

металлическим стержнем (для камер стороня).

Заливаемый сплав подводится в рабочую полость формы сифоном через расширенный стояк, сужающийся горизонтальный коллектор и семь питателей. Весовая скорость подачи жидкого металла в стояк принята постоянной. После заполнения отливки жидкий сплав через отдельный питатель из стояка постуает в прибыль, благодаря чему создается благоприятное температурное поле в системе отливки - прибыль. Утепление прибыли асбестовым покрытием толщиной 0,6-0,8 мм поддерживает необходимый температурный перепад между отливкой и прибылью при повышенном коэффициенте полезного действия последней.

В настоящее время в Минском филиале НИИТавтопрома на опытном образце кокильного станка отработан технологический процесс литья головки блока (детали № 24-1003015-П). Оптимальные значения параметров процесса: температура заливаемого сплава АЛ-4 = $730 \pm 10^\circ\text{C}$, время заливки - 20-23 сек при весовой скорости литья 0,8-0,85 кг/сек цикл изготовления отливки - 5,5-6 мин при времени выдержки в кокиле 3,5-4 мин; температура кокиля перед заливкой - $300-350^\circ\text{C}$. Охлаждение кокиля - естественное, принудительно охлаждается продувкой сжатого воздуха только поддон. По новому процессу литья головки блока (деталь № 24-1003015-П) существенно снижается вес отливки, вес прибыли и литников уменьшается с 13 до 8 кг, на 2/3 сокращается вес стержней, повышается качество и товарный вид литья.

Экономический эффект от внедрения единого технологического процесса получения отливок головок блока на Заволжском моторном заводе составит более 1 млн. рублей на программу 1976 г.

УДК 621.746.6.

Э.А. Гурвич, В.Ф. Драченев, Р.И. Есьман,
Н.П. Жмакин, Э.Л. Костюкевич

РАЗРАБОТКА И РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ КОКИЛЯ С ИСКУССТВЕННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

Для выяснения влияния термофизических факторов на процесс литья в кокиль с искусственным охлаждением были получены аналитические зависимости, определяющие температурное поле кокиля и

условия теплообмена на охлаждаемой поверхности. Как известно, количество теплоты, которое отводится охлаждающей жидкостью с внешней поверхности кокиля в данный момент времени, равно:

$$dQ = \alpha_3 (T_{2n} - T_c) F_2 dt, \quad \text{дж, (I)}$$

где α_3 - коэффициент теплоотдачи на охлаждаемой поверхности кокиля, $\text{вт/м}^2 \cdot \text{град}$;
 T_{2n} - температура внешней (охлаждаемой) поверхности кокиля в данный момент времени, $^{\circ}\text{K}$;
 T_c - расчетная температура окружающей среды, $^{\circ}\text{K}$;
 F_2 - площадь охлаждаемой поверхности, м^2 .

Значение коэффициента теплоотдачи α_3 находим по формуле

$$\alpha_3 = \frac{\pi^2 \lambda}{(T_{2n} - T_c) \lambda \lambda} \sum_{n=1}^{\infty} (2n-1)^2 \varphi(t) e^{-\frac{(2n-1)^2 \pi^2 (F_0 - F_0')}{\gamma}} dF_0' \quad \text{вт/м}^2 \cdot \text{гр. (2)}$$

Для расчета температурного поля кокиля (как двухслойной стенки) в нестационарном режиме необходимо решить систему дифференциальных уравнений:

$$\frac{\partial T_{2n3}(x, t)}{\partial t} = \alpha_{2n3} \frac{\partial^2 T_{2n3}(x, t)}{\partial x^2}; \quad X_1 \leq x \leq L_1; \quad L_1 = X_1 + X_{2n3}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial T_2(x, t)}{\partial t} = \alpha_2 \frac{\partial^2 T_2(x, t)}{\partial x^2}; \quad L_1 \leq x \leq L_2; \quad L_2 = L_1 + X_2. \quad (4)$$

Краевые условия математически могут быть сформулированы следующим образом:

$$\alpha_{2n3} [T_{кр} - T_{2n3}(X_1, t)] = -\lambda_{2n3} \frac{\partial T_{2n3}(X_1, t)}{\partial x}; \quad (5)$$

$$T_{2n3}(L_1, t) = T_2(L_1, t), \quad (6)$$

$$-\lambda_{2n3} \frac{\partial T_{2n3}(L_1, t)}{\partial x} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2(L_1, t)}{\partial x}; \quad (7)$$

$$\alpha_2 [T_2(L_2, t) - T_c] = -\lambda_2 \frac{\partial T_2(L_2, t)}{\partial x}; \quad (8)$$

$$T_1 = T_{кр} = \text{const}; \quad T_c = \text{const}; \quad (9)$$

$$T_{\text{заз}}(x, 0) = T_1(x, 0) = T_0 = \text{const.} \quad (10)$$

Приближенное решение дифференциальных уравнений (3,4) можно представить полиномами n -ой степени:

$$T_{\text{заз}}(x, t) = c_0(t) + \sum_{i=1}^n c_i(t)(L_1 - x)^i; \quad (11)$$

$$T_1(x, t) = b_0(t) + \sum_{i=1}^n b_i(t)(L_2 - x)^i. \quad (12)$$

Коэффициенты $c_0(t), c_i(t), b_0(t), b_i(t)$ находятся при подстановке полиномов (11) и (12) в дифференциальные уравнения (3,4) и краевые условия (5 - 10). В данной работе получено решение для полиномов третьей степени при $i = 3$. Уравнения (2, 11, 12), применены для расчета температурных полей кокиля с искусственным охлаждением. Составлена АЛГОЛ-программа для ЭВМ "Минск-82". На рис. I представлены температурные поля кокиля, охлаждаемого водой (рис. I, а), маслом (рис. I, б), эмульсией (рис. I, в), воздухом (рис. I, г). Опытные данные показаны в виде точек, расчетные - как сплошная линия. Как видно из графика, с ростом интенсивности охлаждения температурные перепады увеличиваются, достигая наибольших значений при водяном охлаждении. Максимальная температура нагре-

