



*The character of melt moving in a crystallizer and the billet formation mechanism during vertical continuous casting of wire from non-ferrous and precious metals are described in the article.*

В. А. ХАРЬКОВ, ИТМ НАН Беларуси

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОВОЛОКИ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ЛИТЬЕ

УДК 621.74.047

В работах [1,2] описана установка непрерывного вертикального литья проволоки из цветных и драгоценных металлов. Отличительными особенностями литья проволоки на указанном оборудовании по сравнению с литьем заготовок среднего и большого диаметра являются:

- подача жидкого расплава — непосредственно из плавильной печи;
- скоротечность цикла вытягивания затвердевшей отливки.

Область кристаллизации слитка можно разделить на три зоны (рис. 1): *I* — зона жидкого расплава; *II* — двухфазная зона; *III* — затвердевший слиток. Величина двухфазной зоны зависит от материала отливки и разницы между температурами ликвидус и солидус.

Движение расплава в рабочей полости кристаллизатора затруднено пониженной жидкотекучестью при температурах, близких к температуре кристаллизации, и малым проходным диаметром формообразующего отверстия кристаллизатора.

Извлечение затвердевшего слитка осуществляется циклически (движение — остановка). В момент начала движения происходит отрыв твердого слитка в области двухфазной зоны (рис. 2, б) и зависание остальной части вследствие низкой жидкотекучести. В этот момент прекращается отвод тепла за счет теплопроводности отливки от зависшей части и начинается ее разогрев за счет расплава находящегося над ней. В результате происхо-

дит проплавление оставшейся части двухфазной зоны и заполнение свободного пространства кристаллизатора, образовавшегося при вытягивании слитка (рис. 2, в). Далее начинается затвердевание новой порции металла и образование двухфазной зоны (рис. 2, а).

Такая схема заполнения и кристаллизации слитка характерна для малых диаметров от 3 до 8 мм. При литье такой проволоки величина рывка очень мала и не превышает диаметра отливки. При увеличении рывка происходит обрыв и на слитке наблюдаются неспаи (рис. 3, б).

Время остановки определяется в зависимости от диаметра и материала отливаемой проволоки. Так, для чистых металлов и эвтектических сплавов (медь, ЗлСрМ 585-80) время остановки составляло 0,5 — 0,7 с, а для припоев (ПОС-60, ПСр-70) — 0,7 — 1,0 с (см. таблицу). Увеличение времени остановки обусловлено, вероятнее всего, тем, что эти металлы имеют малую прочность в горячем состоянии и отрыв слитка происходит в нижней части двухфазной зоны. Следовательно, времени на ее проплавление необходимо больше. Это вызывает уменьшение линейной скорости литья для припоев по сравнению с другими металлами и сплавами [2].

Кристаллизация проволоки диаметром 10 мм происходит с образованием корки твердого металла в виде лунки. В процессе вытяжки корка движется вместе с отливкой и свободное простран-

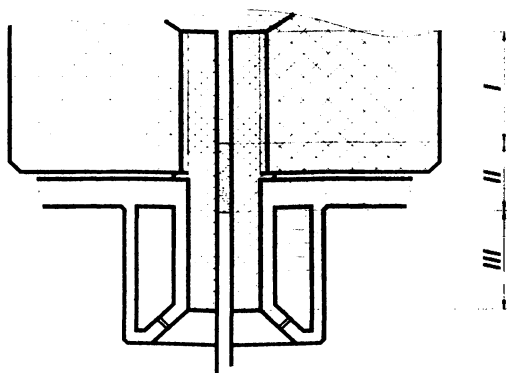


Рис. 1. Схема расположения фаз в кристаллизаторе

Технологические параметры литья проволоки

Материал	Диаметр, мм	Время остановки, с	Шаг вытяжки, мм
Медь	3	0,7	2,7
	4	0,5	3,8
	5	0,5	2,4
ЗлСрМ 585-80	3	0,7	3,6
	4	0,5	2,8
	5	0,5	2,8
ПСр-70	6	0,8	1,0
Алюминий	6	1,0	5,0
	10	1,7	15,0

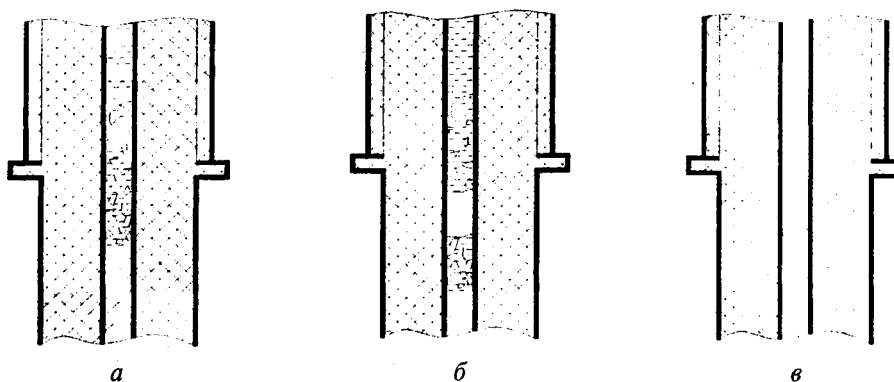


Рис. 2. Схема формирования отливки во втулке кристаллизатора

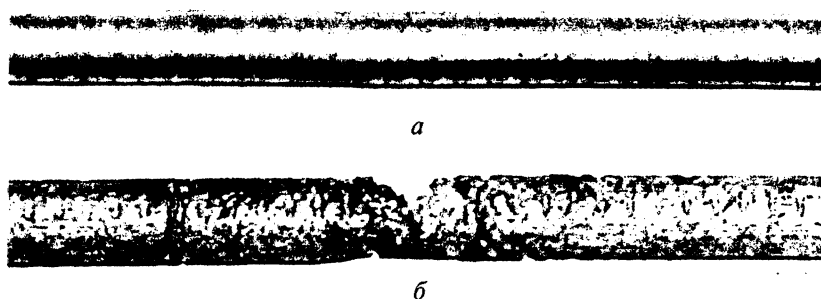


Рис. 3. Проволока диаметром 4 мм: *а* — без дефектов; *б* — с неспаями

ство тут же заполняется расплавом. Во время остановки происходит зарастание старой лунки и формирование новой.

Затвердевание отливки диаметром 10 мм происходило при более интенсивном теплоотводе в радиальном направлении за счет уменьшения толщины стенки графитовой втулки и сопровождалось образованием лунки. Эти факторы совместно с повышенным проходным диаметром кристаллизатора позволили значительно увеличить шаг вытягивания (см. таблицу), линейная скорость литья при этом составила около 200 мм/мин.

В настоящее время в Институте технологии металлов НАН Беларуси проводятся работы по созданию оснастки для непрерывного литья полосы размерами 20 × 5 мм из цветных и драгоценных металлов.

### Литература

1. Марукович Е. И., Земцов В. А., Харьков В. А. и др. Разработка установки непрерывного литья заготовок для ювелирного производства // *Литье и металлургия*. 2000. № 1. С. 37–38.
2. Марукович Е. И., Харьков В. А. Оборудование для непрерывного литья проволоки // *Литье и металлургия*. 2001. №2. С. 79–81.