

**Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение Саратовской
области Петровский агропромышленный лицей**

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛА

Процесс перехода из жидкого или газообразного состояния в твердое, в результате чего образуется кристаллическая решетка и возникают кристаллы, называется *кристаллизацией*.

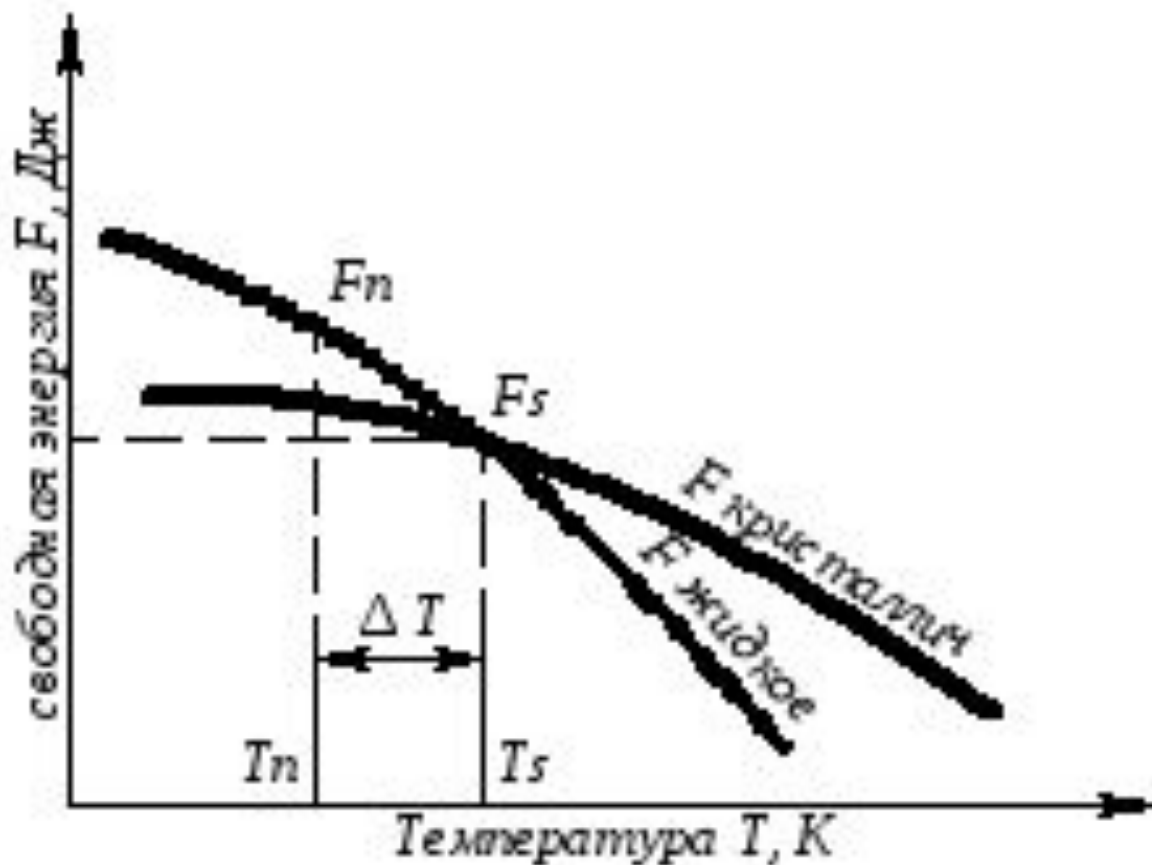
Энергетическое состояние системы, имеющей огромное число охваченных тепловым движением частиц (атомов, молекул), характеризуется особой термодинамической функцией (F), называемой **свободной энергией, которая определяется:**

$$F = U - TS,$$

- где U – внутренняя энергия системы;
- T - абсолютная температура;
- S - энтропия

Можно сказать, что чем больше свободная энергия системы, тем система менее устойчива, и если имеется возможность, то система переходит в состояние, где свободная энергия меньше.

С изменением внешних условий, например температуры, свободная энергия системы изменяется по сложному закону, но различно для жидкого и



Для начала кристаллизации необходимо, чтобы процесс был термодинамически выгоден системе и сопровождался уменьшением свободной энергии системы. Их кривых видно, что это возможно только

тогда, когда жидкость будет охлаждена ниже точки T_s .

