

УДК 621.746.6:669.15-196.53:004.942

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ
И ОХЛАЖДЕНИЯ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО ИЧХ

А. М. БРАНОВИЦКИЙ, Ю. А. ЛЕБЕДИНСКИЙ, В. А. ДЕМЕНТЬЕВ

Институт технологии металлов НАН Беларуси

Могилев, Беларусь

Термофизические свойства износостойких хромистых чугунов (ИЧХ) известны достаточно приближенно. Практически единственной работой, посвященной их определению, остается [1]. Механические свойства таких чугунов зависят практически от всех этапов охлаждения. На этапе затвердевания скорость охлаждения определяет ряд характеристических размеров микроструктуры, которые не меняются в дальнейшем. На этапе образования и роста карбидов в чугуне удовлетворительные механические свойства имеют частицы карбидов только в определенном диапазоне размеров. Это связано с тем, что более крупные твердые частицы будут трескаться при ударе. Более мелкие будут легко выбиваться из матрицы. При этом скорость охлаждения должна быть достаточно высокой, чтобы доля карбидной фазы в чугуне была достаточно велика для получения удовлетворительной твердости. Сама матрица должна иметь аустенитно-мартенситную микроструктуру, служащую для распределения энергии удара с частицы карбида на большой внутренний объем в матрице, для чего мартенситные включения должны иметь также определенную морфологию и размеры.

Разные скорости охлаждения получаются при использовании разных материалов литейных форм. В частности, при литье деталей с листовой геометрией (рис. 1), например, подкладных листов для дробильно-размольного оборудования, использовались холодно-твердеющие смеси (ХТС) и стальные листы. Для их сравнения были проведены расчёты по охлаждению отливки малой толщины 25 мм для трёх вариантов литейных форм (см. рис. 1, б): форма целиком из ХТС (1, 3 – ХТС) (1); форма – стальной кокиль (1, 3 – сталь), нижняя пластина покрыта (граница 1–2) слоем антипригарной краски (2) или термостойкой ткани (3).

Рассчитанные профили затвердевания (рис. 2) для трёх вариантов показывают время достижения эвтектической температура затвердевания ИЧХ 1250 °С от условного момента заливки при температуре 1400 °С. Так, использование стального кокиля уменьшает время затвердевания на порядок (1, 2), однако при этом термическая деформация приводит к некоторому изгибу отливки. Для её минимизации нужно ослабить теплоотдачу на границе 1–2 (см. рис. 1), что достигается использованием термостойкой ткани, которая разогревается до состояния самосвечения. В этом случае теплообмен между сталью и чугуном на границе 1–2 (см. рис. 1, б) осуществляется исключительно излучением, при этом степень черноты ИЧХ зависит от температуры: скачкообразно от 1 до 0,6 при переходе через точку эвтектики и линейно от 0,6 до 0,4 с понижением от 1200 до 800 °С.

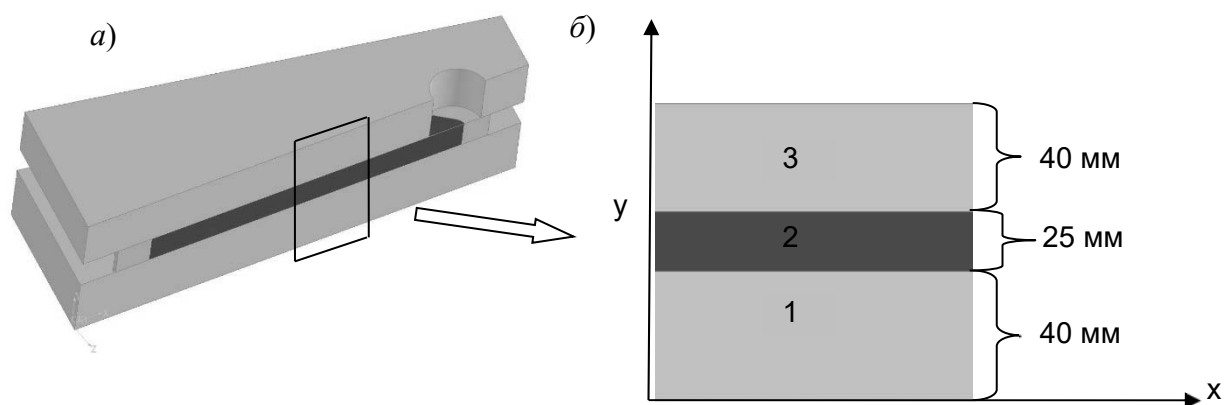


Рис. 1. Выбор расчётной области (б) в сечении сборки (а) отливки и формы: 1, 3 – форма; 2 – ИЧХ

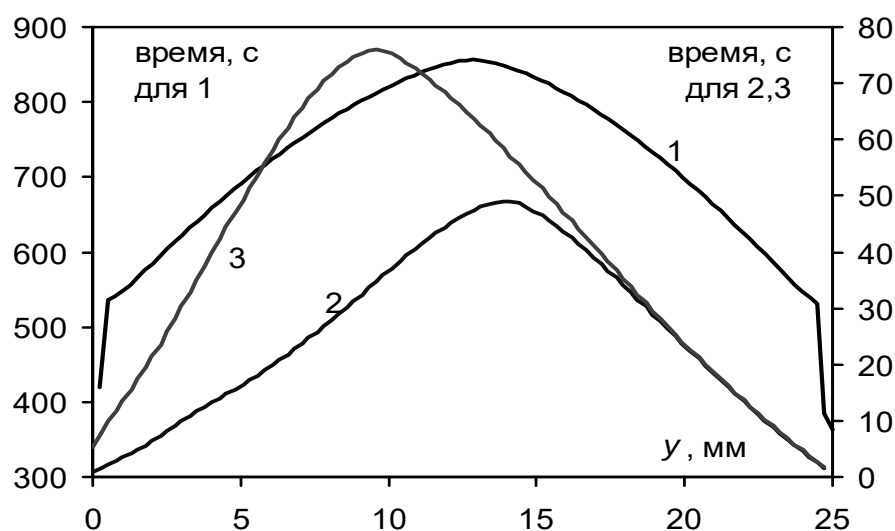


Рис. 2. Время затвердевания по сечению в отливке (сравнение трёх вариантов)

Охлаждение в температурном интервале 200...500 °С важно для оценки мартенситного перехода в матрице. К моменту снижения до 500 °С температура по сечению отливки (вдоль оси y , см. рис. 1, б) практически постоянна, т. е. отливка охлаждается практически как одно целое в течение 2...4 ч после заливки. Аппроксимирующие экспоненциальные кривые охлаждения во времени (линии тренда $R^2, 0,999$) $T_1(t) = 669,01 \exp(-0,9166t)$ и $T_3(t) = 1252,8 \exp(-0,4728t)$ совпадают с расчетными для 1-го и 3-го вариантов соответственно. Время охлаждения в стальном кокиле примерно вдвое короче по сравнению с ХТС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гарбер, М. Е.** Износостойкие белые чугуны / М. Е. Гарбер. – Москва: Машиностроение, 2010. – 280 с.