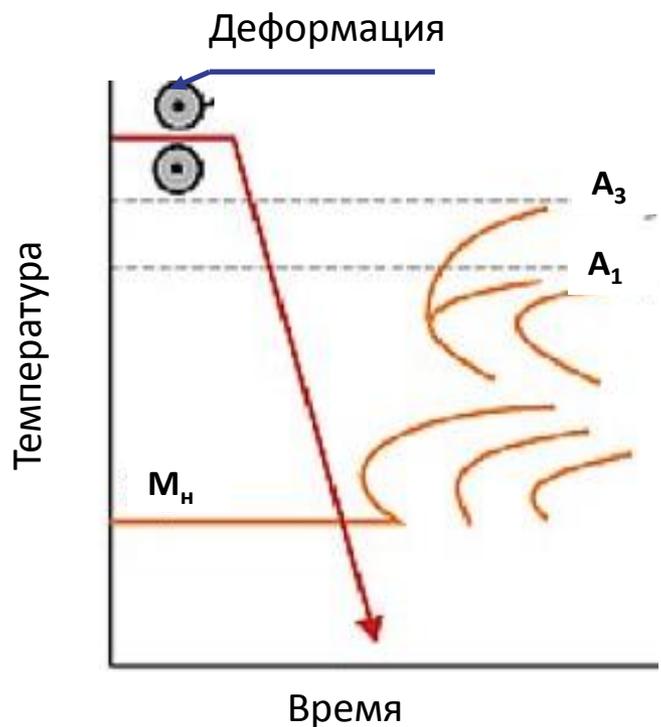


Основные термины в области технологии прокатки при производстве высокопрочных сталей

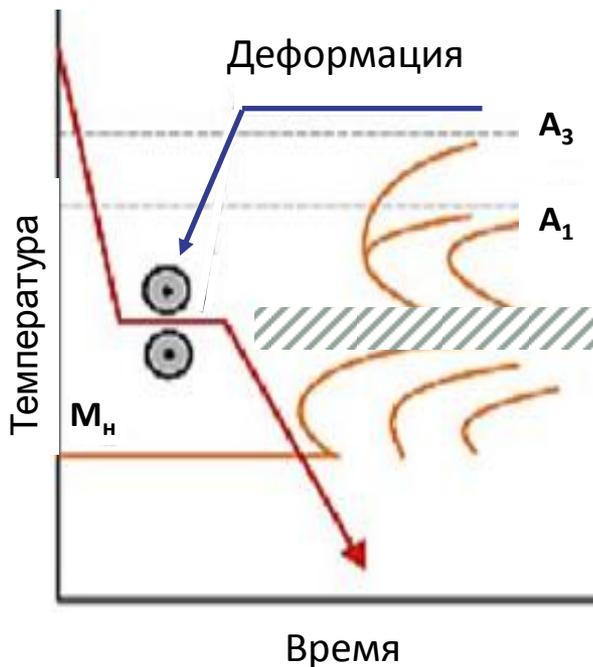
Термомеханическая обработка (ТМО)

– технология обработки, совмещающая механическое и термическое воздействия, целью которого является формирование требуемой структуры обрабатываемого металла



ВТМО

– нагрев выше A_3 + деформация 30 % + закалка + низкий отпуск



НТМО (аусформинг)

– нагрев выше A_3 + охлаждение до 600-400 °С + деформация 75-90 % + закалка + низкий отпуск

Формирование окончательной структуры происходит в условиях повышенной плотности и оптимального распределения несовершенств (дислокаций, границ), созданных пластической деформацией.



- повышение механических характеристик (прочности, вязкости);
- экономия-15-60 %;
- увеличение долговечности изделий.

Контролируемая прокатка (КП)

- процесс, включающий нагрев заготовки, предварительную деформацию при температуре выше температуры рекристаллизации аустенита, окончательную деформацию в области торможения рекристаллизации аустенита (либо в двухфазной ($\gamma+\alpha$)-области) и охлаждение проката на воздухе (*термомеханическая прокатка*)



- мелкое зерно 5-10 мкм и менее;
- упрочнению стали на 10-30 % при сохранении высокой пластичности и вязкости;
- снижение температуры $T_{хл}$;
- улучшение свариваемости