Температура, при которой практически начинается кристаллизация, может быть названа *фактической температурой кристаллизации*.

Охлаждение жидкости ниже температуры кристаллизации называется *переохлаждением*.

Обратное превращение из кристаллического состояния в

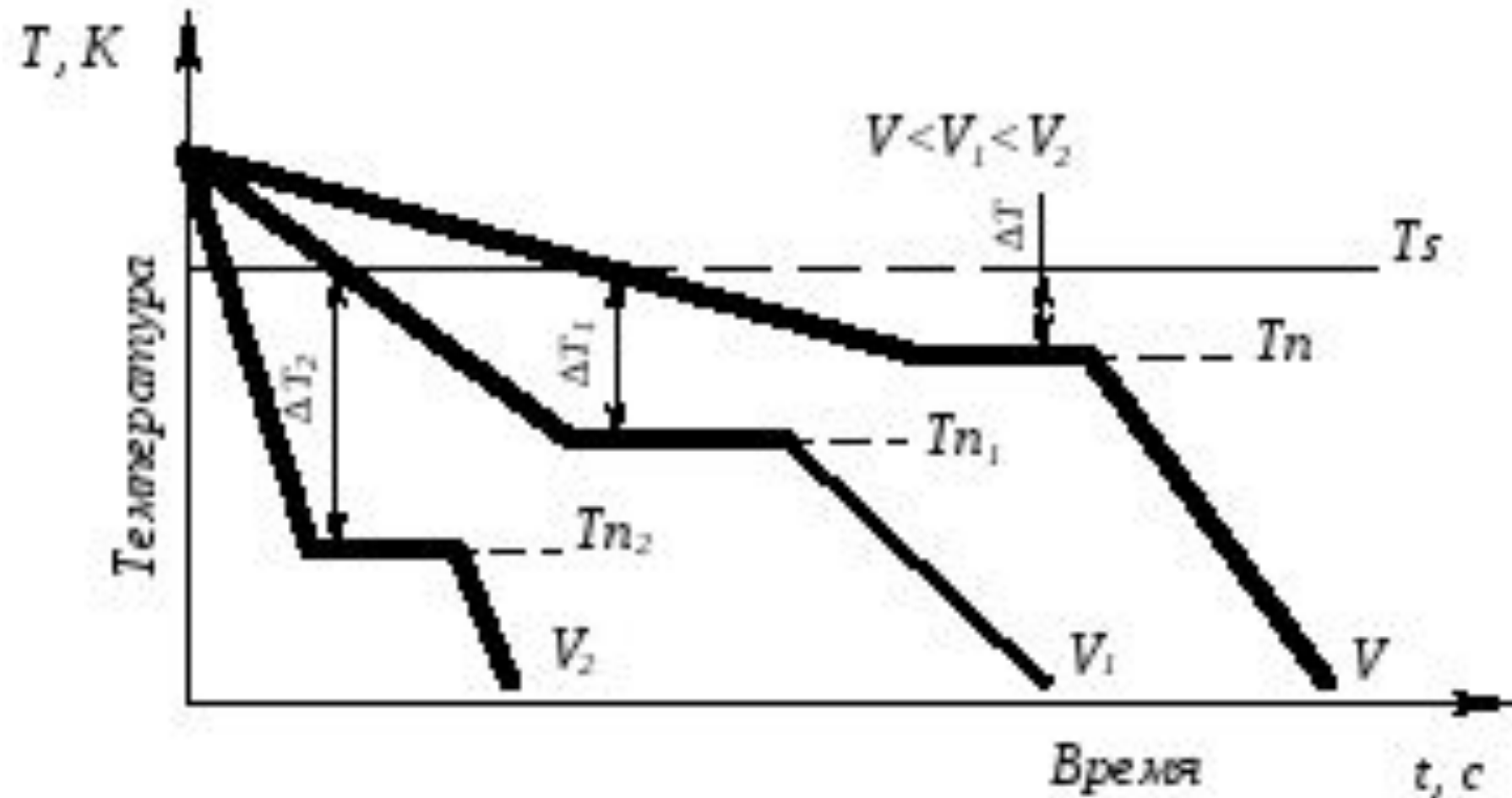
Величиной или степенью переохлаждения называют разность между теоретической и фактической температурами кристаллизации

$$T = T_s - T_{\phi}$$

Процесс перехода металла из жидкого состояния

в кристаллическое можно изобразить кривыми в

координатах время – температура.



