

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ЛИТЬЕ СЛОЖНЫХ ОТЛИВОК В КОКИЛЬ

Причиной большей части поломок литых деталей из черных и цветных сплавов являются дефекты усадочного характера как следствие неправильного теплового режима формы и отливки. Расположение этих дефектов в большинстве случаев совмещается с местами сопряжений "плоских стенок", где образуются массивные участки и резкие перемены толщин. С целью изучения особенностей процесса формирования сопряжений сложных отливок в кокиле экспериментально исследовались температурные поля отливок типа *разнотолщинная плита, угол и тавр*. Сопряжения таких типов получали из сплава АЛ4 в стальном окрашенном кокиле. Кокиль с толщиной стенки 0,03 м покрывался слоем мраморной краски толщиной 0,0003 м. Начальная температура формы 230°C. Температура заливаемого сплава 700°C.

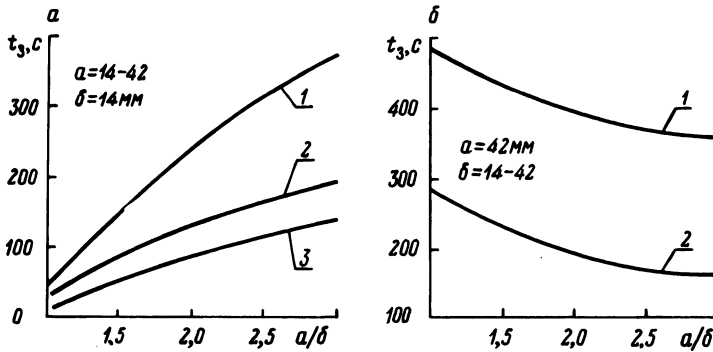


Рис. 1. Влияние толщины полки (а) и ребра (б) на время затвердевания сопряжений:

1 — тавр; 2 — угол; 3 — разнотолщинная плита.

Анализ температурных кривых показал, что неравномерность затвердевания и охлаждения сопряжения типа *тавр* приводит к возникновению в конце стадии затвердевания максимальных перепадов температур порядка 170 град и даже при достижении отливкой температуры выбивки имеют место значительные перепады температур между массивными и тонкими элементами сопряжений, что может привести к возникновению термических напряжений в отливках.

Проведенные исследования установили существенную разницу во времени формирования различных типов сопряжений (рис. 1). Это приводит к неравномерному охлаждению сложных отливок и, как следствие, — к горячим трещинам в местах сочленения массивных и тонких элементов сопряжений. Зная положение тепловых центров в сопряжениях, необходимо осуществить интенсивный отвод тепла из области теплового центра, что позволит частично выравнять время затвердевания и охлаждения элементов сложной отливки. Это способствует не только улучшению качества литого изделия, но также ускоряет технологический цикл получения отливки и повышает производительность труда.

Применение локального искусственного охлаждения расчлененных кокилей позволяет в более широких пределах, чем холодильниками, регулировать время формирования различных по массе участков сложных отливок. Для выравнивания времени затвердевания и охлаждения массивных и тонких участков сложных отливок исследовалось принудительное локальное охлаждение участков формы различными теплоносителями. В качестве теплоносителей использовали: масло ТСКП-30 и эмульсол марки ЭЗ-В, разбавленный водой в отношении 4:1. Скорость теплоносителя в охлаждаемой полости составляла 0,15 м/с.

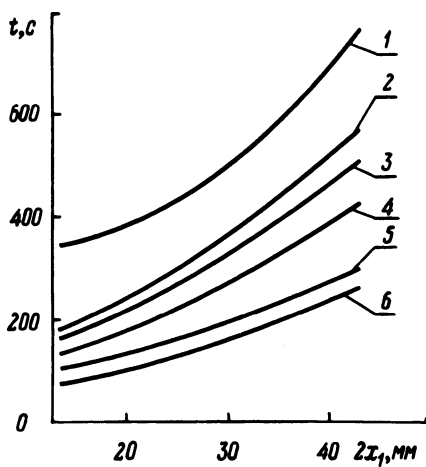


Рис. 2. Зависимость времени затвердевания (кривые 4,5,6) и времени охлаждения (кривые 1,2,3) от толщины отливки и рода теплоносителя: 1,4 — естественное охлаждение на воздухе; 2,5 — охлаждение маслом; 3,6 — эмульсом.

Результаты исследований представлены на рис. 2. Анализ экспериментальных данных показал, что увеличение толщины отливки в большей степени влияет на увеличение времени затвердевания при естественном локальном охлаждении маслом и эмульсом. С изменением толщины отливки от 14 до 42 мм время ее затвердевания в кокиле с естественным охлаждением увеличилось в 3,6, а с искусственным — в 2,6 раза.

Исследования показали, что время формирования различающихся по массе участков сложной отливки можно выравнивать за счет применения

локального принудительного охлаждения кокиля различными теплоносителями. Результаты исследований использованы при создании технологической оснастки с автоматическим регулированием теплового режима кокиля при изготовлении отливки корпус топливного насоса на Минском моторном заводе.

В результате проведенных исследований изучены особенности процесса формирования сопряжений отливок в кокиле и определены оптимальные условия охлаждения различных участков формы, что позволило уменьшить неравномерность температурного поля и получить качественные отливки без усадочных дефектов.

УДК 621.743

*Е.В.Кравченко, А.С.Калиниченко*

### РАСЧЕТ ПРОДВИЖЕНИЯ ФРОНТА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Сложность получения отливок из чугуна в кокилях определяется образованием отбела поверхностных слоев, препятствующего последующей механической обработке. Снижение скорости затвердевания за счет утепления кокиля приводит к появлению трудностей технологического характера, поскольку стойкость теплоизоляционного покрытия невысока.

В настоящее время предложен способ литья чугунных отливок в кокиль, позволяющий устранить отбел поверхностных слоев [1]. Это достигается путем создания значительного искусственного зазора между отливкой и кокилем, вследствие которого резко снижается интенсивность теплообмена и происходит самоотжиг поверхностных слоев.

Для нахождения времени раскрытия кокиля необходимо рассчитать продвижение фронта кристаллизации в отливке. Поскольку раскрытие формы происходит до момента полного затвердевания отливки, то можно допустить температуру отливки постоянной. Найдем количество тепла, передаваемое от отливки к форме за время  $dt$  при затвердевании слоя отливки толщиной  $d\xi$  :

$$dQ_1 = \rho_1 r_{\text{эф}} d\xi F, \quad (1)$$

где  $\rho_1$  — плотность материала отливки,  $\text{кг/м}^3$ ;  $r_{\text{эф}}$  — эффективная теплота кристаллизации,  $\text{Дж/кг}$ ;  $F$  — площадь контакта.

Это тепло отводится формой площадью  $F$  за время  $dt$ :

$$dQ_2 = \alpha_1 (T_{\text{кр}} - T_{2п,t}) F dt, \quad (2)$$