

УДК 004.9:616.724

К ВОПРОСУ ДИНАМИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ СТАЛИ 5XB2C В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В. Е. Пищиков¹, С. Н. Лежнев¹, И. Н. Степанкин²,
Е. П. Поздняков³, Д. В. Куис⁴

¹НАО «Рудненский индустриальный институт», Республика Казахстан

²Белорусский научно-исследовательский институт нефти

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», г. Гомель

³Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь

⁴Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Особенности структурообразования легированных инструментальных сталей обусловлены не только физико-химическим сродством компонентов сплава, но и условиями термодинамического взаимодействия фазовых составляющих в процессе термомеханической обработки заготовок. В связи с этим интерес к структурному совершенствованию, направленному на формирование градиентной структуры в заготовке будущего инструмента, вполне очевиден с точки зрения экономических и научно-практических аспектов, формирующих пул инжиниринговых решений с признаками ноу-хау. Неожиданные по продуктивности решения во многих случаях становятся залогом разработки наукоемкой технологии, защищенной от несанкционированного копирования третьими лицами.

Среди объектов технологического совершенствования стали, химический состав которых содержит сильные карбидообразующие элементы, имеют особую привлекательность (по причине различной кинетики) структурообразования карбидов типа MC , M_2C , M_6C , M_7C_3 , $M_{23}C_6$. Один из наиболее привлекательных сплавов, способных к многонаправленным морфологическим трансформациям, – инструментальная сталь 5XB2C. Интерес к исследованию этого сплава обусловлен тем, что снижение содержания углерода на 0,1 % (по сравнению с ее ледебуритным аналогом – 6XB2C) существенно расширяет диапазон эффектов, которые можно получить при термомеханической обработке заготовок. В нашем случае представленные результаты получены посредством проведения термомеханической обработки при помощи радиально сдвиговой прокатки и последующего контролируемого охлаждения.

Технология прокатки заготовок на стане радиально-сдвиговой прокатки заключалась в следующем: предварительно нагретые заготовки до 1200 °С подавались в рабочую клеть трехвалкового прокатного стана, в которой происходило ее обжатие радиальным уменьшением диаметра до 0,5 мм; температура образца в процессе обработки снижалась до уровня 830–850 °С; после того как заготовка полностью вышла из клетки, производили ее подогрев при 1200 °С в течение 10 минут; затем повторяли радиально-сдвиговую прокатку с реверсированием движения валков, при этом осевое перемещение заготовки происходило в направлении противоположном предыдущему проходу; суммарная обработка с уменьшением диаметра заготовки с 36 до 18 мм произведена за три повторно-возвратных цикла прокатки (шесть переходов); охлаждение заготовок осуществляли на свободном воздухе без обдува.

По результатам оценки морфологии сплава было выявлено, что в радиальном направлении заготовок структурные изменения можно ассоциировать с эпюрой

остаточных напряжений, создаваемых радиально-сдвиговой прокаткой. Основной особенностью такого структурного градиента является образование мартенситных структур в области оси заготовок (рис. 1, *a*). Размеры игл α -фазы говорят о достаточно крупнозернистом строении металла в указанной области. В тоже время поверхностный слой, не содержащий признаков автозакалки, сохраняет мелкозернистую структуру, преимущественно ферритоперлитного строения, что свидетельствует о протекании процесса перекристаллизации в указанной зоне. При этом очевидно, что именно наружный слой заготовки, контактирующий с воздухом, должен был претерпеть мартенситное превращение из-за ускоренного охлаждения. В то время как внутренний слой, аккумулирующий теплоту, по условиям термодинамики распада аустенита в большей степени должен был приобрести ферритоперлитного структуру. Выявленные структурные различия противоречат традиционному механизму структурного превращения. В соответствии с диаграммой изотермического распада аустенита не одинаковая скорость охлаждения различных сечений заготовки определяет качественную и количественную картины прокаливаемости.

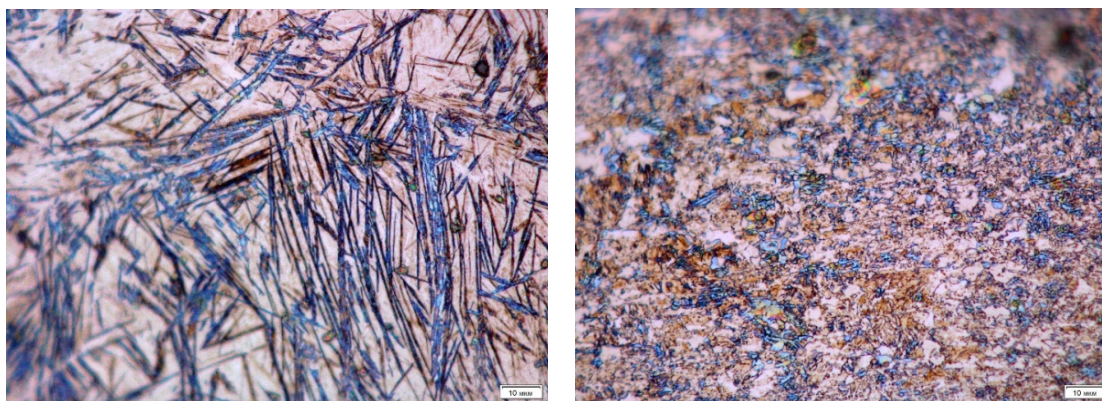
*a)**б)*

Рис. 1. Структура образцов из стали 5ХВ2С, подвергнутых термомеханической обработке с охлаждением на воздухе после окончания деформационного воздействия:

a – сердцевина; *б* – поверхность

В нашем случае особенность охлаждения в совокупности с диаграммой изотермического охлаждения стали 5ХВ2С привела к стабилизации аустенита сердцевины. В последующем металл сердцевины находился в условиях всестороннего деформированного состояния со стороны внешних слоев металла, претерпевающих усадку от двух одновременно действующих факторов – от градиента температур и градиента деформаций. Полученный результат дает возможность сформулировать требования к предварительной термомеханической обработке осевого инструмента. Такие номенклатурные единицы, как пуансоны обратного выдавливания, прошивные пуансоны и аналогичные виды инструмента, могут существенно улучшить свои эксплуатационные характеристики при разработке совмещенных технологий обработки заготовок на основе термомеханической и последующей термической обработок. Научно-технологической нишей для разработки перечня технологий являются режимы финишной термической обработки. Для указанного класса сталей широко применяются изотермические виды закалки с различными температурами промежуточной выдержки заготовки во время охлажде-

ния. По нашему мнению, именно этот параметр способен обеспечить управление градиентом структуры по сечению заготовки, а также сформировать благоприятное распределение остаточных напряжений по сечению.

Полученные результаты показывают, что для заготовок осевого инструмента из стали 5ХВ2С с применением радиально-сдвиговой прокатки создаются условия для получения новых вариантов распределения структуры и свойств по сечению.

Литература

1. Геллер, Ю. А. Инструментальные стали : справочник / Ю. А. Геллер. – М. : Металлургия, 1984. – 584 с.