Охлаждение металла в жидком состоянии сопровождается плавным понижением температуры и может быть названо простым охлаждением, так как при этом нет качественного изменения состояния. При достижении температур кристаллизации на кривой температура – время появляются горизонтальные площадки, так как отвод тепла компенсируется выделяющейся при кристаллизации *скрытой теплотой*

МЕХАНИЗМ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Процесс кристаллизации состоит из двух элементарных процессов. Первый процесс заключается в зарождении мельчайших частиц

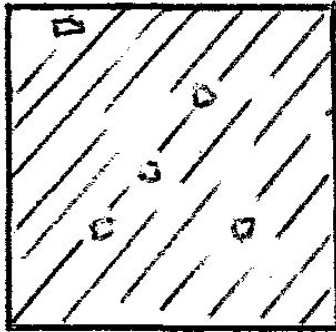
кристаллов, которые называются *зародышами*

или центрами кристаллизации. Вторым процесс

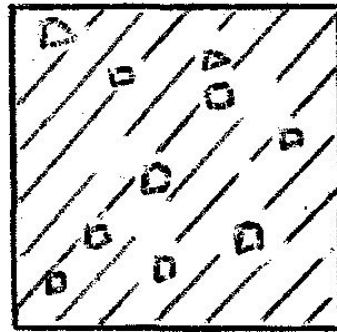
состоит в росте кристаллов из этих центров.

