БОБКОВ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»,
О. В. ЛУЦЕНКО, Т. Н. ГОЛУБЕНКО, ИЧМ им. З. И. Некрасова НАН Украины,
В. В. ГОРДИЕНКО, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ В ЛИНИИ ПРОВОЛОЧНОГО СТАНА 150 НА ДИСПЕРСНОСТЬ ПЕРЛИТА СТАЛИ 80К

Установлены особенности формирования и распределения перлитной структуры стали 80К в заготовке и после деформации на различных участках проволочного стана (в подкате и катанке). Показано, что неравномерность температурного поля по сечению подката оказывает влияние на процессы формирования структуры. Исследованиями показано, что увеличение степени деформации и последующее контролируемое ускоренное охлаждение в линии проволочного стана 150 приводит к увеличению равномерности перлитной структуры и ее дисперсности.

Peculiarities of formation and distribution of pearlitic structure of steel 80K in a blank and after deformation in various areas of wire mill (in semi-finished rolled products and rolled wire) are established. It is shown that irregularity of temperature field by the section of semi-finished rolled products influences on processes of structure formation. It is shown by researches that the increase of deformation degree and the subsequent controlled accelerated cooling in the line of wire mill 150 leads to increase in uniformity of pearlitic structure and its dispersion.

Стабильная потребность мирового и внутреннего рынка в катанке и возрастающая конкуренция среди ее производителей определяют актуальность вопроса обеспечения высоких требований к качеству металлопродукции, снижения уровня ее дефектности и уменьшения количества несоответствий требованиям нормативно-технической документации.

Несовершенства строения реальных кристаллов во многом определяют механизм и кинетику фазовых и структурных превращений при термической и термомеханической обработке металлов и сплавов. В горячекатаном металле может наблюдаться широкий спектр структурных состояний: от наклепанного до статически рекристаллизованного. В ходе горячей прокатки зерна аустенита дробятся и измельчаются, происходит их наклеп, сопровождаемый увеличением плотности дислокаций, что вызывает дополнительное повышение уровня механических свойств стального проката [1]. Последеформационное регулируемое ускоренное охлаждение препятствует развитию процессов рекристаллизации аустенита, способствуя наряду с упрочнением сохранению пластичности [2]. Известно [3], что горячая деформация аустенита с контролируемым регламентированным охлаждением проката является одним из наиболее эффек-

тивных способов повышения свойств металлопродукции.

Целью представляемых авторами исследований являлось установление особенностей формирования и распределения перлитной структуры в заготовке, подкате и катанке из высокоуглеродистой электростали 80К при производстве в линии проволочного стана 150 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (ОАО «БМЗ – УКХ БМК»).

Охлаждение заготовки и образцов круглого подката от температур горячей пластической деформации осуществляли на спокойном воздухе. При производстве заготовки (квадрат 125×125 мм) использовали технологию слитинга, в результате которого в процессе прокатки в клети производят разделение проката (заготовки) на две части с выводом центральной зоны первоначального раската на одну из граней прокатанной заготовки. Сорбанизация катанки произведена путем ускоренного двухстадийного охлаждения по способу Стелмор. Учитывая различное температурное поле по сечению раската, была исследована микроструктура металла после деформации на различных участках проволочного стана 150 ОАО «БМЗ – УКХ БМК».

Исследования дисперсности перлита производили по длине и сечению раската из стали 80К при помощи статистического анализа. Отбор образцов

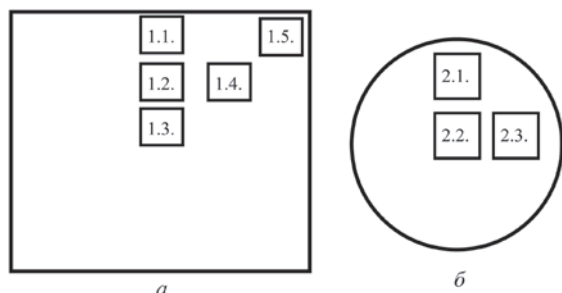


Рис. 1. Схема отбора образцов для микроструктурных исследований от заготовки 125×125 мм (а) и подката диаметром 62 мм (б)

(рис. 1) осуществляли от одной заготовки 125×125 мм, от ее начала по сечению от поверхности (1.1.) к центру (1.3.) и 1/4 ее высоты (1.2.), а также от ее угла (1.5. – при слитинге, это центральная часть раската перед его разделением) и 1/4 диагонали (1.4.). Далее при прокатке этой заготовки отбор производили от передних концов подката диаметром 62 мм – от его поверхностей (2.1. и 2.3.) и центра (2.2.), а подката диаметром 17 мм и катанки диаметром 5,5 мм – по их перпендикулярным сечениям.

Структура всех исследованных образцов представляет собой перлит различной степени дисперсности (рис. 2–4).

