

Л. Б. БЕРЕЖИАНИ, В. М. БЕРЕЖИАНИ

**О МЕХАНИЗМЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ ФАЗ
ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ**

(Представлено академиком Н. В. Беловым 22 XII 1972)

Выделение избыточных фаз при кристаллизации оказывает влияние на структуру и свойства кристаллических веществ. В большинстве случаев выделение избыточных фаз сопровождается снижением прочности, плотности, коррозионной стойкости, повышением хрупкости и др. Изучению процессов выделения избыточных фаз в особенности в металлах и сплавах посвящено большое количество работ. Однако почти все они рассматривают влияние различных факторов на ход этих процессов и практически не затрагивают вопросов, касающихся механизма этого явления.

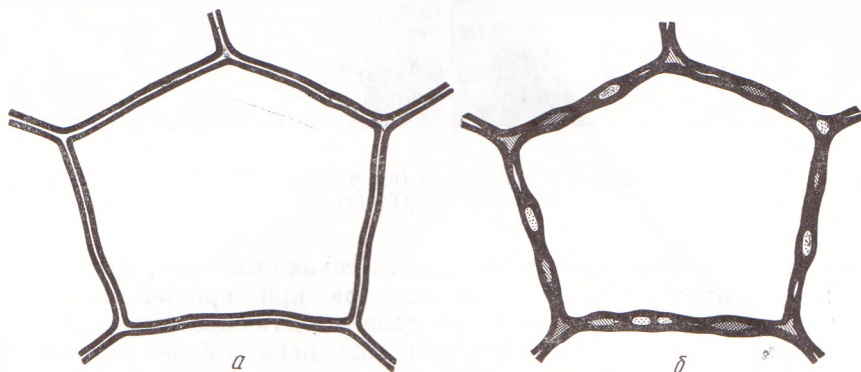


Рис. 1. *а* — схема кристалла, окруженного пустотной прослойкой; *б* — пустотные прослойки заполнены выделениями избыточных фаз, газов

В результате изучения конечных стадий процесса кристаллизации расплавов (^{1, 2}) было установлено, что в межкристаллических объемах происходит возникновение очагов разрежения, которые в идеальном случае могут вызвать образование сложной, взаимосвязанной системы пустотных прослоек, схватывающих кристаллы (рис. 1*а*). Однако в реальных условиях возникновение очагов разрежения нарушает ход процесса кристаллизации и инициирует выделение находящихся в расплавах газов, специальных добавок и примесей. В результате этого в очагах разрежения начинается выделение избыточных фаз и примесей, которые в дальнейшем в значительной мере перерастают эти объемы (рис. 1*б*).

Выделение избыточных фаз в металлических сплавах вызывает понижение концентрации твердого раствора, сопровождающееся изменением периода его кристаллической решетки и уменьшением прочности и твердости сплавов. Изучение процессов возникновения очагов разрежения позволило разработать способы борьбы с этим явлением путем ведения процессов кристаллизации под возрастающим давлением жидкой фазы (в.д.ж.ф.). В работах (^{4, 5}) было показано, что путем кристаллизации под в.д.ж.ф. уже при давлениях порядка 6 кг/см² возможно повышение прочности до двух

