

Методическое пособие по дисциплине
«Технологические процессы
термической обработки металлов»



Раздел 7

Технология термической обработки на
металлургических заводах

Термическая обработка слитков и непрерывно литых заготовок.

Особенности строения и дефекты литой стали. Виды и назначение термической обработки слитков. Контроль качества слитков после термообработки.

Особенности строения и дефекты литой стали

Необходимость и характер термообработки слитков связаны со структурной неоднородностью, причем часто выделяют структурную, физическую и химическую неоднородности.

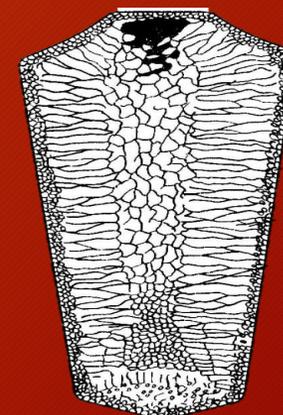
Физическая неоднородность - это наличие пористости и усадочных раковин. Кроме того, нарушение сплошности металла может заключаться в появлении трещин, возникающих при охлаждении слитка



Химическая неоднородность или ликвация подразделяется на зональную и дендритную



Структурная неоднородность обусловлена наличием в стальном слитке трех основных зон, из которых наиболее важное значение имеют зона столбчатых и равноосных кристаллов.



Причины возникновения дефектов

Все виды неоднородностей приводят к неоднородности физико- механических свойств стали.

На появление и развитие дефектов литой структуры оказывает влияние скорость кристаллизации, которая в первую очередь зависит от массы слитка.

Кроме того, охлаждение слитков, особенно из легированных сталей, сопровождается развитием больших внутренних напряжений.

Появление трещин внутри объема связано с тепловой усадкой.

Также внутренние напряжения появляются и при фазовых превращениях, когда аустенит превращается в мартенсит, бейнит или перлит.

Опасность появления внутренних напряжений в слитке возрастает в связи с тем, что литая структура имеет грубое крупнозернистое строение.

Цели проведения термической обработки слитков

снижение внутренних напряжений для предупреждения образования трещин при хранении слитков на промежуточных складах и при перевозке в передельные цехи

снижение твердости для обдирки слитков с целью устранения поверхностных дефектов

уменьшение ликвации

Виды и назначение термической обработки СЛИТКОВ

Слитки для передела

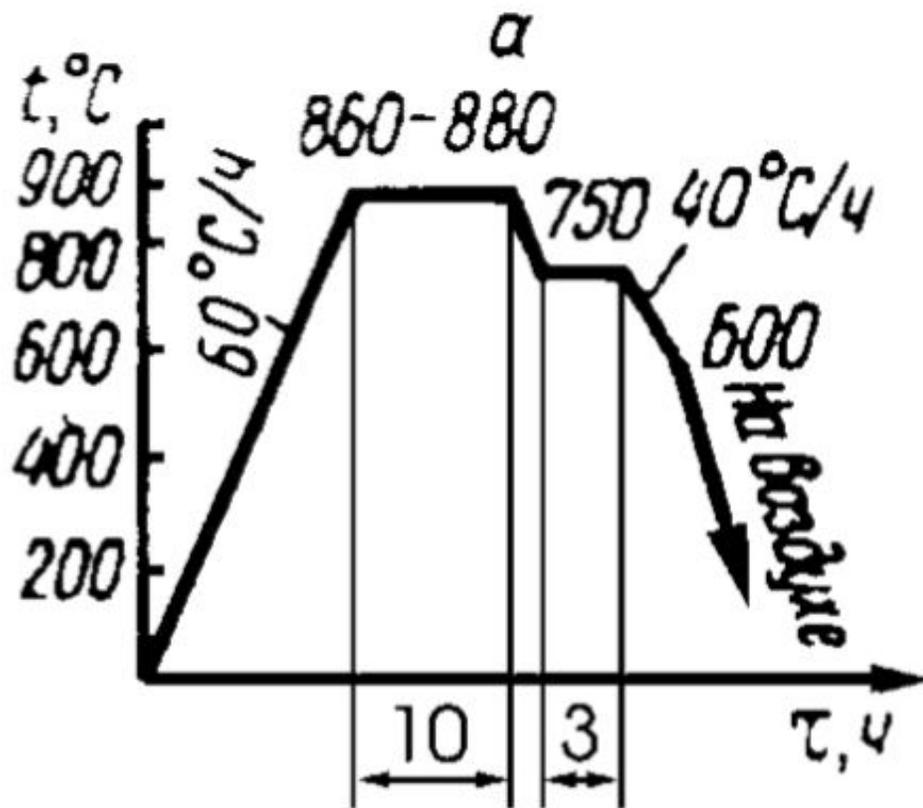
Слитки, предназначенные для передела на блюминге, обычно передают в печь для нагрева под прокатку в горячем состоянии, сразу после затвердевания в изложницах (горячий посад).

