

Магистрант Галимский А.И.

Научный руководитель – Константинов В.М.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

С понижением климатической температуры эксплуатации возрастает предел прочности и предел текучести стали, повышается усталостная прочность. Однако повышение характеристик прочности стали сопровождается обычно падением ее пластичности (δ , ψ), а при критической температуре хрупкости начинается резкое падение ударной вязкости. Уменьшение хладноломкости, т.е. падение пластичности и ударной вязкости, является основной проблемой при изыскании сталей, работающих в условиях низких температур.

Для сталей, работающих при низких температурах, химический состав и режимы термической обработки следует выбирать таким образом, чтобы сталь имела по возможности мелкое зерно, а предел текучести при одинаковом временном сопротивлении разрушению должен по возможности меньше повышаться с понижением температуры. Кроме того, такие стали должны обладать достаточной прокаливаемостью при пониженной чувствительности к отпускной хрупкости.

При выборе легирующих элементов решающим оказывается их влияние на положение критической температуры хрупкости. Влияние легирующих элементов на склонность стали к хрупкому разрушению можно сформулировать следующим образом: элементы, способствующие укрупнению зерна, а так же слабо изменяющие его величину, повышают критическую температуру хрупкости и тем интенсивнее, чем сильнее повышается предел текучести стали. Элементы, способствующие получению мелкого зерна, до некоторой концентрации понижают критическую температуру хрупкости. По достижении предельного измельчения зерна их влияние становится обратным за счет повышения сопротивления феррита мелким пластическим деформациям.

При выборе составов стали для работы в условиях климатического холода необходимо учитывать, что механические свойства и хладноломкость будут определяться следующими факторами: 1) измельчение зерна; 2) твердорастворное упрочнение феррита легирующими элементами и примесями; 3) упрочнение частицами избыточных фаз различной степени дисперсности, образующимися при кристаллизации или в процессе термической обработки; 4) распределение легирующих элементов между твердым раствором (ферритом, аустенитом, мартенситом), карбидными фазами, металлическими соединениями, неметаллическими фазами; 5) распределение легирующих элементов между зерном и межкристаллитным слоем.

При выборе режимов термической обработки труб необходимо учитывать следующее. Температура режима прокатки, степень деформации и скорость охлаждения после деформации неодинаковы как в объеме одной заготовки, так и для различных заготовок. Поэтому в горячедеформированных полуфабрикатах наблюдается разнотернистость. Объемы с зерном разной величины могут по-разному вести себя при последующей термической обработке. В результате нормализации происходят следующие структурные изменения. Происходит выравнивание размера зерна по величине, устраняется разнотернистость (рисунок 1).

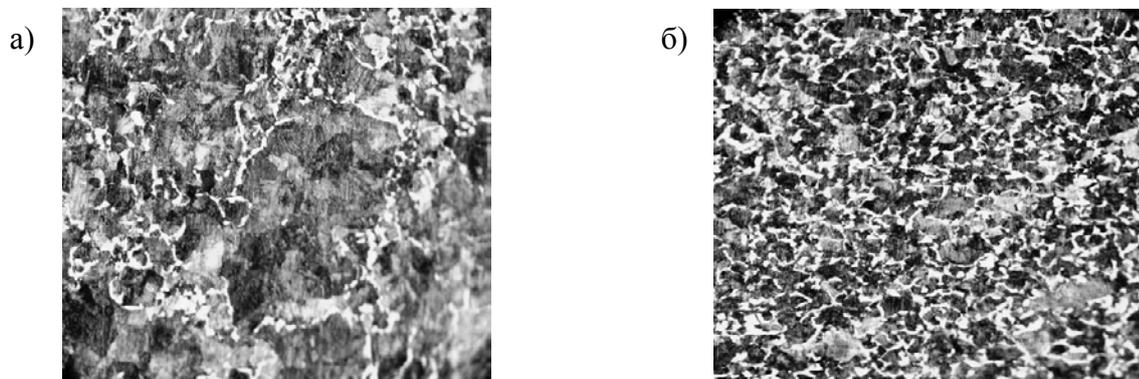


Рисунок 1 – Влияние нормализации (900 °С) на структуру стали:
а – структура после прокатки; б – структура после нормализации

Существенным является диспергирование структуры. Наряду с общим уменьшением размера зерна, повышается дисперсность эвтектоида и уменьшается количество ферритных зерен. Указанные структурные изменения способствуют повышению прочности при сохранении ударной вязкости. С целью снятия внутренних напряжений, снижения твердости и улучшения пластических свойств изделия после нормализации подвергают высокому отпуску. Если сталь склонна к отпускной хрупкости II рода, то охлаждение после отпуска необходимо вести ускоренно (вода, спрейерное охлаждение водо-воздушная смесь).

Наиболее высокие значения пластичности и ударной вязкости при низких температурах имеет сталь, подвергнутая закалке на мартенсит с последующим отпуском на сорбит, а наименьшие – в отожженном состоянии. Нормализация дает промежуточные значения.