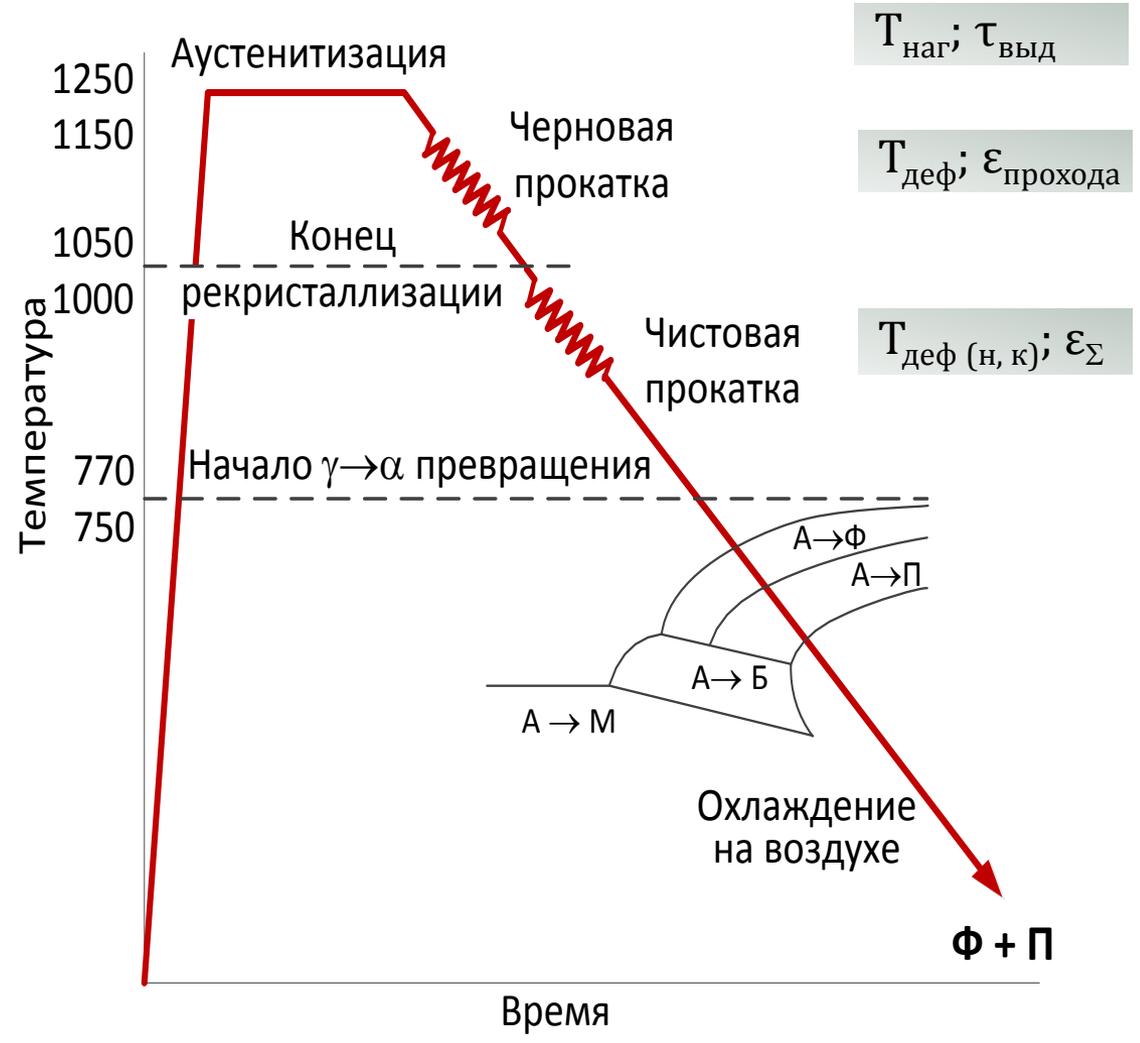


Схема технологических операций при контролируемой прокатке

Стадии процессов при КП

1) **Аустенитизация** при высоких температурах для получения однородной структуры металла (аустенита)

2) **Высокотемпературная деформация** стабильного аустенита при $T_{\text{деф}} > 950^\circ\text{C}$ выше температуры рекристаллизации для получения мелкого зерна в результате измельчения исходного зерна аустенита за счет рекристаллизации путем чередующихся многократных обжатий и рекристаллизации.

3) **Деформация** в нижней части аустенитной или в двухфазной ($\alpha + \gamma$) области ($T_{\text{деф}} < 950^\circ\text{C}$), т.е. **в области отсутствия рекристаллизации**. Равноосные зерна аустенита вытягиваются под воздействием деформации, и в результате наклепа в них увеличивается число центров зарождения ферритной фазы при полиморфном $\gamma \rightarrow \alpha$ превращении.

