

ПЕРСПЕКТИВЫ МИКРОМЕТАЛЛУРГИИ

Зарина Шамилевна Минебаева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающаяся, тел. (913)956-82-09, e-mail: mzarina-s@mail.ru

Татьяна Вячеславовна Ларина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)707-87-53, e-mail: larina_t_v@mail.ru

В данной работе рассмотрены особенности свойств быстрой и сверхбыстрой кристаллизации. Благодаря микрометаллургии, базовая технология позволяет в быстром порядке восстанавливать пары трения машин и механизмов методом выращивания на поверхности трения защитного слоя с уникальными свойствами, придающими механизмам ранее недоступные эксплуатационные характеристики. Цель данного исследования – изучить процесс кристаллизации, сравнить быструю и медленную кристаллизацию, обосновать значимость микрометаллургии в наши дни.

Ключевые слова: микрометаллургия, кристаллизация, жидкая штамповка, кристаллиты, пуансон, гидравлический пресс, однородный пресс

PROSPECTS FOR MICROMETALURGY

Zarina Sh. Minebaeva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plahotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (913)956-82-09, e-mail: mzarina-s@mail.ru

Tatiana V. Larina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plahotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Senior Lecturer, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)707-87-53, e-mail: larina_t_v@mail.ru

In this paper, features of fast and ultrafast crystallization properties are considered. Thanks to micrometallurgy, the basic technology makes it possible to quickly restore friction pairs of machines and mechanisms by growing a protective layer on the friction surface with unique properties that give mechanisms previously inaccessible operational characteristics. The purpose is to study the crystallization process, to give a description of crystallization, and to compare fast and slow crystallization, to substantiate the importance of micrometallurgy today.

Keywords: micrometallurgy, crystallization, liquid stamping, crystallites, punch, hydraulic press, homogeneous press

Введение

Актуальность данной темы объясняется химическими процессами, протекающие в живых организмах, контролируемые ферментами. Они играют важней-

шую роль в жизнедеятельности всех живых существ на планете, и, в особенности, человека.

Цель работы: Изучить процесс быстрой и сверхбыстрой кристаллизации.

Задачи:

- изучить источники информации по данной теме;
- дать описание кристаллизации;
- сравнить быструю и медленную кристаллизацию;
- обосновать значимость микрометаллургии в наши дни.

Методы и материалы

Микрометаллургия в настоящее время обладает собственной историей. В 1934 – 1935 гг. в Институте прикладной физики при Ленинградском университете началось промышленное использование токов высокой частоты для плавки, закалки и пайки металлов.

Талантливый исследователь в области металлургии Алексей Васильевич Улитовский использовал плавку небольшого количества металла с целью получения токов высокой частоты на радиочастотных промежутках коротких волн. В небольшой мастерской на самодельном оборудовании способом жидкой штамповки чугуна получали небольшие детали. Именно этот метод изготовления изделий из жидкого металла академик Иван Павлович Бардин назвал микрометаллургией [1–7].

Штамповка – это процесс, состоящий в обработке давлением холодного либо теплого сплава, который в конечном результате протекания пластической деформации обретает установленную конфигурацию.

Штамповка из жидкого сплава представляет собой современную технологию, позволяющую извлекать поковки с уменьшенными припусками на механическую шлифовку, с выходом годного пресс-остатка согласно жидкому сплаву вплоть до 95-98 %, со значительными физико-механическими, а также эксплуатационными качествами. Данная процедура является промежуточным состоянием между литьем под давлением и классической горячей штамповкой, также совмещает в себе достоинства как литейного изготовления, так и штамповочного изготовления.

Суть данной технологии литья состоит в том, что мерная часть сплава заливается в железную форму 3, а уже после в зеркало сплава 1 поступает под давлением прессованный пуансон 2 гидромеханического пресса, а также под его воздействием сплав в принудительном порядке выдавливается вверх (см. рис. 1). По завершении формообразования влияние прессующего пуансона переходит в верхние торцы заготовки и на ее внутреннюю поверхность, с целью уплотнения в ходе кристаллизации сплава. Выдержанность сплава под давлением не прекращается вплоть до абсолютного затвердевания; далее деталь 4 выдвигается из формы, и цикл повторяется.

