



Graphites for the molds of continuous casting units are investigated.

В. И. БАРАНОВ, Е. И. МАНУКОВИЧ, ИТМ НАН Беларуси

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГРАФИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРОВ УСТАНОВОК НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ

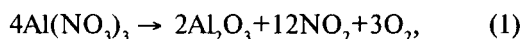
УДК 621.74.047

Графит обладает рядом достоинств: высокой теплопроводностью, хорошо обрабатывается, не требует смазки. Однако в процессе непрерывного литья графитовые кристаллизаторы достаточно быстро изнашиваются растворением их в жидком металле, окислением кислородом воздуха, механическим разрушением в результате трения кристаллизатора с извлекаемой отливкой.

Физико-механические свойства графитовых материалов повышают заполнением их пор определенными веществами с последующей термической обработкой.

Существуют решения разных авторов [1–4] по изготовлению графитовых кристаллизаторов для непрерывного литья, позволяющих увеличить их долговечность. Практическое использование этих решений достаточно сложно: высокая температура термической обработки, охлаждение по определенной программе, сложные пропиточные растворы и т. д.

В ИТМ НАН Беларуси разработан способ повышения износостойкости графитовых кристаллизаторов для установок непрерывного литья металлов [5], сущность которого заключается в следующем. Кристаллизатор пропитывается водным раствором азотнокислого алюминия $Al(NO_3)_3$ и затем нагревается до температуры $365^\circ C$. $Al(NO_3)_3$, удерживаемый графитом, разлагается:



NO_2 и O_2 отсасываются вытяжной вентиляцией, а в порах графита остается Al_2O_3 .

Исследовали стойкость графитовых материалов для изготовления кристаллизаторов механическому разрушению, самих кристаллизаторов растворению в жидком металле и окислению в процессе литья после их обработки описанным выше способом. Степень заполнения пор оксидом алюминия оценивалась параметром

$$\Delta P = \frac{P_{\text{кон}} - P_{\text{нач}}}{P_{\text{нач}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $P_{\text{нач}}$ — начальная масса образца (кристаллизатора); $P_{\text{кон}}$ — масса образца после термической обработки. Более высокое значение ΔP получали за счет многократных пропиток с термообработкой.

Образцы для исследования стойкости графита механическому разрушению изготавливали цилиндрической формы, наружным диаметром 56 мм, с внутренним отверстием диаметром 26 мм и высотой 52 мм. После пропиток и термообработок при достижении необходимого значения ΔP на наружной поверхности образцов фрезеровали "дорожки трения" 1 (рис. 1). Исследования проводили по схеме трения "втулка—вал". Образец 1 (рис. 2),

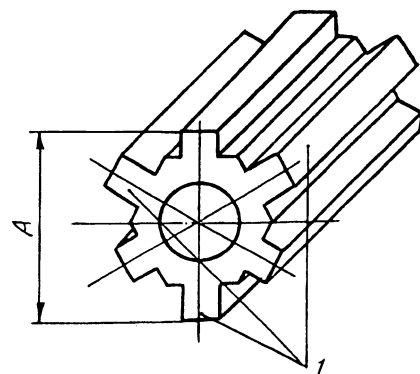


Рис. 1. Образец

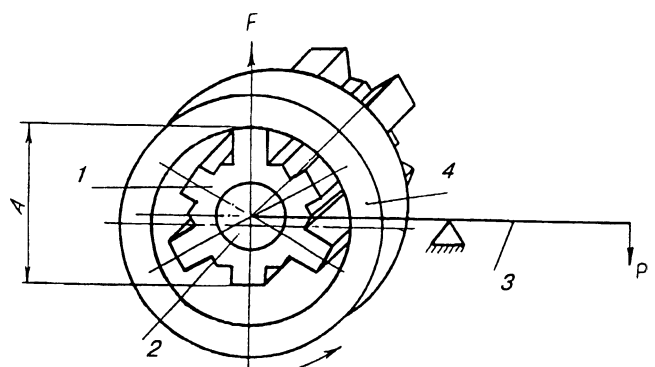


Рис. 2. Схема трения

установленный на оси 2, силой F через рычаг 3 прижимался к контртелу 4. При вращении контртела 4 происходило истирание образца 1. Величину износа определяли изменением размера A , измеряемого микрометром. Удельное давление F в зоне контакта контртела и образца изменялось силой P (на рычаг 3 навешивали разные грузы), площадь контакта составляла 1 см^2 .