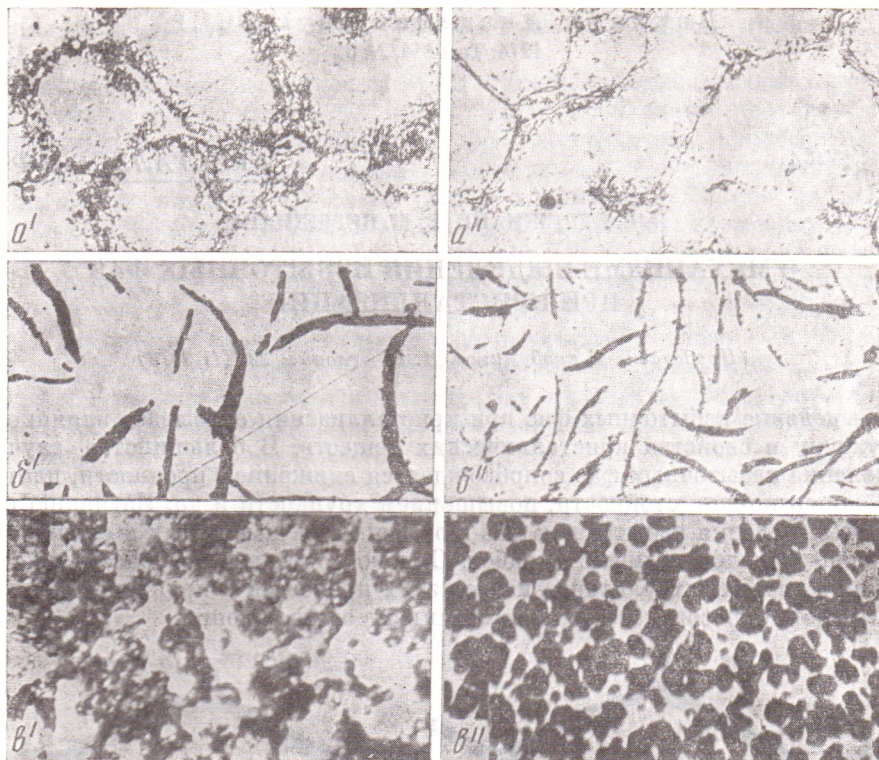


Рис. 2. Микроструктура дуралюмина Д-16 (а), чугуна СЧ-3 (б), стали Р-18 (в). 200× (а, б), 400× (в)

раз при одновременном повышении пластических свойств от трех до четырех раз. В ⁽³⁾ отмечалось, что наблюдаемое при кристаллизации под в.д.ж.ф. повышение прочности сплавов должно быть обусловлено не только уменьшением объема микропустот, но и сохранением более высокой концентрации твердого раствора, вследствие торможения процессов выделения.

С целью выявления участия очагов разрежения в процессах выделения избыточных фаз были проведены микроструктурные исследования образцов, закристаллизованных обычным методом, и образцов, закристаллизованных под в.д.ж.ф., где возникновение очагов разрежения в значительной степени заторможено.

На рис. 2 представлены микрофотографии образцов. Рис. 2а' — образец литого дуралюмина, закристаллизованный в обычных условиях, с твердостью $H_B=90$; рис. 2а'' — образец, закристаллизованный под в.д.ж.ф. при давлении $P=6$ кг/см² и времени выдержки под этим давлением $\tau=15$ мин, твердость этого образца $H_B=114$; рис. 2б', б'' — микрофотографии литого чугуна; твердость чугуна при кристаллизации в.д.ж.ф. возрастает с $H_B=190$ до $H_B=221$ при давлении жидкой фазы 4 кг/см² и времени выдержки $\tau=5$ мин; рис. 2в', в'' — микрофотографии быстрорежущей стали; твердость при кристаллизации под в.д.ж.ф. возрастает от $R_C=56$ до $R_C=65$ при давлении жидкой фазы 5 кг/см² и времени выдержки $\tau=10$ мин.

Из приведенных микрофотографий видно, что кристаллизация под в.д.ж.ф. тормозит процесс выделения интерметаллидов, графита, карбида и других избыточных фаз.

Правильность данных микроструктурных исследований подтверждается значениями твердости образцов: несмотря на идентичность температуры заливки сплавов и размеров изложниц, твердость образцов, закристаллизо-

ванных под в.д.ж.ф. всегда выше твердости образцов, полученных обычным методом.

Измерение периода кристаллической решетки образцов сплава Д-16, полученных обычным методом и методом кристаллизации под в.д.ж.ф., показало расхождение в 0,0006 Å, что подтверждает представление о том, что при кристаллизации под в.д.ж.ф. тормозятся процессы выделения примесей и избыточных фаз и, следовательно, сохраняется более высокая концентрация твердого раствора.

Результаты выполненных исследований показывают, что возникающие при кристаллизации из расплавов очаги разрежения играют существенную роль в процессах выделения избыточных фаз, газов и примесей. Разработанный метод кристаллизации под в.д.ж.ф. в определенной мере тормозит образование очагов разрежения и позволяет повысить прочностные и пластические свойства металлов и сплавов.

Институт металлургии
Академии наук ГрузССР

Поступило
20 XII 1972

Грузинский политехнический институт
им. В. И. Ленина

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Л. Б. Бережiani, В. М. Бережiani, ДАН, 206, № 2, 341 (1972). ² В. М. Бережiani, Л. Б. Бережiani, II Всесоюз. совещ. по метастабильным состояниям в сплавах, Тез., Сухуми 5-8 октября, 1968. ³ Л. Б. Бережiani, В. М. Бережiani, Ц. С. Начкебия, Тр. Груз. политехн. инст. им. В. И. Ленина, 143, в. 3, 50 (1971). ⁴ Л. Б. Бережiani, В. М. Бережiani и др., Сообщ. АН ГрузССР, 67, № 2, 385 (1972). ⁵ Л. Б. Бережiani, В. М. Бережiani, XVII Юбилейная научно-технич. конфер. Груз. политехн. инст. им. В. И. Ленина, Сборн. аннотаций, Тбилиси, 1972.