

03;05.3;12

©1993

О КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

В.С.Шкляр, М.Б.Солодкин

В последние годы опубликован ряд исследований, свидетельствующих о влиянии внешнего электростатического поля на процессы, протекающие при кристаллизации металла [1,2]. Известно, что внешнее электростатическое поле в идеальный проводник не проникает. Поэтому экспериментальное исследование этого явления представляет интерес.

Для определения влияния внешнего электрического поля на кристаллизацию металла выполнены исследования затвердевания олова марки "ч". Навеска металла (~ 35 г) в фарфоровом тигле нагревалась до 260° С, а затем расплав охлаждался на воздухе при температуре $21 \pm 0.5^\circ$ С. Температура расплава измерялась ртутным термометром установленным в центре тигля. Потенциал $\varphi = \pm(0 \dots 15)$ кВ подавался от высоковольтного источника ВИП-50 электродом в расплав. Вокруг тигля располагался второй электрод, который заземляли.

Измерения с каждым заданным потенциалом проводили трижды на свежих навесках олова, результаты усредняли.

На рис. 1 приведены некоторые из полученных экспериментально термограмм охлаждения олова.

Воздействие электростатического поля выразилось в сокращении времени затвердевания, уменьшении температуры фазового перехода и изменении величины переохлаждения. Изменение угла наклона линий охлаждения расплава и твердого олова связано с интенсификацией конвективного переноса тепла электрическим полем [3]. Однако увеличение коэффициента теплоотдачи не может объяснить полученное сокращение времени кристаллизации (рис. 2), особенно при малых напряжениях. Полученное сокращение времени, затвердевание можно объяснить только затратой большей части теплоты фазового перехода на образование границ зерен, т.е. на образование более мелкозернистой структуры затвердевшего металла.

Время затвердевания не зависит от знака потенциала, подаваемого на металл, а переохлаждение расплава существенно зависит от этого знака (рис. 3). Переохлаждение расплава — это "движущая сила" кристаллизации, тот градиент температур, который приводит к образованию за-

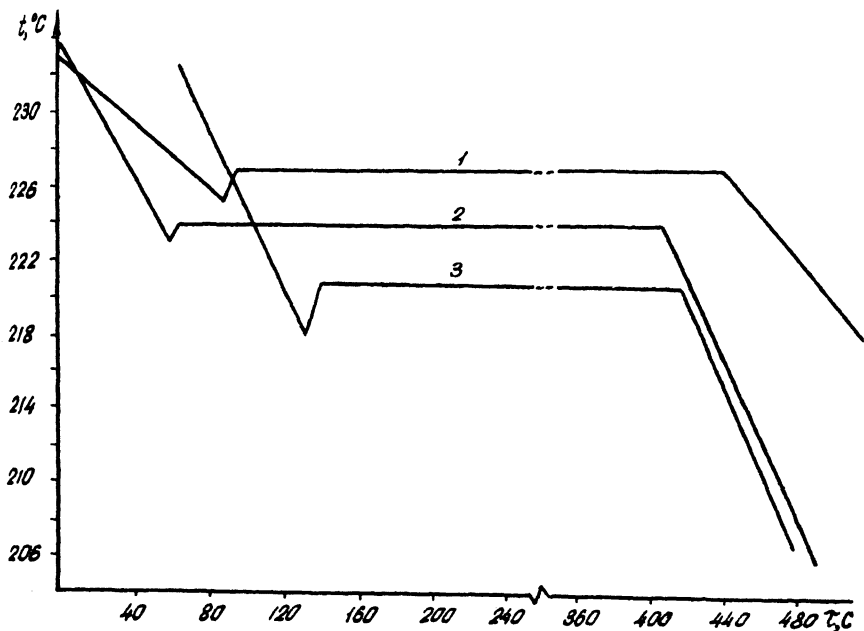


Рис. 1. Термограммы охлаждения олова. 1 — $\varphi = 0$, 2 — $\varphi = 3$ кВ, 3 — $\varphi = -14$ кВ.

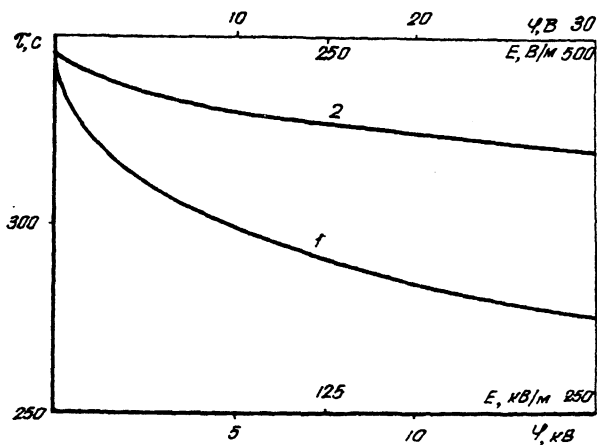


Рис. 2. Зависимость времени кристаллизации расплава от величины внешнего электрического поля. 1 — $3 \leq |\varphi| \leq 15$ кВ, 2 — $0 \leq \varphi \leq 30$ В.

родыша. Изменение величины переохлаждения свидетельствует о воздействии электростатического поля на заро-

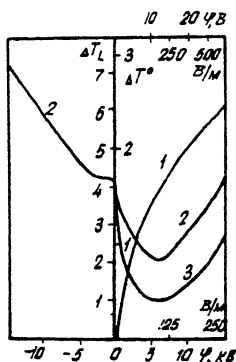


Рис. 3. Изменение температуры кристаллизации $\Delta T_L = T_L - T_L^E$ и переохлаждения расплава под воздействием внешнего электростатического поля. 1 — ΔT_L , 2 — ΔT° , 3 — ΔT° при $\varphi \leq 30$ В.

ждение кристаллов. Коль скоро для зарождения новой фазы требуется меньшее переохлаждение, то при тех же условиях внешнего теплообмена зарождается больше кристаллов и следует ожидать более мелкозернистого строения твердого металла.

Эксперименты показали, что в электрическом поле уменьшается температура кристаллизации на $33 \dots 7^\circ \text{C}$, причем при малых напряжениях это не ощущается. Снижение температуры фазового перехода I_L при этом может быть связано с изменением степени порядка расплава при кристаллизации (энтропии ΔS) или с уменьшением теплоты фазового перехода L , т.к.

$$\Delta S = \frac{L}{T_L}.$$

Изменение структуры металла, закристаллизовавшегося в электрическом поле, должно привести к изменению его физико-механических характеристик.

Полученные зависимости параметров кристаллизации металла от величины внешнего электрического поля могут быть использованы для разработки технологий, обеспечивающих повышение качества конструкционных металлов.

Список литературы

- [1] *Александров В.Д., Бражник В.П., Шкляр В.С.* Тезисы докладов 6-й Международной конференции по росту кристаллов, Т. 2. Рост из расплава. 1980. С. 4-5.
- [2] *Шкляр В.С.* // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 1989. № 4. С. 15-16.
- [3] *Болога М.К., Гросу Ф.П., Кожухарь И.А.* *Электроконвекция и теплообмен*. Кишинев: Штиинца. 1972. 320 с.

Донецкий политехнический
институт

Поступило в Редакцию
5 июля 1993 г.