

Охлаждение. Скорость охлаждения стали, нагретой до температуры закалки, оказывает решающее влияние на результат закалки.

В связи с тем что быстрое охлаждение необходимо только в интервале наименьшей устойчивости аустенита, а при дальнейшем понижении температуры, особенно в мартенситном интервале, быстрое охлаждение не только не нужно, но и нежелательно, наилучшей закалочной средой будет та, которая быстро охлаждает в интервале температур 650—550° С (область температур наименьшей устойчивости аустенита) и медленно — ниже 300—200° С (область температур мартенситного превращения).

Наиболее распространенными закалочными средами являются вода, водные растворы солей, щелочей и кислот, масло, воздух, расплавленные соли.

При охлаждении в воде и масле, температура кипения которых ниже температуры охлаждаемых в них изделий, скорость охлаждения различна в начальном, среднем и конечном периодах охлаждения и подразделяется на три стадии:

- I — стадия пленочного кипения;
- II — стадия пузырьчатого кипения;
- III — стадия конвективного теплообмена.

Стадия пленочного кипения характеризуется образованием вокруг охлаждаемого изделия паровой пленки, отделяющей раскаленную поверхность от всей массы жидкости, и поэтому скорость охлаждения на данной стадии сравнительно невелика. Пленочное кипение устойчиво при высоких температурах охлаждаемой поверхности.

Стадия пузырьчатого кипения наступает при более низких температурах охлаждаемой поверхности, когда паровая пленка разрушается, создается непосредственный контакт жидкости с изделием; при кипении жидкости возникают многочисленные пузырьки пара, которые, отрываясь, уносят значительное количество тепла, в связи с чем охлаждение происходит с большой скоростью.

Стадия конвективного теплообмена наступает при понижении температуры поверхности

ниже температуры кипения жидкости. Скорость теплоотвода в этой стадии низка и охлаждение протекает с небольшой скоростью.

Как видно из кривых, приведенных на рис. 123, вода охлаждает гораздо быстрее, чем масло: в 6 раз быстрее при 650—550° С и в 28 раз быстрее при 200° С. Поэтому вода применяется для охлаждения сталей с большой критической скоростью закалки (углеродистых сталей), а в масле охлаждают стали с малой критической скоростью закалки (изделия из легированных сталей, или высокоуглеродистых сталей при тонких сечениях).

Охлаждение металла возможно при помощи установок: [УТИ 10-X-1/-70...-80°С](#) , [УТИ 1600-X-2/-50-80](#)

,
[УТИ 400-X-2/-70-80](#)

,
[УТИ 1150-X-2/-60-80](#)

,
[УТИ 2000-TX-70](#)

Обработка металлов холодом

Холодильную обработку металлов (в основном сталей) производят при —30-120° С для уменьшения остаточного аустенита. Наличие последнего в сталях, существенно понижает качество материалов. Количество остаточного аустенита в сталях зависит от скорости отвода теплоты в области аустенитно-мартенситного превращения. С уменьшением интенсивности теплоотвода количество остаточного аустенита в сталях возрастает.

Выбор методов охлаждения объектов определяется конечной температурой, технологической спецификой процесса, количеством отводимой теплоты В верхнем интервале температур используют парокompрессионные машины двухступенчатого сжатия на R22 (до —60° С) и каскадные машины на R22 и R13 (до —80° С).

При температурах, близких к —120° С, широко применяют жидкий азот: для охлаждения изделий, погружая в ванну с жидким азотом либо в камеру, охлаждаемую жидким азотом. В случае прямого контакта изделия с жидким азотом достигаются высокая

скорость охлаждения и низкая конечная температура объекта.

Использование жидкого азота и сухого льда существенно упрощает процесс охлаждения. Однако указанный метод обработки изделий является энергоемким и дорогостоящим. На крупных предприятиях применяют [воздушные турбоохлаждающие машины](#).