

# СЕКЦИЯ 1. ПОВЕРХНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ: СВОЙСТВА И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

УДК 621.78.01

***Е. А. Левин\**, *Н. В. Юршева***

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

\* *zheneklevin@mail.ru*

Научный руководитель – заведующий кафедрой МТМ ОГУ,  
доц., канд. техн. наук *В. И. Юршев*

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПЕРЕД ЦЕМЕНТАЦИЕЙ

В современном машиностроении существует ряд различных технологических процессов. Одним из таких процессов является предварительная термообработка сталей. Предварительная термообработка необходима для того, чтобы снять внутренние напряжения, измельчить зерно структуры и устранить прочие дефекты в низкоуглеродистых и легированных сталях. Это необходимо для того, чтобы в дальнейшей обработке стали (цементация, закалка, отпуск и механическая обработка) получались детали с заданными параметрами (износостойкость, твердость, прочность и т. д.).

*Ключевые слова:* термообработка, низкоуглеродистые стали, легированные стали, цементация, отжиг, нормализация.

***Е. А. Levin, N. V. Yursheva***

## INFLUENCE OF PRELIMINARY THERMAL PROCESSING ON THE STRUCTURE OF LOW-CARBON AND LEGATED STEELS BEFORE CEMENT

In modern engineering there are a number of different technological processes. One such process is preliminary heat treatment of steels. Preliminary heat treatment is necessary in order to remove internal stresses, reduce grain and eliminate other defects in low-carbon and alloyed steels. This is necessary in order to obtain parts with specified parameters (wear resistance, hardness, strength, etc.) in further processing of steel (carburizing, quenching, tempering and machining).

*Keywords:* heat treatment, low-carbon steel, alloyed steel, cementation, annealing, normalization.

Перед процессом цементации как и перед любым технологическим процессом важную и основную роль играет предварительная и правильная подготовка. Такой подготовкой является предварительная термическая обработка сталей. Дело в том, что сталь, поступающая на производство в состоянии поставки, не всегда отвечает всем необходимым требованиям, поэтому стали подвергают отжигу.

Предварительную термическую обработку проводят для исправления дефектов структуры (крупное зерно, цементитная сетка, пластинчатый перлит), снижения твердости (послековки, штамповки, накатки резьбы и др.) и подготовки к окончательной обработке для повышения износостойкости.

Режимы предварительной термообработки зависят от марки стали, содержания углерода и наличия или отсутствия легирующих элементов.

Как правило для цементации применяют низкоуглеродистые (0,1–0,25 % С) и низколегированные стали. Содержание легирующих элементов в сталях, предназначенных для изготовления деталей, упрочняемых цементацией, не должно быть слишком высоким, но должно обеспечивать требуемую прокаливаемость поверхностного слоя и сердцевины и тормозить рост зерна аустенита при нагреве [1]. Исходя из вышесказанного было принято решение проводить исследования на примере трех сталей: сталь 20, 20Х и 20Х13. Микроструктура данных сталей приведена на рис. 1.

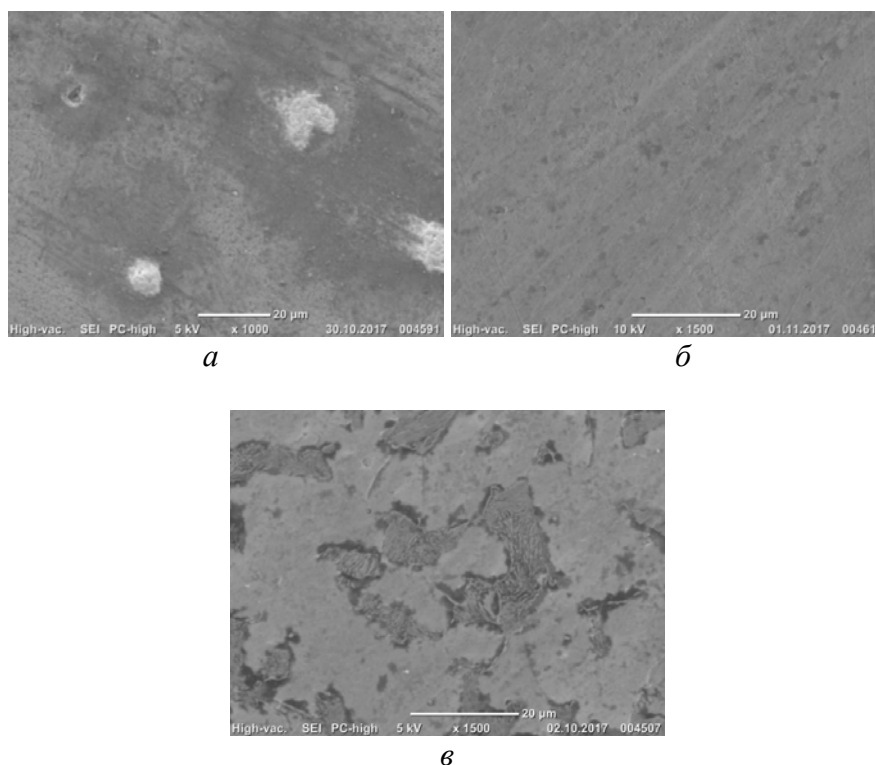


Рис. 1. Микроструктура сталей в исходном состоянии: *a* – сталь 20 (увеличение  $\times 1000$ ), *б* – 20Х (увеличение  $\times 1500$ ), *в* – 20Х13 (увеличение  $\times 1500$ )

