

Тема: Исследование и разработка  
метода повышения эксплуатационных  
свойств сварных соединений из  
аустенитных сталей реакторного  
оборудования

Получение сварных соединений с высокими эксплуатационными характеристиками, обеспечивающими повышение надежности и долговечности работы изделий в экстремальных условиях: повышенные механические нагрузки, износ, коррозия, наличие агрессивных сред, циклические воздействия, обусловленные высоким перепадом температур, гидростатического и гидравлического давлений, является крупной фундаментальной задачей, решение которой может, в значительной мере, определять процесс развития машиностроения, энергетики, химической, добывающей и перерабатывающей промышленности.

Получение мелкозернистой структуры является одной из основных задач управления кристаллизацией сварных швов и применение для этой цели принудительного перемешивания расплава сварочной ванны. **Кристаллизация** - процесс образования участков кристаллической решетки в жидкой фазе и рост кристаллов из образовавшихся центров. Кристаллизация протекает в условиях, когда система переходит к термодинамически более устойчивому состоянию с минимумом свободной энергии.

Завершённая кристаллизация не запускает в металле никаких процессов вплоть до охлаждения его до 850 градусов, т.е. выхода металла из аустенитной формы. Структура сварных соединений при этом становится постоянной после охлаждения металла до 720 градусов.

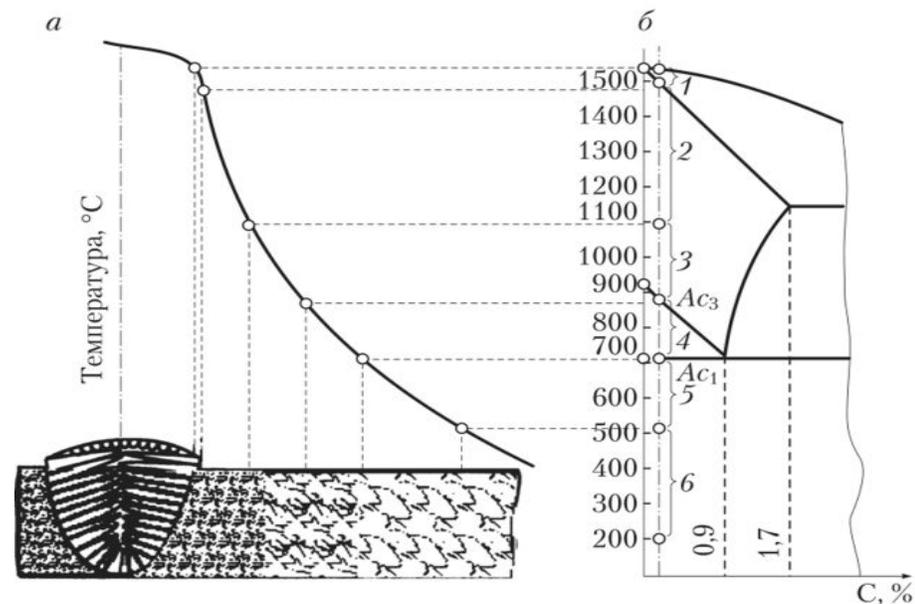


Рисунок 1. Температурные границы участков зоны термического влияния свариваемого металла: а — изменение температуры в зоне сварного соединения; б — участок диаграммы Fe-C (участки: 1 — неполного расплавления; 2 — перегрева; 3 — нормализации; 4 — неполной перекристаллизации; 5 — рекристаллизации; 6 — синеломкости)

Для кристаллизации необходимо, чтобы процесс был термодинамически выгоден системе и сопровождался уменьшением свободной энергии системы. Температура  $T_k$ , при которой практически начинается процесс кристаллизации, называется фактической температурой кристаллизации.

Охлаждение жидкости ниже равновесной температуры называется переохлаждением, которое характеризуется степенью переохлаждения:  $\Delta T = T_t - T_k$  (рисунок 2). Чем выше скорость охлаждения, тем больше степень переохлаждения.