Определение среднего межпластиночного расстояния (дисперсность перлита) выполнено методом секущих (Салтыкова) с использованием специально разработанной компьютерной программы [4].

Результаты исследований межпластиночного расстояния перлита приведены на рис. 5. Из рисунка следует, что с увеличением степени деформации перлитная структура становится равномерной и более дисперсной.

В заготовке 125×125 мм наименьшие значения межпластиночного расстояния соответствовали местам, подвергнутым наибольшей деформационной проработке в процессе производства (место 1.5 и 1.4) перед слитингом.

Из-за разницы температурных полей (разогрева) значения межпластиночного расстояния в круге диаметром 17 мм составляют 0,0655–0,1843 мм, а в круге диаметром 62 мм – 0,0983–0,1716 мм.

Неравномерность температурного поля по сечению подката может оказывать влияние на напряженно-деформированное состояние металла, а, следовательно, и на процессы формирования структуры в линии прокатного стана.

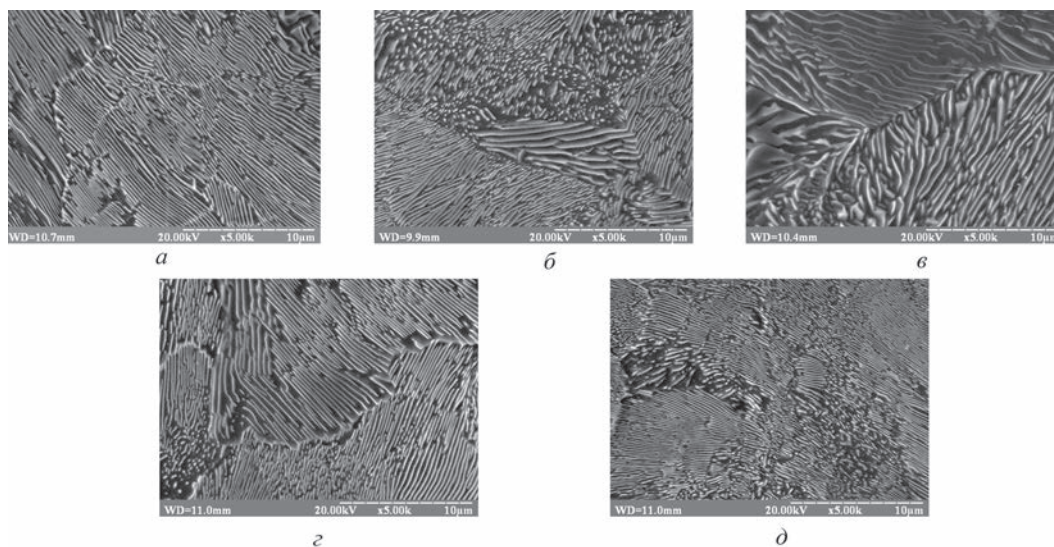


Рис. 2. Характерные структуры стали 80К в различных местах заготовки квадрат 125×125 мм: а – 1.1.; б – 1.2.; в – 1.3.; г – 1.4.; д – 1.5

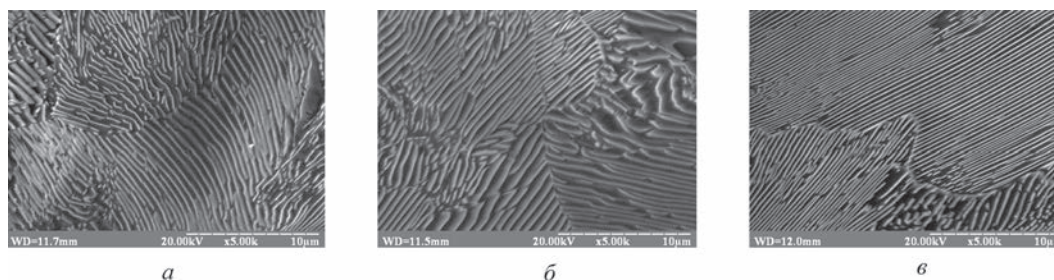


Рис. 3. Характерные структуры стали 80К в различных местах подката диаметром 62 мм: а – 2.1.; б – 2.2.; в – 2.3

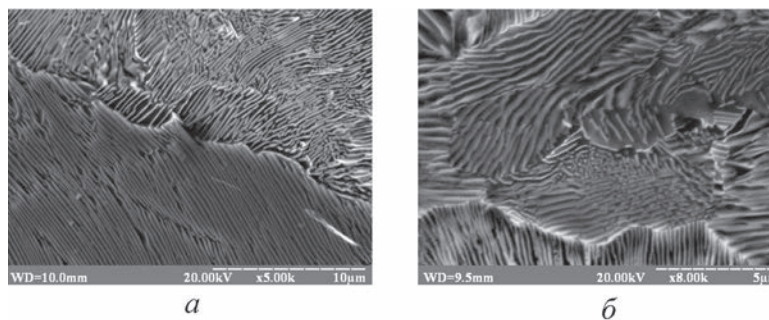


Рис. 4. Характерные структуры стали 80К в подкате диаметром 17 мм (а) и катанке диаметром 5,5 мм (б)

