

Улучшение эксплуатационных характеристик литых прокатных валков

М. Синнаве

Фирма "Гонтерманн-Пайперс"

Рабочие валки прокатных станов в процессе эксплуатации подвергаются значительному износу, поэтому особое внимание уделяется увеличению их прочности на износ. Однако свойства валков (прочность, вязкость, жаропрочность, устойчивость к отпуску, твердость, износостойкость, устойчивость к окислению, сопротивление коррозии, обрабатываемость и др.) должны оцениваться в зависимости от конкретных условий работы, чтобы обеспечить оптимальную экономичность на всех этапах их изготовления. Кроме того, следует учитывать состав исходных материалов для двухслойных валков, способы литья, а также вид термической обработки.

Граничные условия, связанные с термической обработкой валков. С помощью термической обработки можно оказывать воздействие и управлять структурой валков, а также их свойствами. Обеспечение высокой износостойкости приводит к повышенному содержанию углерода в металле. Это особенно важно в области износа бочки валка, которая подвергается наибольшей нагрузке. В зависимости от вида валков, расположения клетки в стане и ее конструкции, а также от того, является ли валок калиброванным или некалиброванным, рабочим или опорным, и от механических и термических нагрузок содержание углерода в чугуне варьируется в широком диапазоне. Повышенное содержание углерода необходимо для образования карбидов, которые вносят существенный вклад в износостойкость.

Скорости нагрева, охлаждения и закалки валков ограничены температуро- и теплопроводностью металла и лимитированы габаритами валков. Допустимые температурные и остаточные напряжения также влияют на скорость изменения температуры. Если при таких ограничениях создать условия для образования мартенситной и бейнитной структуры, то в металле должно быть достаточно легирующих элементов, стабилизирующих аустенит. Скорость охлаждения надо уменьшить настолько, чтобы повысить температуру закалки для подавления образования перлита и тем самым улучшить свойства металла.

При производстве валков необходимо учитывать множество факторов для подбора технологии их оптимального качества. Все это осложняется тем, что валки изготавливают поштучно и следует учитывать разброс параметров на каждом этапе производства, а также то, что испытания в промышленных условиях чрезвычайно затратные. Для уменьшения общих затрат на улучшение качества прокатных валков используют результаты дилатометрических исследований, а также расчетов методом конечных элементов.

Циклы термической обработки. При термической обработке валка должны быть выполнены несколько задач: образование заданной структуры материала рабочего слоя и сердцевины; регулирование твердости рабочего слоя и шеек,

которая устанавливается на основании результатов эксплуатации; повышение безопасности работы валков путем повышения прочности и вязкости металла; оптимизация распределения остаточных напряжений в бочке и в подверженных высоким перегрузкам шейках путем создания предварительных напряжений для увеличения запаса прочности и особенно циклической прочности при изгибе. Циклы термической обработки могут применяться в сочетании или по отдельности (рис. 1).

Диффузионный отжиг служит для того, чтобы частично выровнять ликвацию по границам зерен после затвердевания. При заэвтектоидном составе металла карбиды частично переходят в раствор, а острые дендриты карбидов становятся округлыми. Таким образом, уменьшаются внутренние трещины, в результате чего достигается увеличение прочности и вязкости. Эффект гомогенизации тем сильнее, чем выше температура диффузионного отжига, т.е. чем ближе она находится к температуре солидуса. Температура и продолжительность отжига ограничиваются не только повышенной склонностью металла к образованию окалина, но и остаточной деформации валка под воздействием его веса из-за понижения высокотемпературного предела текучести, а также сильной нагрузки на огнеупорный материал печи отжига.

Для поддержания эффекта гомогенизации после выдержки при температуре диффузионного отжига следует резко провести охлаждение воздухом до температуры перлитного превращения, после которого следует новый период выдержки до тех пор, пока преобразование в перлитную структуру не завершится полностью. Полученная таким образом структура считается исходным состоянием для последующих циклов отжига.

Нормализация также нужна для гомогенизации и измельчения зерна. В связи с этим сначала проводится аустенитизация при температуре выше A_{c1} , но ниже температуры диффузионного отжига. В завершение проводят ускоренное охлаждение воздухом с последующим переходом в перлитную зону. Существенное измельчение зерна достигается в результате двукратного преобразования $\alpha - \gamma$ с помощью отжига на мелкое зерно. Этот этап является лишь предварительной ступенью.

Смягчающий отжиг, с одной стороны, ощутимо улучшает обрабатываемость устойчивых к истиранию материалов, с другой стороны, создает оптимальную исходную структуру для завершающей закалки и отпуска. В отдельных случаях стремятся к глобулярной перлитной структуре (ферритная основа с вкрапленными почти круглыми вторичными карбидами). Таким образом, смягчающий отжиг проходит в верхней перлитной области. Этого можно достичь с помощью длительной выдержки в диапазоне температур чуть ниже A_{c1} , посредством циклического отжига при A_{c1} или медленным охлаждением печи.