Отжиг – фазовая перекристаллизация, заключающаяся в нагреве выше  $A_{c3}$  с последующим медленным охлаждением. При нагреве выше  $A_{c1}$ , но ниже  $A_{c3}$ , полная перекристаллизация не произойдет; такая термическая обработка называется неполным отжигом. При отжиге состояние стали приближается к структурно равновесному; структура стали после отжига: перлит + феррит, перлит или перлит + цементит.

Если после нагрева выше  $A_{c3}$  провести охлаждение на воздухе, то это будет первым шагом к отклонению от практически равновесного структурного состояния. Такая термическая операция называется нормализацией [2].

Температуру нагрева для деталей, изготовленных из углеродистых сталей, определяют по диаграмме состояния, а для легированных сталей – по положению их критической точки  $A_{c3}$ , имеющейся в справочных таблицах. Время выдержки при температуре отжига обычно складывается из времени, необходимого для полного прогрева всей массы деталей, и времени, нужного для окончания структурных превращений. После отжига сталь медленно охлаждают вместе с печью. Детали, изготовленные из углеродистой стали, охлаждают со скоростью 180–200 °С в час, из низколегированных сталей – со скоростью 90–100 °С в час, из высоколегированных – со скоростью примерно 50 °С в час. В результате отжига деталей, изготовленных из доэвтектоидной углеродистой стали, получается пластинчатый перлит, а зерна феррита располагаются в виде разорванной сетки.

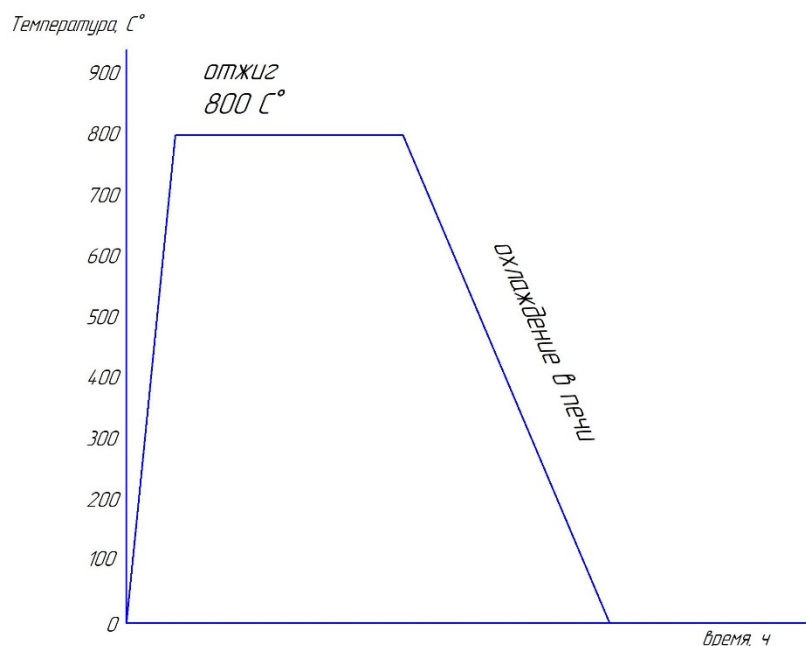
Структура фасонных литых деталей, изготовленных из стали с содержанием углерода от 0,15 до 0,45 %, обычно неоднородна, т. е. состоит из очень крупных и мелких зерен, механические свойства такой стали неудовлетворительны, а дальнейшая химическая и термическая обработка может привести к еще большему росту зерна и неизменным превращениям в структуре. Поэтому для повышения механических свойств, измельчения зерна и снятия внутренних напряжений литые детали нужно обязательно подвергать отжигу.

Для выбранных сталей были подобраны режимы первичной термообработки и приведены в таблице, а также были разработаны тех. карты – рис. 2.