При необходимости зачистки поверхности для устранения поверхностных дефектов или при перевозке слитков в другие цеха или заводы, горячий посад применить не удастся. Такие слитки для предотвращения образования опасных внутренних напряжений подвергают либо замедленному охлаждению в неотпливаемых колодцах, либо охлаждают в изложнице с последующей специальной термообработкой.

Для термообработки слитков обычно используют печи колодецевого типа, либо с выходным подом, реже другие конструкции.

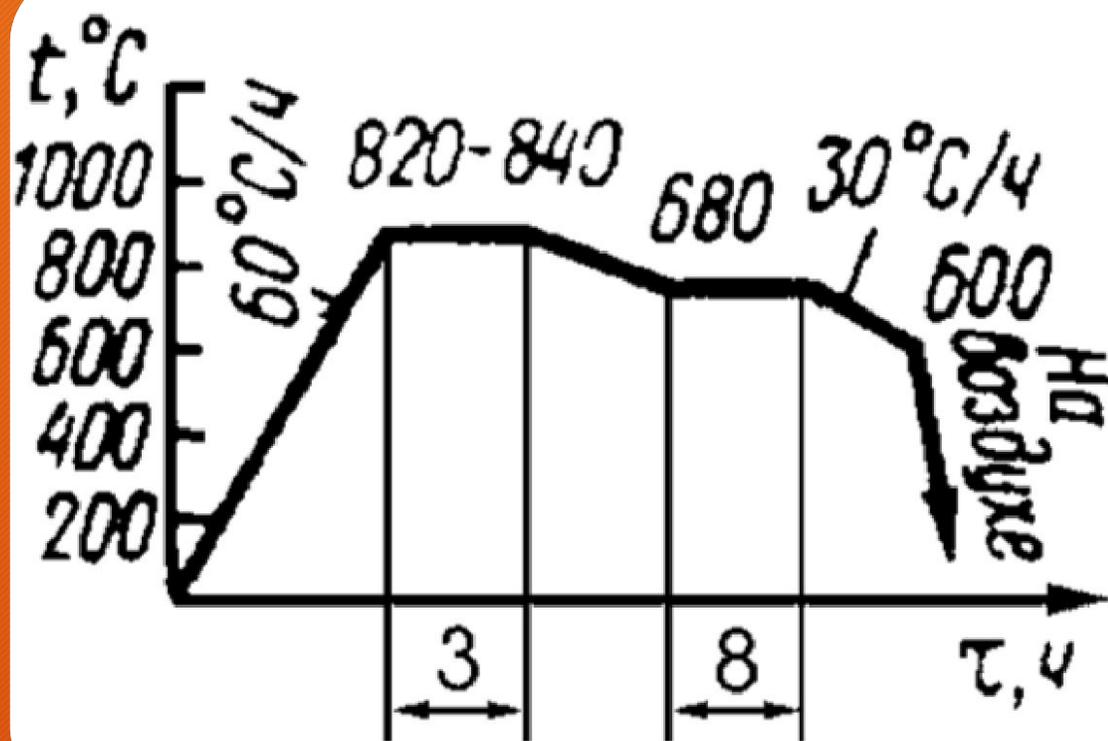


Термообработка слитков из быстрорежущих сталей P6M5, P6M3, P9, P18, P6M5K5, P9M4K8



Слитки из быстрорежущих высоковольфрамовых сталей ледебуритного класса, из хромистых нержавеющей сталей и некоторые инструментальные стали подвергают полному отжигу, т.е. отжигу с фазовой перекристаллизацией. Эти стали содержат большое количество Cr, V, W, Mo и не склонны к перегреву. Но ввиду их низкой теплопроводности ограничивается скорость нагрева: она не должна превышать $60\text{ }^\circ\text{C}/\text{ч}$