Исследования проводили при сухом трении образца и контртела, газовая среда — воздух при температуре $20\text{--}24^\circ\text{C}$. Образец постоянно охлаждали проточной водой температурой $19\text{--}22^\circ\text{C}$. В процессе исследования индикаторным прибором измеряли внутренний диаметр контртела и таким образом контролировали его износ.

Исследовали графит МГ-1 при трении его с контртелом из чугуна СЧ25. Чистота поверхности трения контртела $R_a^{\text{к}}$ перед экспериментом составляла $0,8 \text{ мкм}$, образца — $R_a^{\text{о}} = 1,65 \text{ мкм}$. Исследования проводили при давлениях F , равных 2; 5; 10 и 15 кг/см^2 и скоростях относительного скольжения v образца и контртела 0,9; 1,5; 3,0 м/с. Значение ΔP для образцов составляло 0, 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 и 8,7%.

Показано, что с точки зрения стойкости механическому разрушению лучшим является графит МГ-1 с $\Delta P = 4,5\%$: при $v = 3 \text{ м/с}$ за 10 ч испытания величина износа (Δ) в 15, 11,3, 9,4, 6,0 раз (при соответствующем F) меньше, чем у МГ-1 необработанного ($\Delta P = 0\%$). Износ МГ-1 с $\Delta P = 0\%$ не зависит от скорости скольжения v , но зависит от удельного давления F : 0,15; 0,32; 0,56; 0,73 мм (при F , равном 2, 5, 10, 15 кг/см^2 соответственно). Износ обработанного графита зависит как от удельного давления F , так и от скорости v (табл. 1).

В процессе исследования износа контртел не установлено.

При тех же условиях истирания исследовали износостойкость МГ-1 при трении с контртелом из бронзы БрАЖ9-4 (рис. 3). В [6] отмечено, что все известные способы обработки графитов не улучшают антифрикционных свойств графитов при их работе по меди и ее сплавам. Заполнение пор МГ-1 Al_2O_3 меняет картину его износа. При $F = 15 \text{ кг/см}^2$ для образцов с $\Delta P > 2\%$ эффективность обработки резко падает и имеет место износ контртела.

Таблица 1.

| F , кг/см^2 | Δ , мм/увеличение износостойкости, % при $\Delta P = 8,7\%$, v , м/с | | |
|---------------------------|---|--------------------|--------------------|
| | 3,0 | 1,5 | 0,9 |
| 2 | $\frac{0,025}{83}$ | $\frac{0,012}{92}$ | $\frac{0,005}{97}$ |
| 5 | $\frac{0,030}{85}$ | $\frac{0,04}{88}$ | $\frac{0,025}{92}$ |
| 10 | $\frac{0,125}{78}$ | $\frac{0,070}{88}$ | $\frac{0,045}{92}$ |
| 15 | $\frac{0,175}{76}$ | $\frac{0,125}{83}$ | $\frac{0,100}{86}$ |

Таблица 2.

| F , кг/см^2 | Δ , мм/увеличение износостойкости, % при ΔP , % | | | | | |
|---------------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 0 | 0,5 | 1,5 | 4,5 | 6,0 | 8,7 |
| 2 | $\frac{0,18}{0}$ | $\frac{0,10}{45}$ | $\frac{0,02}{89}$ | $\frac{0,02}{89}$ | $\frac{0,02}{89}$ | $\frac{0,02}{89}$ |
| 5 | $\frac{0,33}{0}$ | $\frac{0,18}{46}$ | $\frac{0,05}{85}$ | $\frac{0,05}{85}$ | $\frac{0,05}{85}$ | $\frac{0,05}{85}$ |
| 10 | $\frac{0,65}{0}$ | $\frac{0,35}{46}$ | $\frac{0,10}{85}$ | $\frac{0,11}{83}$ | $\frac{0,13}{80}$ | $\frac{0,15}{77}$ |
| 15 | $\frac{1,00}{0}$ | $\frac{0,55}{45}$ | $\frac{0,15}{85}$ | $\frac{0,26}{74}$ | $\frac{0,45}{55}$ | $\frac{0,80}{20}$ |

