

УДК 621.7-97

СОЗДАНИЕ ВЫСОКИХ СКОРОСТЕЙ ОХЛАЖДЕНИЯ АМОРФНЫХ МИКРООТЛИВОК

Юрий Олегович Фокин, Леонид Вячеславович Пастухов

*Студенты 5 курса,
кафедра «Литейные технологии»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научные руководители: А.Ю. Коротченко⁽¹⁾, С.Н. Поляков⁽²⁾,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Литейные технологии»⁽¹⁾,
доктор технических наук⁽²⁾,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

Главным недостатком существующих методов изготовления аморфных металлов является ограниченная номенклатура получаемых изделий. В связи с этим, в настоящее время, появляется потребность в создании установки для изготовления фасонных изделий из аморфных сплавов. Предполагается, что аморфные микроотливки из современных аморфных сплавов можно получить, создавая скорости охлаждения $10^3 - 10^4$ К/с. В основе работы такой установки могут быть использованы следующие методы:

- Охлаждение микроотливки интенсивной струей криогенной жидкости (жидкого азота).

Теплообмен между стенкой формы и охлаждающей средой вследствие турбулизации в граничном слое носит комбинированный характер и состоит из охлаждения пристеночных слоев жидкости за счет интенсивного парообразования с теплотой испарения 5.57 Дж/моль и принудительного конвективного охлаждения двухфазным потоком стенки формы. Интенсивность теплообмена при конвективном теплообмене в жидкости характеризуется числом Нуссельта:

$$\overline{Nu} = 0.664 \overline{Re}^{0.50} Pr^{0.33} \left(\frac{Pr}{Pr_w} \right)^{0.25}$$

Оценка эффективного значения коэффициента теплоотдачи:

$$\alpha_{эфф} = \alpha_0 \sqrt{1 + \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_0} \right)}$$

Для пузырькового кипения жидкого азота в состоянии насыщения при свободной конвекции полагают $\alpha_1 = 4,7 \cdot 10^4 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$

$$\alpha_0 = Nu \cdot \lambda / \delta_T = 18634 \cdot 0.14 / 0.26 \cdot 10^{-4} = 10^8 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

$$\alpha_{эфф} = 10^8 \sqrt{1 + \left(4.7 \cdot 10^4 / 10^8 \right)^2} \approx 10^8 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

- Охлаждение микроотливки в холодной медной изложнице (контактный теплообмен).

Для задачи контактного теплообмена большой интерес представляет вопрос формирования реальной площади касания и сближение при различных видах деформации микронеровностей. При охлаждении методом контактного теплообмена литейная форма будет подвергаться серьезным механическим воздействием, также

она должна обладать высокой теплопроводностью, поэтому форму целесообразно изготавливать из меди.

Относительная площадь контакта:

$$\eta = \frac{N}{3 \cdot S_H \cdot \sigma_T} = \frac{N}{3 \cdot 250 \cdot 258} = \frac{N}{193500}$$

$$\eta(50000) = \frac{1}{193500} \cdot 50000 = 0.25$$

Общая тепловая проводимость контакта складывается из термической проводимости мест фактического контакта и термической проводимости газового зазора:

$$\alpha_K = \alpha_C + \alpha_M = \frac{\lambda_C \cdot Y}{h_{01} + h_{02}} + 1.6 \cdot 10^4 \cdot \frac{\overline{\lambda_M}}{\psi_t \cdot \psi_k} \cdot \frac{p}{3 \cdot \sigma_B}$$
$$\alpha_K = \alpha_C + \alpha_M = \frac{3 \cdot 10^{-2} \cdot 2}{1.6 \cdot 10^{-6}} + 1.6 \cdot 10^4 \cdot \frac{400}{1.05 \cdot 0.33} \cdot \frac{200}{3 \cdot 394} =$$
$$= 37500 + 3125282 \approx 3.16 \cdot 10^6 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Литература

1. *А.В. Лыков*. Тепломассообмен. Справочник. – М.: Энергия, 1978.-480с.
2. *С.С. Кутателадзе*. Основы теории теплообмена. – М.: Атомиздат, 1979. – 416с.
3. *А.А. Гухман*. Применение теории подобия к исследованию процессов тепломассообмена. – М.: Высшая шк., 1974. – 327с.
4. *А.Н. Павленко, И.П. Стародубцева*. Переходные процессы при кипении, УДК 536.248. – Институт теплофизики СО РАН. – С. 32-41.
5. *Шлыков Ю.П., Ганин Е.А., Царевский С.Н.* Контактное термическое сопротивление. – М.: Энергия, 1977. – 328 с. Ил.
6. *И.В. Золотухин*. Аморфные металлические материалы. / И.В. Золотухин / Соросовский образовательный журнал, 1997. – №4 – С. 73-78.