

Игольчатый феррит в структуре высокопрочных сталей

Менделеева О.Л., Иваницкий Н.И.

Белорусский национальный технический университет

Современные микролегированные стали со структурой феррита игольчатого обладают высокой прочностью в сочетании с высокой вязкостью. Эти стали принадлежат к группе HSLA и были специально разработаны для технологии контролируемой прокатки.

Кристаллизация феррита игольчатого наблюдается в HSLA сталях, переохлажденных до 360...390°C - ниже температуры начала бейнитного превращения B_n . Среди факторов, которые влияют на предпочтительное образование феррита игольчатого, прежде всего, следует выделить: наличие неметаллических включений; большой размер зерна аустенита; предварительную диффузионную кристаллизацию тонких ферритных поликристаллических оболочек. Высокая температура аустенизации обеспечивает получение крупного зерна аустенита и высокой степени организации его субструктуры. Пограничный диффузионный феррит затрудняет зарождение бейнитных структур на границе аустенитного зерна и способствует сдвиговому развитию полиморфного превращения. Переохлаждение ниже температуры B_n позволяет избежать кристаллизации феррита видманштеттова, который растет медленно и требует длительных изотермических выдержек. Феррит игольчатый зарождается на неметаллических включениях, таких как диоксиды титана, марганца и их структурные аналоги (TiO_2 , $Al_2Si_2O_7$, MnO_2 , SiC , Si , CoO , V_2O_5). Кристаллы феррита игольчатого растут радиально от включений. Они всегда закономерно ориентированы относительно зерна исходного аустенита, хотя, по сравнению с пакетами бейнита, повторяемость микроструктуры менее очевидна. Границы зерна аустенита непреодолимы для пластин феррита игольчатого. Измельчению структуры способствует более низкая температура изотермической выдержки и увеличение степени пластической деформации исходного аустенита в интервале температур $A_1 \dots B_n$. В результате пластической деформации аустенита возрастает плотность дислокаций. Дислокации препятствуют скольжению межфазной границы, что ограничивает рост пластин феррита игольчатого и приводит к измельчению структуры.

Исходя из анализа этих факторов, можно рассчитать режим термической обработки, при котором будет формироваться дисперсная структура с ферритом игольчатым без бейнита и феррита видманштеттова.