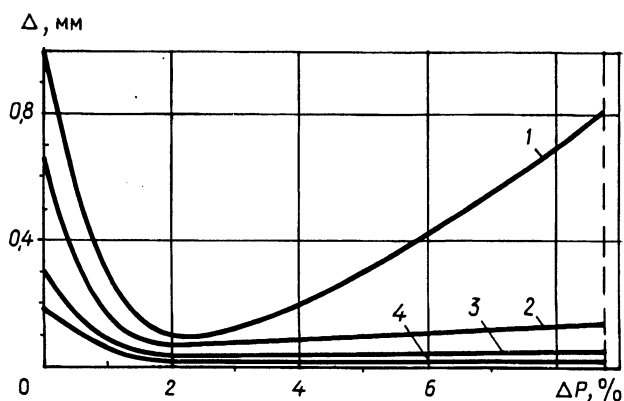


Рис. 3. Износ графита МГ-1 при трении с контртелом из бронзы: 1 — $F = 15 \text{ кг/см}^2$; 2 — 10; 3 — 5; 4 — 2 кг/см^2

В табл. 2 приведены значения износа образцов за 10 ч истирания при $v = 3 \text{ м/с}$ и увеличение их износостойкости в сравнении с образцами необработанными.

Из графита МГ-1 были изготовлены кристаллизаторы для лабораторной установки непрерывного горизонтального литья металлов и проведены сравнительные испытания необработанного и обработанного ($\Delta P = 3,8\%$) кристаллизаторов при разливке чугуна (3,2% С, 1,4% Si, 1,2% Mn, 0,3% P, 0,06% Cr).

После окончания процесса литья (было израсходовано около 500 кг расплава, получены непрерывнолитые отливки диаметром 32 мм) установлено, что хвостовая часть необработанного кристаллизатора частично растворилась в расплаве металла (толщина растворенного слоя — 2 мм). У обработанного кристаллизатора подобного явления не обнаружено. Износ рабочей поверхности обработанного кристаллизатора (по диаметру отверстия) в 1,68 раза меньше необработанного (0,25 мм против 0,42 мм).

В настоящее время кристаллизаторы из износостойкого графита проходят испытания на гомельском заводе "Центролит".

Литература

1. Белянов Л. Н., Козоленко С. М., Корягин А. Ф. и др. Повышение стойкости графитовых катализаторов при непрерывном горизонтальном литье // Литейное производство. 1990. № 8. С. 16—17.

2. Способ изготовления графитового кристаллизатора: А. с. 1219237 СССР: Оpubл. в Б. И., 1986. № 11.
 3. Способ изготовления графитового кристаллизатора для непрерывного литья чугуна: А. с. 1424949 СССР: Оpubл. в Б. И., 1988. № 35.
 4. Способ изготовления гильзы графитового кристаллиза-

- тора для непрерывного литья заготовок: А. с. 1572743 СССР: Оpubл. в Б. И., 1990. № 23.
 5. Способ изготовления графитового кристаллизатора: А. с. 1519830 СССР: опубл. в Б. И. 1989. № 41.
 6. Графитовые антифрикционные материалы / Под ред. Э. М. Каца. М.: ЦИНТИАМ, 1963. С. 45.



ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН БЕЛАРУСИ

предлагает:



Установка для получения непрерывных отливок из бронзы

Состоит из неподогреваемого металлоприемника, кристаллизатора, тянущей клетки, пульта управления; резка отливок до диаметра 80 мм ручная.

Габариты установки, мм

| | |
|--------------------|-------------|
| <i>длина.....</i> | <i>5000</i> |
| <i>ширина.....</i> | <i>2000</i> |
| <i>высота.....</i> | <i>1500</i> |

Потребляемая мощность, кВт.....5,5

Расход воды для охлаждения отливки, м³/ч.....380

Масса установки, т.....1,5

Дополнительно:

Для резки слитков диаметром свыше 80 мм (можно резать отливки и менее 80 мм) применяется механическая резка (длина, потребляемая мощность и масса установки увеличиваются на величину этих параметров для резки).

Габариты, мм

| | |
|--------------------|-------------|
| <i>длина.....</i> | <i>4400</i> |
| <i>ширина.....</i> | <i>2200</i> |
| <i>высота.....</i> | <i>2000</i> |

Привод резки.....Гидравлический

Потребляемая мощность, кВт.....26

Масса, т.....1,9