4) **Охлаждение** стали после завершения деформации осуществляется на воздухе со скоростью охлаждения $0,5-1^\circ\text{C}/\text{c}$

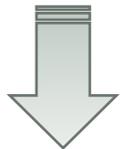


Контролируемая прокатка с ускоренным охлаждением (КП + УО)

- процесс, который объединяет контролируемую прокатку с завершением деформации в аустенитной области вблизи точки Ar_3 с последующим регламентированным ускоренным охлаждением - **термомеханически контролируемый процесс (ТКП)**

Регламентируется:

- температуры начала $T_{УО(н)}$ и температура конца $T_{УО(к)}$ ускоренного охлаждения,
- скорость охлаждения $V_{охл}$



влияет на тип и количество фаз и структурных составляющих ($\Phi + \Pi$, $\Phi + \Pi + Б$, $\Phi + Б$, $\Phi + Б + М$ и т.д.)

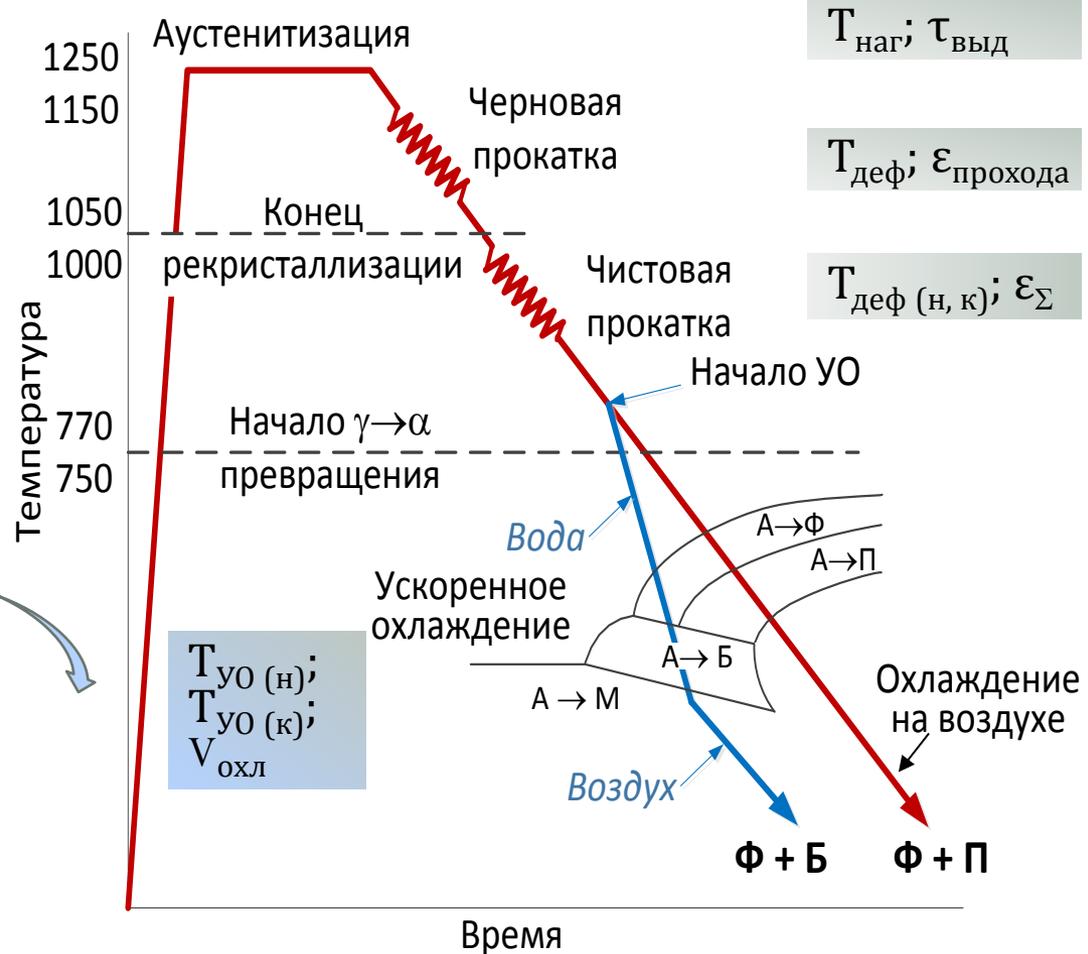


Схема технологических операций при контролируемой прокатке с ускоренным охлаждением

Ускоренное охлаждение проката (УО)

Технология ускоренного охлаждения металла применяется на разных участках производства проката:

- между клетями прокатного стана (межклетьеовое охлаждение),
- непосредственно после выхода проката из чистовой клетки,
- при закалке металла после специального нагрева в различных нагревательных устройствах.

