

УДК 621.7-97

## АНАЛИЗ ВЕРОЯТНЫХ РЕЖИМОВ ОХЛАЖДЕНИЯ ОТЛИВКИ С АМОРФНОЙ СТРУКТУРОЙ

Юрий Олегович Фокин, Леонид Вячеславович Пастухов

*Студенты 6 курса*

*Кафедра «Литейные технологии»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.Ю. Коротченко,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Литейные технологии»*

Аморфные металлы и в частности объемные металлические стекла (ОМС) являются новым перспективным классом конструкционных материалов, обладающих рядом уникальных механических, электрических и магнитных свойств. Этим объясняется сравнительно большой объем их промышленного производства и множественность областей применения. До последнего времени эти материалы получались в виде тонких (толщиной  $< 100\mu\text{м}$ ) лент. В последние 10 лет удалось разработать объемные металлические стекла, получаемые при довольно низких ( $\leq 100\text{К/с}$ ) скоростях охлаждения расплава. От скорости охлаждения зависит толщина получаемого изделия, поэтому реализация требуемых скоростей охлаждения является важным фактором при изготовлении отливок из объемных металлических стекол.

Рассмотрены два механизма охлаждения, а именно:

- Охлаждение за счет контактного теплообмена горячей формы и массивного медного холодильника

Основной задачей для определения скорости охлаждения отливки при контактном теплообмене является расчет контактного термического сопротивления. Оно определяет потери температурного напора в соприкасающихся телах и равняется отношению приведенного перепада температуры на средних контактных плоскостях к плотности теплового потока:

$$R = \frac{1}{\alpha} = \frac{\Delta T}{q}$$

Тепловую проводимость контакта можно определить по формуле:

$$\alpha = 1,15 \cdot 10^4 \lambda_{eq} \left( \frac{P_n^2}{\Omega_b E T_{melt}} \frac{T_c}{K^2} \right)^{0,302},$$

Тепловая проводимость контакта зависит от номинального контактного давления  $P_n$ :

$$\begin{aligned} \alpha_{th,s}(P_n) &= 1,15 \cdot 10^4 \cdot 370,47 \left( \frac{P_n^2}{215 \cdot 123000} \frac{557,718}{1356,55} \cdot 9,375^2 \right)^{0,302} = \\ &= 7,218 \cdot 10^4 \cdot (P_n^2)^{0,302} \end{aligned}$$

- Охлаждение отливки интенсивной струей криогенной жидкости

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 и принудительного конвективного охлаждения двухфазным потоком стенки формы. В статье показано, что определяющим фактором является вынужденная конвекция двухфазным потоком.

Число Нуссельта:

$$Nu = 0.037 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.4} = 0.037 \cdot (2.875 \cdot 10^5)^{0.8} \cdot 20^{0.4} = 2.8 \cdot 10^3$$

Коэффициент теплоотдачи при струйном охлаждении:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{Re} = \frac{2.8 \cdot 10^3 \cdot 0.14}{6.5 \cdot 10^{-5}} = 4 \cdot 10^6 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{К}$$

### Литература

1. *А.Ю. Коротченко, С. Поляков, Ю.Баст, Ю.О. Фокин, Л.В. Пастухов.* Режимы охлаждения, обеспечивающие получение отливок с аморфной структурой // Литейное производство. 2013. №1, С.31-36.
2. *Ю.О. Фокин, Л.В. Пастухов.* Анализ условий получения микроотливок с аморфной структурой // Труды Всероссийской научно-технической конференции «Студенческая весна 2012: Машиностроительные технологии». – М.: МГТУ им. Н.Э Баумана.
3. *А.В. Лыков.* Тепломассообмен. Справочник. М.: Энергия, 1978. -480с.
4. *С.С. Кутателадзе.* Основы теории теплообмена. М.: Атомиздат, 1979. -416с.
5. *А.А. Гухман.* Применение теории подобия к исследованию процессов тепло-массообмена. М. Высшая шк., 1974. -327с.
6. *А.Н. Павленко, И.П. Стародубцева.* Переходные процессы при кипении, УДК 536.248. Институт теплофизики СО РАН, стр. 32-41.
7. *Шлыков Ю.П., Ганин Е.А., Царевский С.Н.* Контактное термическое сопротивление. М.: Энергия, 1977. 328с. с ил.