

Р.И. ЕСЬМАН,
А.С. КАЛИНИЧЕНКО, кандидаты техн. наук,
М.А. АНТОНЕВИЧ, Э.Д. СЫЧИКОВ (БПИ)

К ОЦЕНКЕ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Ставилась задача оценить скорость охлаждения тонкого слоя расплава при его затвердевании на металлической подложке в процессе закалки из жидкого состояния. Процессы закалки из жидкого состояния позволяют получать изделия с микрокристаллической структурой, свободной от сегрегационных эффектов, и фиксировать аморфное состояние расплава [1]. Зная скорости охлаждения, можно оценить степень переохлаждения расплава перед кристаллизацией и возможность фиксирования его аморфного состояния.

На основе построенной математической модели охлаждения расплава при несимметричных граничных условиях 3-го рода был разработан алгоритм решения и написана ФОРТРАН-программа. По обобщенным результатам большого количества численных экспериментов построена номограмма, позволяющая связать между собой такие параметры, как толщина слоя охлаждающегося расплава δ , интенсивность теплоотвода α , начальная температура формы $T_{2,0}$ и скорость охлаждения ϵ .

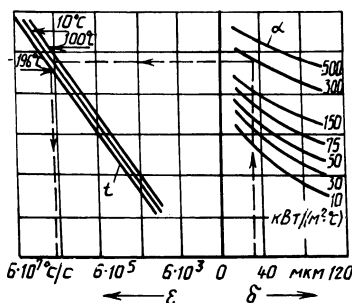


Рис. 1. Номограмма для определения скорости охлаждения расплава ϵ

На рис. 1 приведена номограмма для оценки скорости охлаждения расплава при литье на медном валке. Анализ показывает, что наиболее сильное влияние на скорость охлаждения расплава оказывают толщина слоя жидкого металла и интенсивность теплообмена. От начальной температуры валка скорость охлаждения зависит меньше, что согласуется с выводами работы [2]. При толщинах слоя расплава менее 40 мкм скорость охлаждения более чувствительна к изменениям технологических параметров процесса, выше 50 мкм наблюдается почти линейная зависимость скорости охлаждения от основных технологических параметров.

Расчеты по оценке скоростей охлаждения были проведены для различных материалов теплоотводящей поверхности. Установлено, что материал валка не оказывает существенного влияния на скорость охлаждения расплава только при толщине его слоя менее 20 мкм и значениях коэффициента теплоотдачи

от расплава к валку выше $300 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$. При толщинах более 50 мкм наблюдается значительная зависимость скорости охлаждения расплава от теплофизических свойств материала теплоотводящей среды. Показано удовлетворительное совпадение расчетных скоростей охлаждения и полученных в экспериментах, что подтверждает адекватность математической модели измерениям междендритного параметра образца.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработан метод оценки скорости охлаждения расплава при закалке из жидкого состояния, что позволяет определить степень переохлаждения затвердевающего объема перед кристаллизацией, а также оценить возможность фиксирования его аморфного состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. H. J. One s. Rapid Solidification of Metals and Alloys. — London, 1982. — 86 p. 2. М и р о ш н и ч е н к о И.С. Закалка из жидкого состояния. — М., 1982. — 168 с.

УДК 621.74:669-158.81

Э.А. ГУРВИЧ, Н.П. ЖМАКИН,
А.С. КАЛИНИЧЕНКО, кандидаты техн. наук,
Е.М. ТАЙЦ (БПИ)

ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ТОНКОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ЗАКАЛКЕ ИЗ ЖИДКОГО СОСТОЯНИЯ

Рассмотрим условия растекания капли расплава при охлаждении ее на металлической подложке в процессе закалки из жидкого состояния. Для удобства анализа возьмем вначале случай нахождения капли на неподвижной подложке (рис. 1, а). Действительная ее форма определяется силами поверхност-

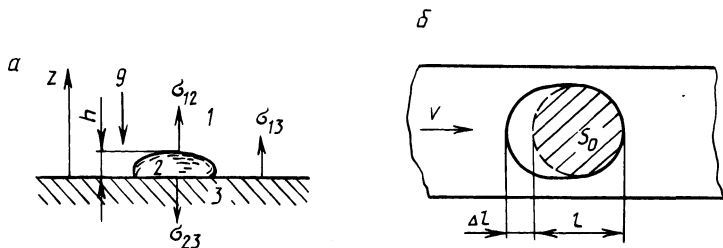


Рис. 1. Расчетная схема:
а — для неподвижной подложки; б — для движущейся подложки

ного взаимодействия между расплавом и подложкой σ_{23} , подложкой и воздухом σ_{13} , расплавом и воздухом σ_{12} , ускорением свободного падения g . Запишем уравнение для энергии:

$$E = E_g + E_\sigma. \quad (1)$$