

УДК 669.141.24: 621.785

**О. Н. Перков<sup>1</sup>, В. М. Кузьмичев<sup>1</sup>, И. А. Вакуленко<sup>2</sup>**

1 – Институт чёрной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины, г. Днепр

2 – Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
им. акад. В. Лазаряна, г. Днепр

### **ВТМО – ПРОГРЕССИВНЫЙ ПРОЦЕСС ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ**

Высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО) – совокупность операций деформации, нагрева и охлаждения, при которых формирование окончательной структуры происходит в условиях повышенной плотности несовершенств строения, созданных пластической деформацией. Такой процесс обеспечивает получение мелкозернистой структуры и оптимального комплекса свойств готового проката. Для реализации ВТМО необходимо создать такие условия высокотемпературной деформации и последующей термообработки, при которых подавляется развитие рекристаллизационных процессов и создается особое структурное состояние, характеризующееся повышением плотности несовершенств и особым их расположением с образованием разветвленных субграниц.

Стадия перестройки дислокационной структуры под влиянием нагрева – начальный этап рекристаллизации обработки – связана с созданием тонкого субзернистого строения. Перестройка дислокационной структуры происходит по типу полигонизации. Тогда фазовое превращение идет не только с измельчением исходной структуры с высокой плотностью дислокаций, но при более равномерном их распределении. Следовательно, получение высокого комплекса свойств обеспечивается не только высокой плотностью дислокаций, но и оптимальным их распределением.

В результате ВТМО повышаются не только статическая, но и циклическая прочность (увеличиваются усталостные характеристики, особенно в зоне перегрузок при ограниченной выносливости (в 1,5–3 раза), растет ударная вязкость, уменьшается температурный порог хладноломкости, увеличивается хрупкая прочность).

Явление упрочнения при ВТМО более сложное. Имеет место влияние дислокационной структуры деформированного аустенита (характеризуемой повышенной плотностью дислокаций, созданием ячеистой структуры, движением дислокаций, возникновением дислокационных переплетений, являющихся препятствием к скольжению и др.) на фазовые превращения при закалке и низком отпуске, а также обрат-

ное воздействие превращения на распределение, движение, взаимодействие дефектов, определяющее формирование окончательной структуры, и, соответственно, свойств.

Сочетание высоких вязких значений вязкости и прочности, полученных в результате ВТМО, объясняют также измельчением зерна, обусловленным перераспределением дополнительных, созданных наклепом, дислокаций в аустените. Предполагается, что границы зерен служат эффективными барьерами для движения дислокаций.

Схемы ВТМО, связанные с получением окончательной феррито-перлитной, перлитной или бейнитной структур, условно названы изотермическими (ВТМизО) и обеспечивают более высокую вязкость стали при меньшем выигрыше в прочности по сравнению с ВТМО.

Горячая деформация с последующим превращением в перлитной области вызывает изменение комплекса механических свойств по сравнению с обычной контрольной изотермической обработкой ВТМизО приводит к некоторому повышению прочностных свойств, но важно, что при этом одновременно возрастает пластичность стали, ударная вязкость и, весьма существенно, работа разрушения образцов с наведенной усталостной трещиной (почти в 2 раза). Прочностные свойства и вязкость стали после ВТМизО выше, чем после контрольной обработки при всех температурах изотермической выдержки.

Железнодорожное цельнокатаное колесо, изготавливаемое из среднеуглеродистой стали, является ответственным изделием, поэтому повышение комплекса свойств колесной стали, надежности и долговечности колес в эксплуатации – это весьма актуальная проблема. Установлено, что в поверхностных слоях обода деформация составляет 60–70 %, а в центральной части 5–10 %. В условиях завода им. К. Либкнехта была разработана и опробована технология деформирования заготовки после ее осадки в калибровочном кольце, позволяющая увеличить степень деформации дендритной зоны и улучшить свойства металла обода колеса в его центральной части. Установлена принципиальная возможность изготовления цельнокатаных колес в условиях снижения температуры нагрева при прокатке в колесо-прокатном стане с 1240–1270°С до 1150–1170°С, что обеспечивает уменьшение величины зерна аустенита и повышение ударной вязкости и пластических характеристик. Ускоренное охлаждение элементов колеса в процессе прокатки обуславливает замедление процесса рекристаллизации и получение в диске величины зерна 8–9

балла, в ободе 5÷7 балла, что повышает ударную вязкость и пластичность материала обода и диска колес.

УДК 658.382.3:669

**А. С. Петрищев**

Национальный университет “Запорожская политехника” Министерства образования и науки Украины, г. Запорожье

### **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ПУТИ РАЗВИТИЯ СЕРООЧИСТКИ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЫБРОСОВ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Повышенный уровень серы в газообразных выбросах металлургических предприятий оказывает негативное влияние не только на экологическую обстановку прилегающих районов, а и может негативно влиять на санитарные условия труда самих работников на производстве. Существует большое количество методов сероочистки дымовых газов. В зависимости от технологических условий, можно выделить сухие, полусухие и мокрые методы сероочистки [1].

В работе [2] представлены результаты анализа экологической оценки исследования известняковой технологии мокрой сероочистки дымовых газов с получением жидких и газообразных серосодержащих остатков, а также гипса. Рассмотренный способ дисульфуризации дымовых газов обеспечивает высокий уровень экологической безопасности по содержанию соединений. Отмечено снижение реакционной способности исследуемых газов.

Авторами работы [3] описана технология производства сульфогипсового вяжущего на основе оригинального непрерывного способа сушки и гидратации сульфогипса в одном тепловом агрегате. В работе [4] разработана технология получения гипсового сырья путем нейтрализации  $SO_2$  дымовых газов меловыми суспензиями.

Следует отметить положительный опыт реализации методов моделирования при использовании производственных данных для исследования и оптимизации схемы очистки сернистого газа от примесей сероводорода и углекислого газа [5].

Из выше указанного следует актуальность дальнейшего развития оптимизации технологических параметров сероочистки выходных дымовых газов на метал-