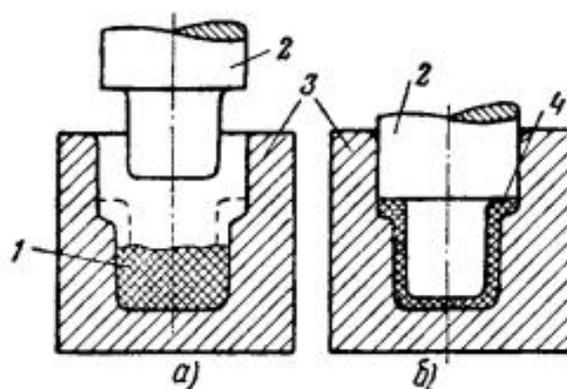


Рис. 1. Схема жидкой штамповки

Переход из жидкого состояния в твердое называют кристаллизацией. Процессы кристаллизации идут по-разному в зависимости от температуры и происходят во времени, по этой причине кривые охлаждения строятся в координатах «температура – время».

Процесс кристаллизации состоит из двух этапов. Первый этап называется зарождением кристаллов, а второй этап – рост кристаллов из центра.

При переохлаждении сплава ниже температуры T_w на многих участках жидкого металла возникают кристаллические зародыши:

1) сформировавшиеся кристаллы увеличиваются легко и также обладают правильной геометрической формой;

2) при соприкосновении растущих кристаллов их правильная форма нарушается, так как в этих участках рост граней прекращается;

3) рост кристалла продолжается в тех направлениях, где есть свободный доступ жидкого металла;

4) кристаллы, обладавшие сперва геометрически правильной формой, уже после затвердевания приобретают неправильную форму (их называют кристаллитами, или зернами).

При рассмотрении медленной кристаллизации выделяются 4 состояния (см. рис. 2):

– состояние 1. Молекулы вещества и примеси находятся в растворе, окружены молекулами растворителя;

– состояние 2. Температура понижается, молекулы вещества начинают собираться в кристаллы. Зарождаются центры кристаллизации;

– состояние 3. Температура понижается, молекулы вещества продолжают собираться в кристаллы. Молекулы примеси пытаются встроиться в кристаллическую решетку вещества, однако, их геометрия неблагоприятна. Этот процесс обратимый, в результате молекулы примеси возвращаются в раствор, а их место занимают молекулы вещества с благоприятной конфигурацией;

– состояние 4. Температура достигает комнатной, практически все вещество оказалось в виде кристаллов, а примеси остались в растворе. Кристаллизация окончена.

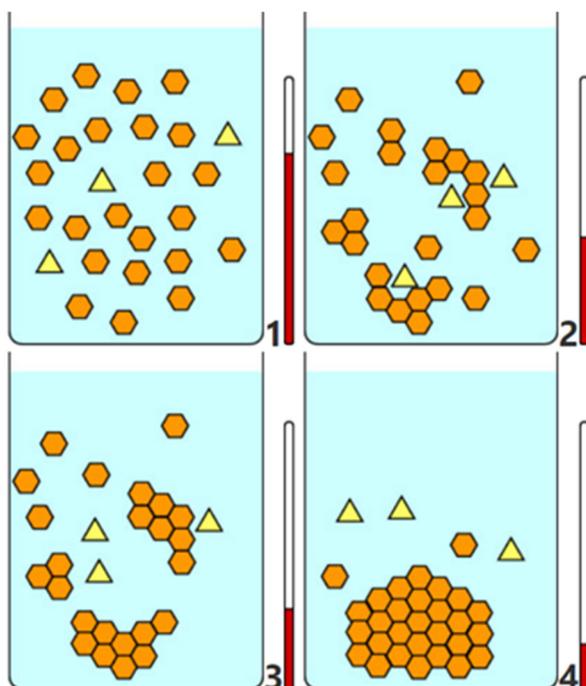


Рис. 2. Медленная кристаллизация

Теперь посмотрим, что происходит при быстрой кристаллизации, то есть, если сразу охладить раствор при помощи льда (см. рис 3):

- состояние 1. Молекулы вещества и примеси находятся в растворе, окружены молекулами растворителя;
- состояние 2. Температура резко понижается, молекулы вещества быстро собираются в кристаллы, захватывая молекулы примеси;
- состояние 3. Температура достигает комнатной, практически все вещество оказалось в виде кристаллов, причем значительное количество примеси находится внутри кристаллов. Кристаллизация окончена. Продукт загрязнен.