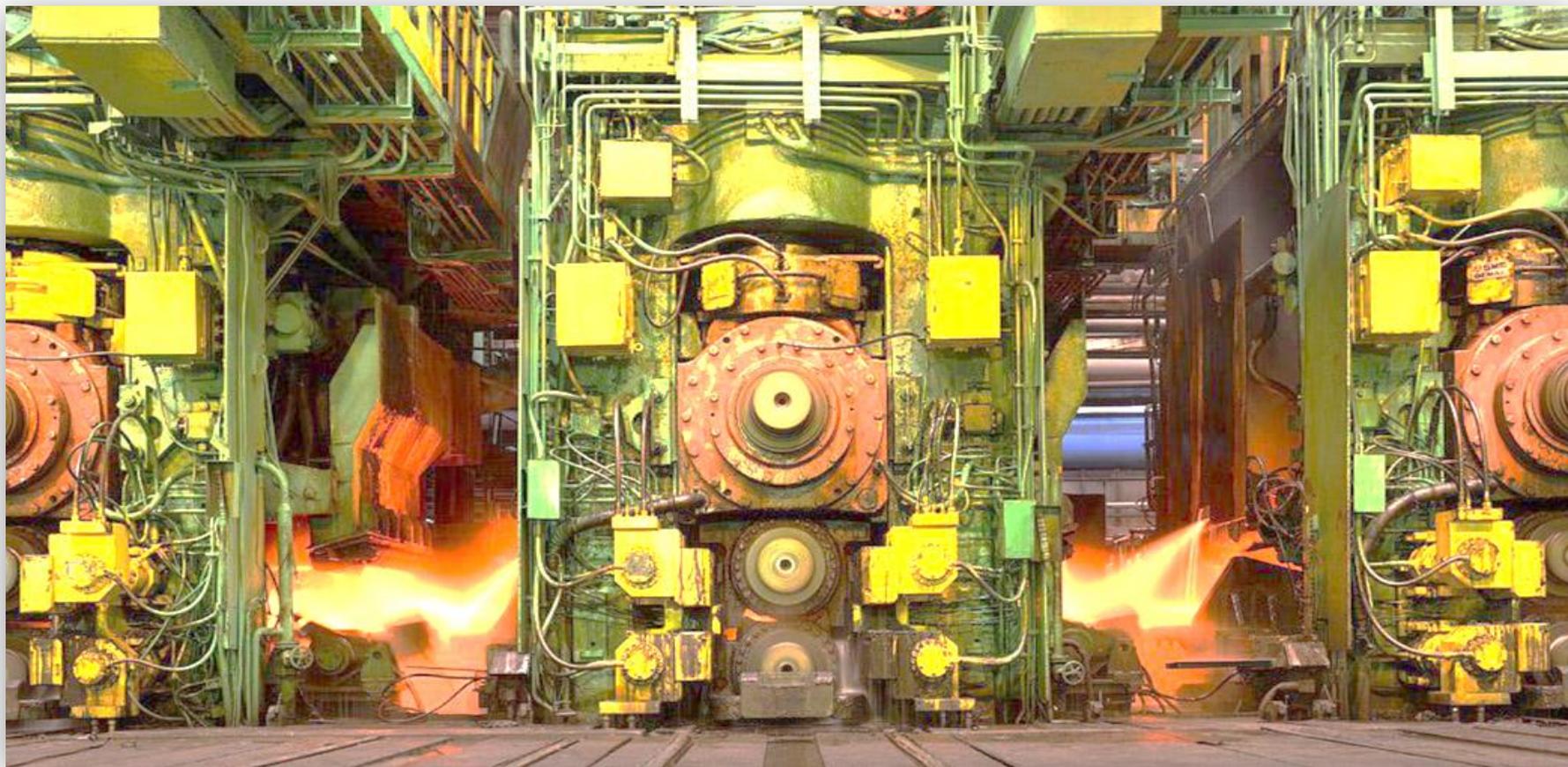
Ускоренное охлаждение можно разделить на одностадийное и двухстадийное.

Одностадийное - прокат охлаждается водой, например, в проводящих трубах или линиях ламинарного охлаждения. Одностадийное охлаждение уменьшает окалинообразование, но недостатком такого охлаждения, в частности, является то, что при последующем охлаждении в бунтах или рулонах происходит значительный разброс механических свойств по длине и разнородная структура по сечению, что отрицательно сказывается на качестве продукции .

Двухстадийное - состоит из водяного и интенсивного воздушного охлаждений.

Цель водяного охлаждения - сохранить мелкозернистую структуру, достигнутую при горячей прокатке.

Ускоренное охлаждение (подстуживание) в межклетьевых пространствах при КП



Ускоренное охлаждение проката после выхода проката из чистовой клетки (УО)