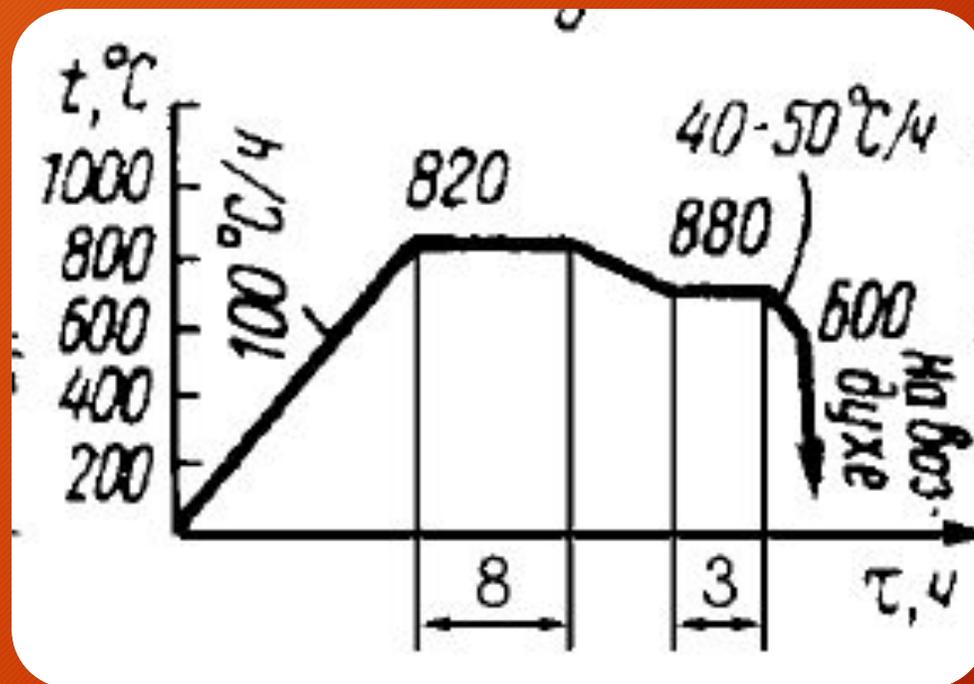
Термообработка слитков из инструментальных легированных сталей



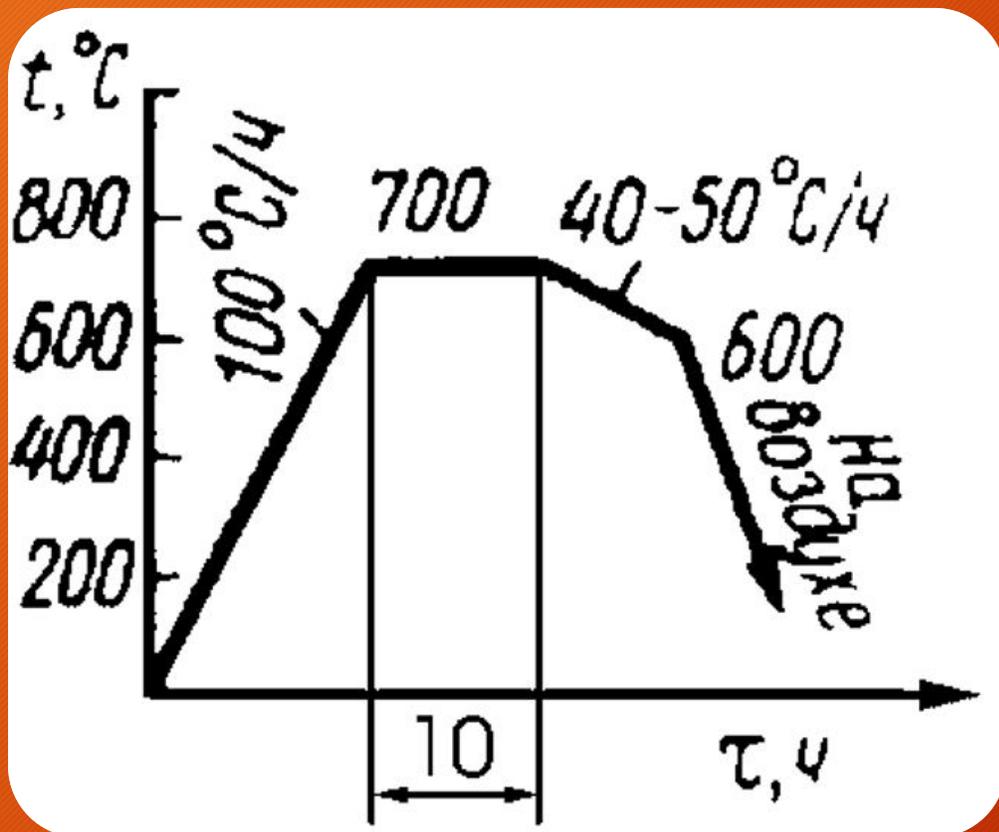
Режим отжига для данного типа сталей аналогичен отжигу быстрорежущих сталей. Полный отжиг с нагревом до 840°C и охлаждение с изотермической выдержкой в районе 680°C .