По итогам данного исследования можно сделать вывод о том, что быстрая кристаллизация отличается от медленной тем, что данный процесс занимает гораздо меньше времени.

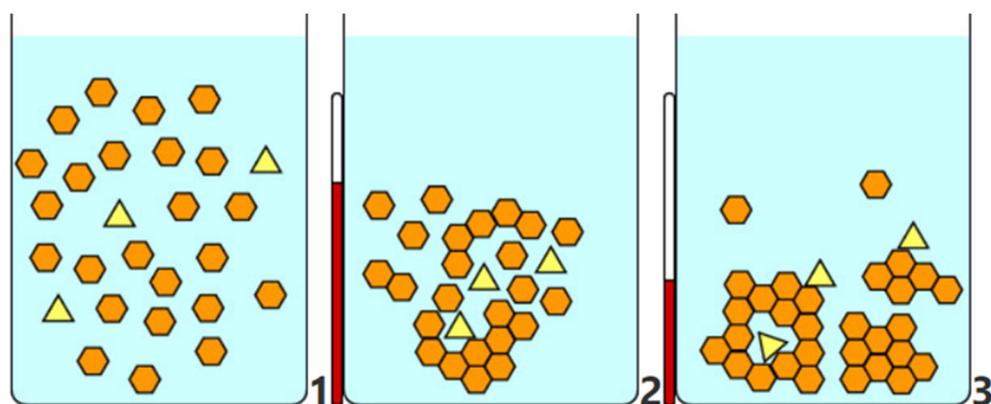


Рис. 3. Быстрая кристаллизация

Микрометаллургия проникла в сферу плавки металла: сформированы лабораторные установки с целью получения редких металлов; масса плавки не превышает десятков граммов. Это еще только начало, но уже сейчас, не вскрывая вакуум-камеру, создают большое количество плавок [8–11].

Заключение

Новый процесс обеспечивает получение плотных однородных слитков многокомпонентных сплавов из порошкообразного прессованного материала. Чистота готового сплава не ниже чистоты исходных металлов.

Уже сейчас микрометаллургия дает гарантию значительной экономии дорогостоящих материалов и высокого качества продуктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болобов В.И. Безопасность применения титана в автоклавных процессах цветной металлургии с применением газообразного кислорода. – СПб.: Лань, 2015. – 144 с.
2. Бужков С.А. Правовое регулирование труда в металлургии: учеб. пособие – М.: LAP, 2012. – 200 с.
3. Гизатулин Р., Валуев Д. Внепечная обработка стали в металлургии: учеб. пособие – М.: 2013. – 388 с.
4. Ершов Е., Варфоломеев И. Нейро-нечеткое управление многосвязными объектами в металлургии. – М.: LAP, 2014. – 168 с.
5. Ибраев И.И., Ибраева О.Т. Вторичные энергоресурсы в металлургии: учеб. пособие – М.: LAP, 2014. – 68 с.
6. Кебалова Л.А., Макоев Х.Р. Экологические проблемы цветной металлургии: учеб. пособие – М.: LAP, 2012. – 124 с.
7. Колбасинский Д.В. Информационные технологии в цветной металлургии: учеб. пособие – М.: LAP, 2012. – 200 с.
8. Леушин И.О. Моделирование процессов и объектов в металлургии: учеб. пособие – М.: Форум, Инфра-М, 2013. – 208 с.
9. Сидоров В.В., Каблов Д.Е., Ригин В.Е. Металлургия литейных жаропрочных сплавов. Технология и оборудование: учеб. пособие. – М.: ВИАМ, 2016. – 368 с.
10. Соколова Е.Н., Борисова А.О., Давыденко Л.В. Материаловедение. Лабораторный практикум. – М.: Академия, 2012. – 128 с.
11. Соколовская Е.Г, Мальцев Г.П. Медные композиции для порошковой металлургии. – М.: LAP, 2013. – 156 с.

© З. Ш. Минебаева, Т. В. Ларина, 2021