

УДК 621.74.[046+043.1]:669.15-196.53:004.942

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОСЛОЙНОГО ЛИТЬЯ
ОТБойНЫХ ПЛИТ ИЗ ХРОМИСТОГО ЧУГУНА

Ю. А. ЛЕБЕДИНСКИЙ, П. Ю. ДУВАЛОВ, В. А. ДЕМЕНТЬЕВ

Институт технологии металлов НАН Беларуси

Могилев, Беларусь

Практика производства деталей из износостойкого хромистого чугуна в ИТМ НАН Беларуси показывает существенное различие размеров карбидов и твердости чугуна вблизи поверхности и в их глубине [1]. Данная неоднородность по твердости связана с разной скоростью охлаждения вблизи поверхности отливки и в ее глубине. Одним из способов устранения данной неоднородности может быть послойное литье. Например, таким способом для отливки весом около 5 кг из сплава Al – 4,5 % Si удалось заметно снизить макросегрегацию и, как следствие, заметно уменьшить размер зерен, примерно в 2 раза [2].

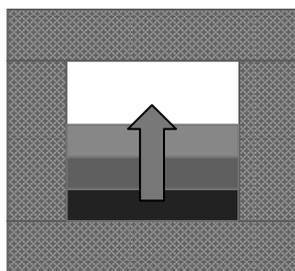


Рис. 1. К моделированию теплообмена послойной заливки в кокиль

Данный способ литья был испытан на отбойной плите из хромистого чугуна. Предварительно была смоделирована динамика температуры в сечении кокиля и расплава хромистого чугуна (рис. 1) на основе численного решения уравнения теплопроводности методом конечных элементов в двумерной геометрии с использованием пакета FreeFem++.

Для случая пяти слоев одинаковой толщины и с одинаковым интервалом времени между заливками (до 60 с и менее) в зависимости от его величины получается разная тепловая динамика формирования отливки, но наблюдаются общие особенности (рис. 2):

- каждый новый слой приводит к частичному проплавлению и смешиванию с нижележащим, поскольку зона проплавления в глубине нижнего слоя увеличивается некоторое время после заливки верхнего слоя, потом опять начинает уменьшаться;

- на боковой поверхности послойной отливки на межслойной границе проплавления нет, что указывает на возможное несплавление слоев и, как следствие, возможных трещин между ними.

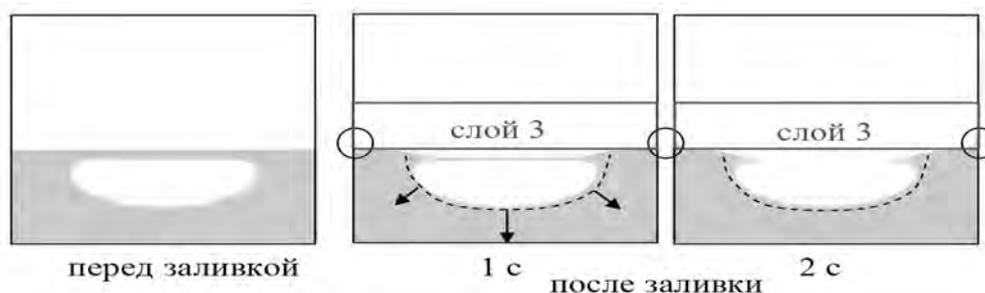


Рис. 2. Формирование твердой корки при заливке третьего слоя после выдержки 60 с

Для эксперимента был изготовлен кокиль (рис. 3, *a*) с прибыльной частью и разделительной фильерой из песчаной смеси для визуального контроля уровня расплава хромистого чугуна в прибыльной части. Расчеты показывали отсутствие сплошной корки на зеркале расплава вплоть до выдержки 20 с, однако условия ковшевой разливки не позволяют и такую выдержку между заливками слоев. Для экспериментальных времени выдержки 10 с и времени заливки каждого слоя 4...5 с расчеты предсказывали литье жидкого в жидкое, а также возможность формирования трещин вдоль границ слоев на боковых поверхностях отливки для любого времени выдержки, однако таких трещин не выявлено (рис. 3, *б*).

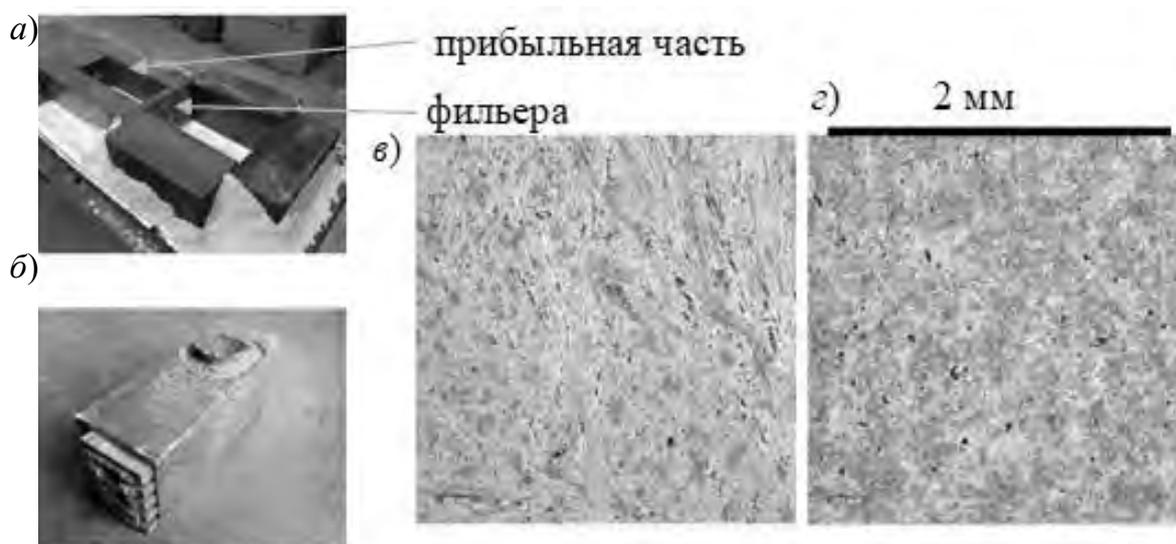


Рис. 3. Эксперимент для послойной заливки отбойной плиты: *a* – экспериментальный кокиль; *б* – образец отбойной плиты; *в*, *г* – микроструктуры на расстояниях 3 мм от нижнего края и 27 мм от верхнего края отливки.

Микроструктуры во внутренней и внешней частях отливки (рис. 3, *в*, *г*) оказались сопоставимы по размеру карбидов, в отличие от эталонной отливки, в которой размер элементов микроструктуры во внутренних слоях заметно крупнее. В перспективе полученные результаты могут быть использованы для изготовления отбойных плит с повышенными механическими свойствами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Структура и твердость литых деталей из износостойких чугунов / Е. И. Марукович [и др.] // *Литье и металлургия*. – 2017. – № 3. – С. 39–44.
2. Homogeneous Billet Layer Casting Fabrication Method / F. Ren [et al.] // *Metallurgical and Materials Transactions A*. – 2017. – Vol. 48 (10). – P. 4453–4457.