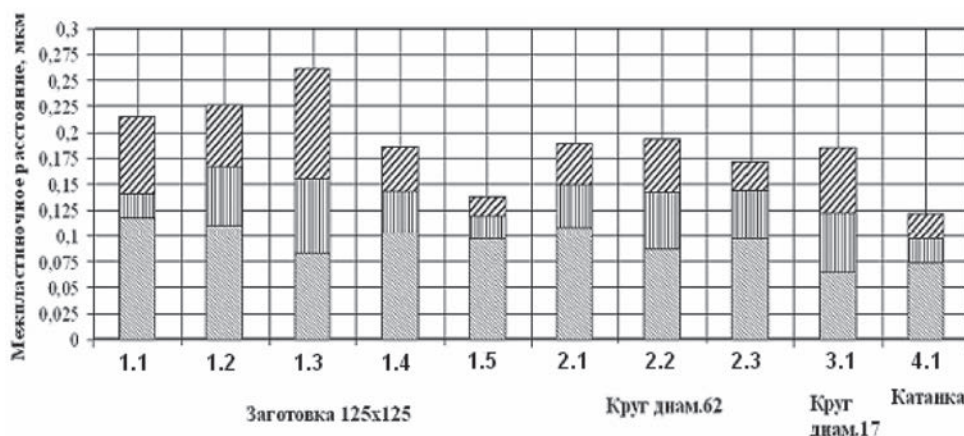


Рис. 5. Зависимость межпластиночного расстояния перлита от места отбора образцов по сечению и длине раската при прокатке катанки из стали 80 К

Известно, что после горячей деформации так называемое рекристаллизованное состояние металла отличается от состояния статической рекристаллизации повышенной плотностью несовершенств. Если динамически рекристаллизованный металл подвергать последеформационным выдержкам при температуре конца горячей деформации, то в нем могут протекать процессы метадинамической рекристаллизации, статической полигонизации или статической (повторной) рекристаллизации. Повторная рекристаллизация связана с формированием новых зародышей, способных к последующему росту за счет матрицы горячедеформированного металла, в которой в той или иной степени прошли процессы динамической и метадинамической рекристаллизации, но сохранилась повышенная плотность дислокаций [1, 5]. Повышение дисперсности перлита с увеличением степени деформации стали 80К подтверждает дислокационный механизм зарождения пластинчатого перлита.

Основное влияние на дисперсность и равномерность перлитной структуры оказывает ускоренное охлаждение. Поэтому после двухстадийного охлаждения значения межпластиночного расстоя-

ния в катанке 80К минимальны и составляют 0,0734 – 0,1221 мм.

На основании результатов исследований установлено, что совместное влияние степени деформации и контролируемого ускоренного охлаждения в линии проволочного стана 150 приводит к увеличению равномерности перлитной структуры и ее дисперсности.

Выводы

1. Исследованиями дисперсности перлита стали 80К в заготовке и после деформации в процессе непрерывной прокатки на различных участках проволочного стана (в подкате и катанке) установлено, что структура в заготовке, подкате и катанке представляет собой пластинчатый перлит различной степени дисперсности.

2. Неравномерность температурного поля по сечению подката может оказывать влияние на напряженно-деформированное состояние металла и, следовательно, на процессы формирования структуры в линии прокатного стана.

3. Степень деформации и последующее контролируемое ускоренное охлаждение в линии проволочного стана 150 приводит к увеличению равномерности перлитной структуры и ее дисперсности.

Литература

1. Б е р н ш т е й н М. Л. Термомеханическая обработка стали / М. Л. Бернштейн, В. А. Займовский, Л. М. Капуткина. М.: Металлургия, 1983.
2. Т у ш и н с к и й Л. И. Теория и технология упрочнения металлических сплавов. Новосибирск: Наука, 1990.
3. Особенности влияния термомеханической обработки в потоке стана 150 ОАО «БМЗ» на качественные характеристики высокоуглеродистой катанки / В. А. Луценко, М. А. Муриков, П. А. Бобков, О. В. Луценко, В. И. Грицаенко // Черные металлы. 2012. № 10. С. 20–24.
4. Влияние структуры катанки, подвергнутой термомеханической обработке, на качественные характеристики высокопрочной бортовой проволоки / В. А. Луценко, Г. В. Левченко, О. В. Луценко и др. // Черные металлы. 2013. № 10. С. 52–56.
5. Л у ц е н к о В. А. Влияние термомеханической обработки в потоке высокоскоростного проволочного стана на качественные характеристики высокоуглеродистой катанки // Металлургическая и горнорудная промышленность. 2012. № 2. С. 60–63.