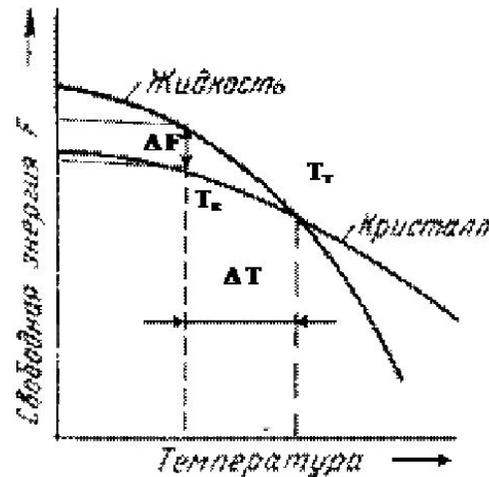
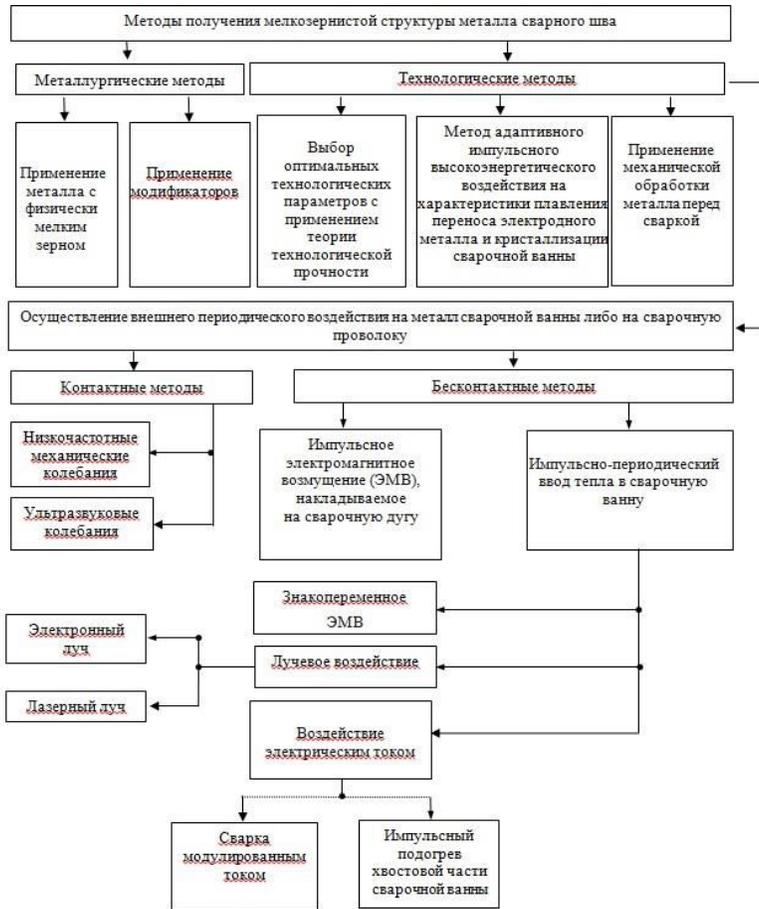


Рис 2. Изменение свободной энергии в зависимости от температуры

# Методы получения мелкозернистой структуры



## Электромагнитное перемешивание

Известно, что на формирование структуры затвердевающего металла оказывает существенное влияние его внутреннее движение. Эффективным способом возбуждения вынужденного перемешивания расплава является электромагнитное воздействие. Оно позволяет управлять состоянием расплава путем регулирования параметров внешнего магнитного поля.

Применение электромагнитного перемешивания основано на создании в электропроводящих металлорасплавах силовых полей поддемоторных сил и контроле вторичных гидродинамических эффектов. ЭМП металлорасплава при ЭШП путем принудительной циркуляции приводит к изменению ориентации и формы микрометаллополикристаллитов.

Получение мелкозернистой структуры является одной из основных задач управления кристаллизацией сварных швов и применение для этой цели принудительного перемешивания расплава сварочной ванны.

Вывод: Бесконтактные методы: ЭМВ, модулированный ток, лазерный и электронный луч, наиболее простые, а применяемое для их реализации оборудование является недорогим и простым в использовании.

Наиболее универсальным методом наложения внешних колебаний является применение электромагнитного поля, что обусловлено возможностью влиять на расплав ванны как низкой частотой, так и ультразвуковой.