

УДК 621.74.08:669.15-196.5

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ХРОМЕЛЬ-АЛЮМЕЛЕВЫМИ ТЕРМОПАРАМИ ПРИ ЛИТЬЕ ХРОМИСТОГО ЧУГУНА

В. М. АНДРИЕНКО, В. А. ДЕМЕНТЬЕВ, А. К. МЕЛЬДЗЮК

Институт технологии металлов НАН Беларуси

Могилев, Беларусь

При производстве деталей из износостойкого хромистого чугуна (ИЧХ) в ИТМ НАН Беларуси проводится измерение температур в чугуне и кокиле с помощью термопар. Цель таких измерений – экспериментальная оценка коэффициентов теплообмена на границе расплав-кокиль и отливка-кокиль для параметрической идентификации математических моделей. В одном из вариантов измерений температур (рис. 1) установлены термопары на расстояниях 0; 1 и 3 мм от поверхности расплава в каналах диаметром 3 мм, т. е. одна термопара находилась в контакте с расплавом ИЧХ, две другие использовались для оценки теплоотвода стенкой кокиля.

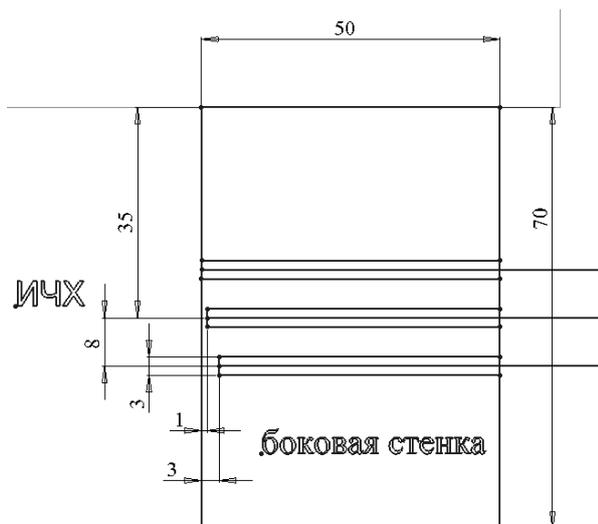


Рис. 1. Схема размещения термопар в боковой стенке кокиля

Термопары, отделенные от расплава ИЧХ материалом кокиля толщиной 1 или 3 мм, показывают температуру не выше 600 °С...700 °С (кривые 1 и 3 мм на рис. 2), что значительно ниже верхнего предела допустимых температур для хромель-алюмелевых термопар.

Термопары в контакте с расплавом ИЧХ могут показывать заниженную температуру или вовсе прекратить показывать температуру (см. рис. 2). Это связано с тем, что используемые хромель-алюмелевые термопары начинают работать за верхним пределом допустимых температур до 1200 °С [1] или 1250 °С [2] (предельная температура при кратковременном применении 1300 °С [1], 1372 °С [2]). Хотя хромель-алюмелевые термопары (тип ТХА) обладают наиболее близкой к линейной характеристикой и предназначены для работы в окислительных и инертных средах [1], может произойти изменение их

Термопары изготавливались методом сварки из хромелевых и алюмелевых проводов диаметром 0,5 мм и применялись с открытым спаем в керамической сололке. Фиксация температур проводилась на приборах с графической и цифровой индикацией каждую 1 с или менее, например, на экранном регистраторе JUMO Logoscreen 600 каждые 125 мс.

градуировочной характеристики вследствие диффузии в металл частиц из окружающей среды при высоких температурах. Внезапное изменение сопротивления термопарной цепи является индикатором неполадок в работе. Если сопротивление термоэлектродов изменилось скачком, то это означает замыкание или разрыв.

Так, на кривой 0 мм на рис. 2, а есть резкое понижение, что свидетельствует о неполадке в работе термопары. Возможно, каким-то образом возник термоизоляционный слой между спаем и расплавом ИЧХ. Либо сильно изменилась градуировочная характеристика термопары из-за того, что расплав чугуна проник в контактную зону открытого спая термопары и чуть не привел к ее короткому замыканию, однако что-то остановило процесс. Температура после резкого понижения (кривая 0 мм на рис. 2, а) стала заметно ниже температуры в кокиле (кривые 1 и 3 мм), чего быть не должно.

Или другой пример, когда не вызвали подозрений показания только одной из трех термопар в контакте с ИЧХ (3...0 мм, см. рис. 2, б). Кривая 1...0 мм на рис. 2, б показывает температуру заметно ниже, чем кривые 2...0 мм и 3...0 мм. Для кривой 2...0 мм после 200 с началась деградация показаний температуры, которая закончилась разрывом или замыканием после 800 с.

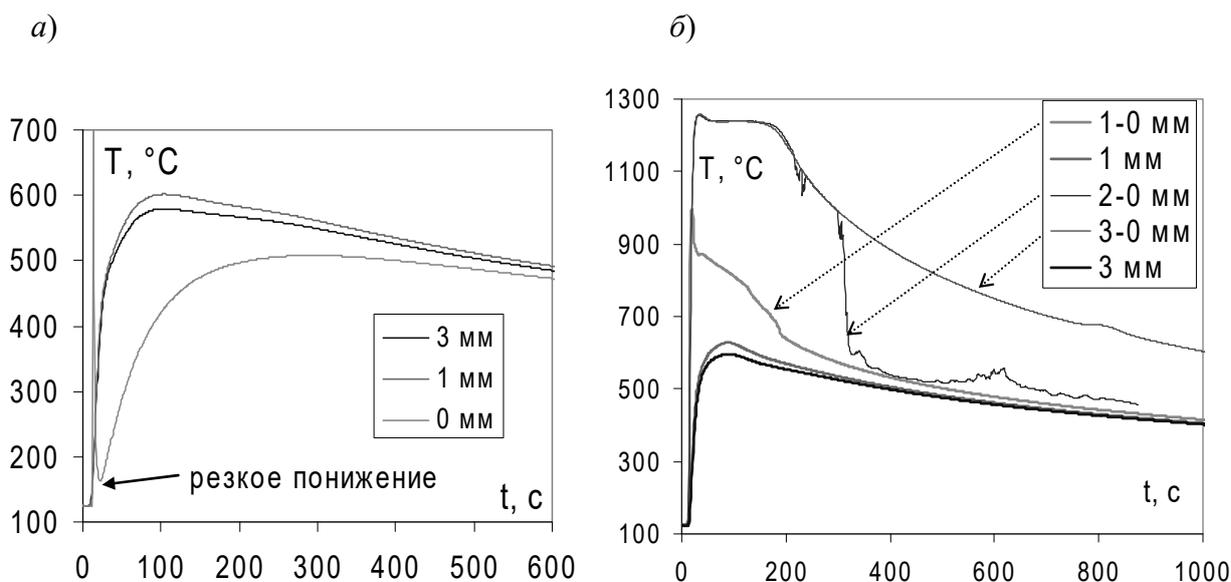


Рис. 2. Примеры динамик температур в экспериментальных кокилях. Точки измерений: на расстояниях 3; 1 и 0 мм от поверхности чугуна (см. рис. 1) в боковой стенке; в контакте с ИЧХ – 0; 1...0; 2...0; 3...0 мм

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Термопары и их применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.radioradar.net/hand\\_book/documentation/terpara.html](http://www.radioradar.net/hand_book/documentation/terpara.html).
2. Keysight Technologies. Практические советы по измерению температуры. Приложение Б [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dipaul.ru/upload/iblock/727/727dc17e627b2d67e8ea8c82e501be19.pdf>.