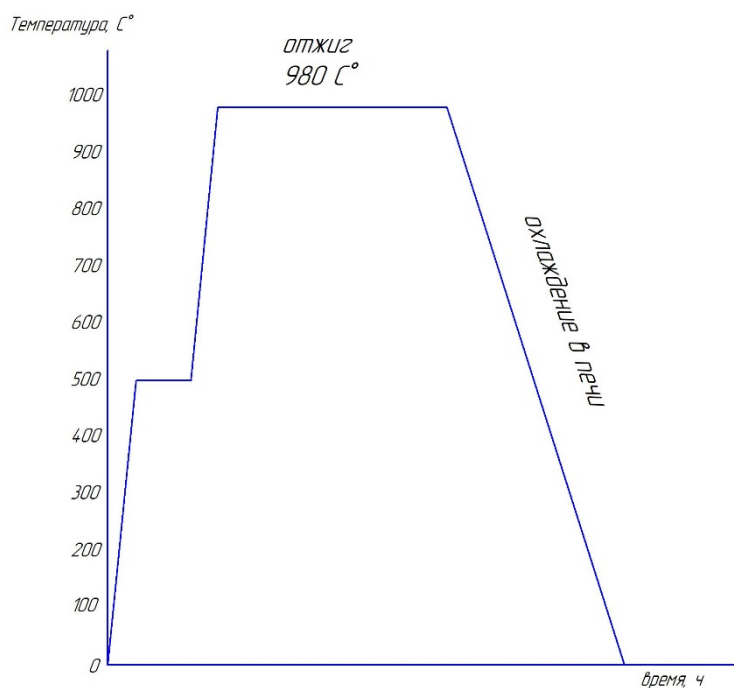
Таблица

Режимы предварительной термической обработки сталей

Марка стали	Отжиг, °С	Охлаждение	Скорость охлаждения, °С / ч
20	800	В печи	200
20Х	800		100
20Х13	980		50



а



б

Рис. 2. Тех. карта первичной термообработки сталей: а – 20 и 20Х, б – 20Х13

После проведения первичной термообработки посредством отжига с соблюдением необходимых условий, металл необходимо подготовить для дальнейших исследований. Для просмотра микроструктуры исследуемую поверхность шлифуют, полируют и травят. Все вышеперечисленные операции проводят вручную с особой тщательностью и аккуратностью. Микроструктуры сталей после отжига приведены на рис. 3.

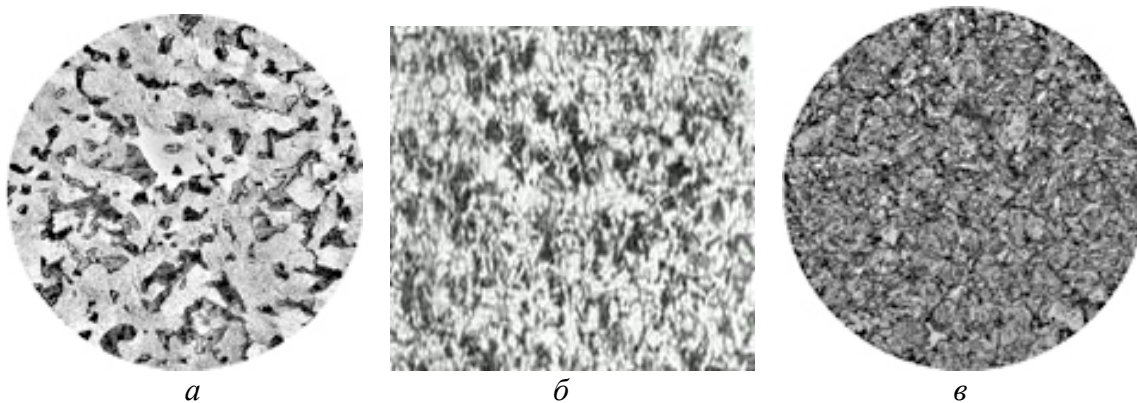


Рис. 3. Микроструктура сталей после термообработки: *а* – сталь 20, *б* – 20Х, *в* – 20Х13

Данные стали подверглись предварительной обработке в виде отжига с соблюдением температурного и временного режимов. По микроструктуре видно, что было получено измельчение зерна по сравнению с исходным состоянием. Улучшилась однородность металла и как следствие, это оказывает более благоприятные последствия для дальнейшего упрочнения методом цементации, последующей термической и механической обработки, получая деталь, обладающую набором соответствующих физико-механических свойств. Таким образом мы получили хорошую основу для получения качественного продукта, что подтверждает необходимость и правильность использования предварительной термической обработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лахтин Ю. М. Химико-термическая обработка металлов / Ю. М. Лахтин, Б. Н. Арзамасов. Москва : Металлургия, 1985. 256 с.
2. Гуляев А. П. Металловедение / А. П. Гуляев. Москва : Металлургия, 1986. 544 с.
3. Лахтин Ю. М. Материаловедение: учебник / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. Москва : Машиностроение, 1990. 528 с.
4. Филинов С. А. Справочник термиста / С. А. Филинов, И. В. Фиргер. Ленинград : Машиностроение, 1975. 352 с