Модель кристаллизации металла в первые 7

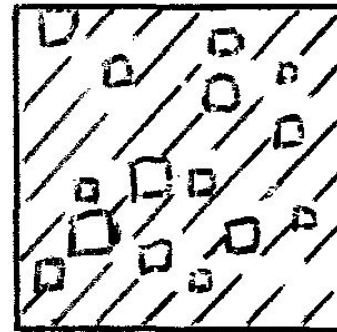
секунд охлаждения представлена *схемой*



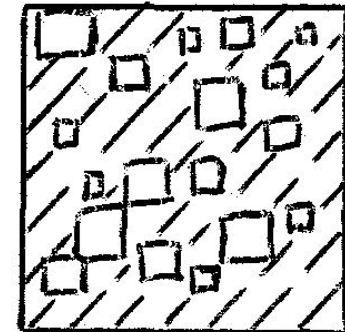
1c



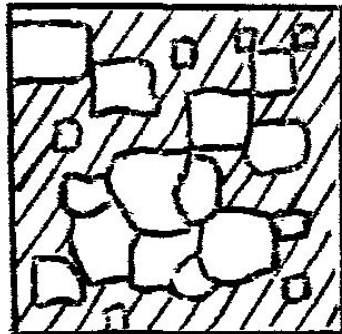
2c



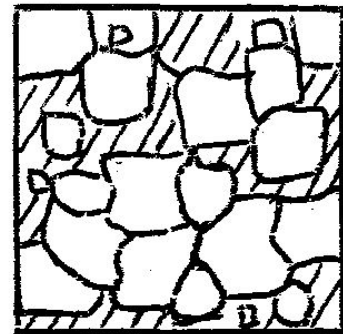
3c



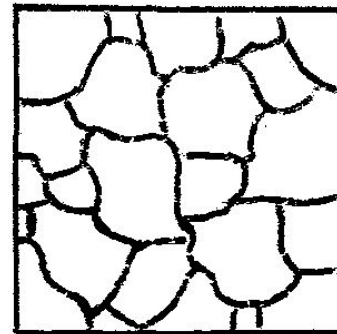
4c



5c

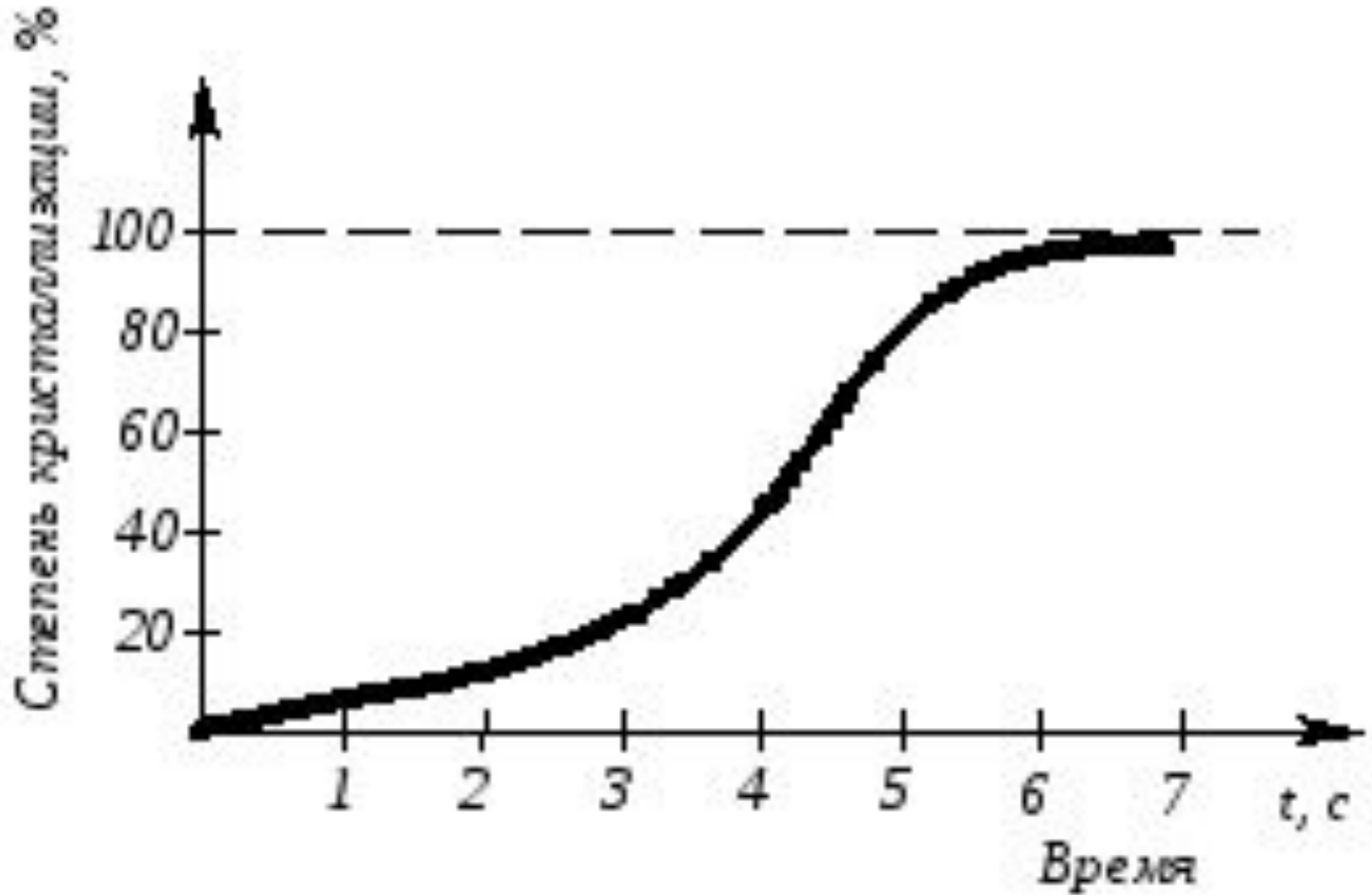


6c



7c

Схема процесса кристаллизации



Кинетическая кривая кристаллизации

По мере развития кристаллизации в нем участвуют все большее и большее число кристаллов. Поэтому процесс вначале ускоряется, пока в какой-то момент

взаимное столкновение растущих кристаллов начинает заметно препятствовать их росту. Рост кристаллов замедляется еще и потому, что количество жидкости, в которой образуются новые кристаллы, становится все меньше. В процессе кристаллизации, пока кристалл окружен жидкостью,

он часто имеет правильную форму, но при столкновении и срастании кристаллов их правильная

форма нарушается. Внешняя форма кристалла оказывается зависимой от условий

Скорость всего процесса кристаллизации количественно определяется двумя величинами: скоростью зарождения центров кристаллизации и скоростью роста кристаллов.



Величины оптимального переохлаждения до достижения максимальной скорости кристаллизации (СК) и до образования максимального числа центров кристаллизации (ЧЦ) не совпадают.

Размер образовавшихся кристаллов зависит от соотношения СК и ЧЦ. При большом значении СК и

малом значении ЧЦ образуется мало крупных кристаллов. При малых значениях СК и больших ЧЦ

образуется большое число мелких кристаллов.

Минимальный размер способного к росту

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!