Термообработка слитков из шарикоподшипниковых сталей

Отжиг шарикоподшипниковых сталей ШХ4, ШХ15, ШХ15СГ проводят по следующему режиму:



Термическая обработка слитков легированных конструкционных сталей



Слитки легированных конструкционных сталей перлитного, перлитно-мартенситного и мартенситного классов подвергают высокому отпуску.

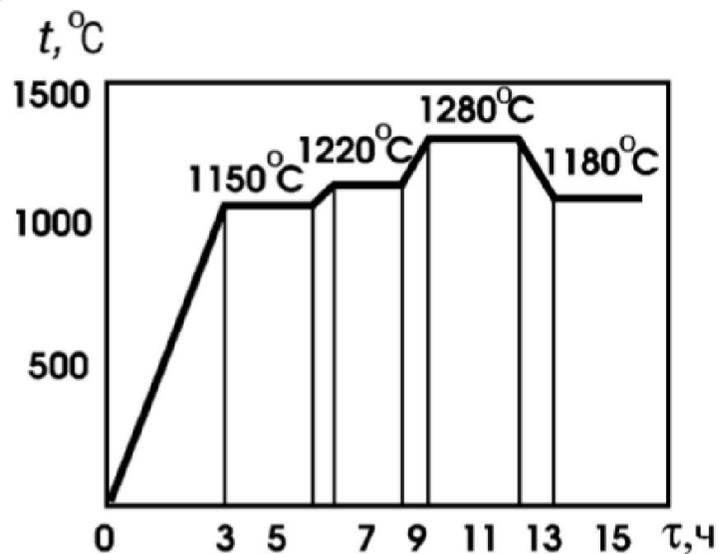
Высоколегированные стали такие как Cr-Ni, Cr-Ni-Mo, Cr-Ni-W (20X2H4A, 40X2MA, 18X2H4BA и др.) имеют такую высокую устойчивость переохлажденного аустенита, что даже при замедленном охлаждении в слитках образуется мартенситная или троосто-мартенситная структура. Поэтому отжиг этих сталей с фазовой перекристаллизацией не приведет к образованию перлита, т.е. к снижению твердости, и эти стали для снижения твердости достаточно подвергнуть отжигу ниже АС1.

При высоком отпуске, наряду со снятием напряжений, происходит распад мартенсита с образованием сорбитной структуры, что является причиной снижения твердости.

Гомогенизирующий отжиг

Гомогенизирующему отжигу подвергают только слитки из высоколегированных сталей и сталей, предназначенных для высокоответственных изделий. Отжиг проводят как холодных, так и горячих слитков. Температуры нагрева при гомогенизирующем отжиге обычно выбирают в пределах 1100-1170 °С. Скорость диффузии определяется как температурой, так и градиентом концентрации, который в процессе выравнивающей диффузии понижается и эффективность гомогенизации понижается. Наиболее значительное выравнивание химического состава происходит в первые 8-10 ч выдержки. Обычно продолжительность выдержки при этой температуре гомогенизирующего отжига составляет 8-15 ч, а затем производится охлаждение с печью до 800-820 °С, после чего - на воздухе. Поскольку максимальная температура при гомогенизации ограничивается опасностью плавления наиболее легкоплавких участков, которые находятся в межосных участках дендритов, проводят двухступенчатый отжиг. В процессе начальной гомогенизации происходит обеднение этих участков легкоплавкими примесями, что дает возможность повысить температуру отжига на следующей ступени.

Таким образом, температура отжига на конечной ступени может быть значительно выше, чем при обычном одноступенчатом отжиге. Это позволяет получить более однородную структуру, уменьшить карбидную неоднородность, улучшить технологическую пластичность стали и сократить общую продолжительность отжига.



Режим ступенчатого отжига из стали ШХ15, совмещенного с нагревом под прокатку

При гомогенизирующем отжиге слитков наблюдается интенсивный рост зёрен, но поскольку в дальнейшем производится обработка давлением, то в результате рекристаллизационных процессов происходит измельчение зерна. Поэтому специальной обработки для устранения крупнозернистой структуры не проводится.

Контроль качества проведения термической обработки слитков



Качество термической обработки контролируют по твердости и отсутствию трещин в процессе длительного хранения.