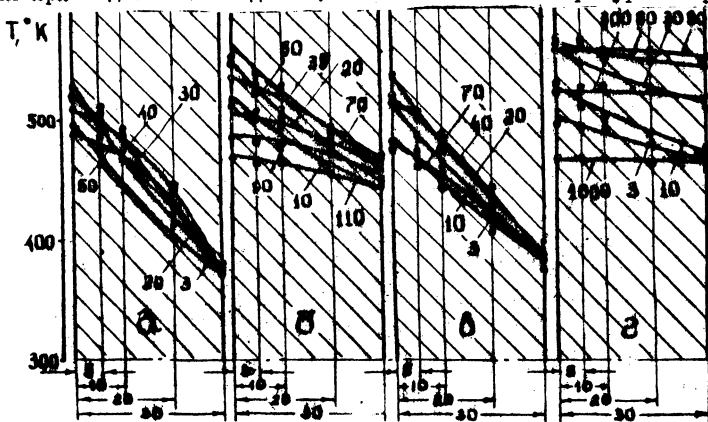


Рис. I. Температурные поля плоского чугунного кокиля (220x200x80), в котором затвердевает отливка $2X_T = 10$ мм из сплава АЛ4. Цифры около температурных кривых соответствуют времени в секундах, точки показаны в сечениях, где измерялась температура

ва рабочей поверхности снижается. Максимальные температурные перепады по сечению кокиля составляют: при естественном охлаждении $60-65^{\circ}$, при водовоздушном и масляном охлаждении $90-100$, водяном охлаждении $135-140^{\circ}$.

На рис.2 представлена схема экспериментальной установки для исследования влияния различных теплоносителей на тепловой режим отливки и кокиля.

Результаты теоретических и лабораторных исследований были использованы на Минском моторном заводе при искусственном охлаждении кокиля для детали корпус насоса тракторного двигателя. Схема охлаждения кокиля приведена на рис.3. Автономная система позволяет в широких пределах автоматически регулировать температуры и расход подаваемого масла. Участки формы, требующие охлаждения, были определены из предварительных расчетов и исследований. Охлаждающей средой выбрано масло ТСКП-30. Данная система охлаждения позволила сократить цикл отливки за счет интенсивного отвода тепла от массивных ее частей в 1,2-1,5 раза, приблизить цикл кокиля (время между последующими заливками) ко времени охлаждения отливки в кокиле, выравнять температурные перепады по сечению кокиля, тем самым обеспечив увеличение производительности в 1,5-1,8 раза.

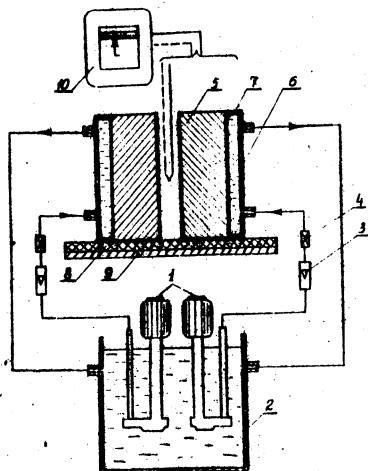


Рис.2. Схема экспериментальной установки:

- 1 - помпа; 2 - емкость;
- 3 - ротаметр РС-5;
- 4 - вентиль; 5 - полуформа;
- 5 - кожух; 7 - паранитовая прокладка; 8 - асбестовая прокладка; 9 - основание;
- 10 - потенциометр

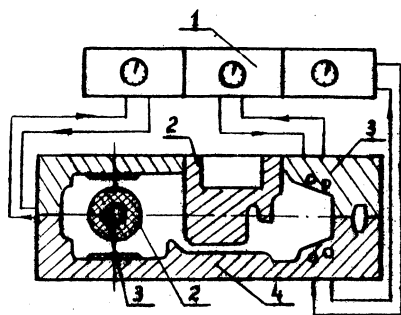


Рис.8. Схема автономной системы охлаждения кокиля:

- 1 - регулирующий шкаф;
- 2 - металлический стержень;
- 3 - каналы охлаждения;
- 4 - полуформа

Л и т е р а т у р а

- [1] Е с ь м а н Р.И. Расчет коэффициента теплоотдачи поверхности кокиля в условиях нестационарного режима. Сб. "Металлургия", вып.6, Минск, БПИ, 1973,

УДК 621.74.045

А.М.Лазаренков, А.С.Кирьянов

ТЕПЛОЙ РЕЖИМ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ С ГАЗИФИЦИРУЕМЫМИ МОДЕЛЯМИ

Температура заливаемого в форму металла определяется оптимальными условиями получения качественной отливки и находится в зависимости от приведенной толщины стенки отливки [1]. Однако существует минимальный перегрев металла, ниже которого расплав не заполнит полость формы. При обычных условиях литья в песчаные формы теплота перегрева сплава поглощается в результате теплообмена с формой. В условиях литья по газифицируемым моделям часть теплоты перегрева расходуется на термодеструкцию пенополистирола.

При заливке металла в формы, полученные по извлекаемым моделям, теплосодержание жидкого металла с учетом потерь, связанных с теплообменом между отливкой и формой за время ее заполнения Q_{T_1} определяется по формуле

$$Q_1 = V \gamma C_1 (T_1 - T_k), \quad (3)$$