

ПОВЕРХНОСТНОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК ИНТЕРМЕТАЛЛИДАМИ

А. В. Ишков, Н. Т. Кривочуров, В. В. Иванайский, М. Г. Желтунов
Алтайский государственный аграрный университет,
г. Барнаул, Россия

Проведено поверхностное легирование чугуна алюминидами никеля Ni_xAl_y различного состава, образующимися при самораспространяющемся высокотемпературном синтезе (СВС) из компонентов активной обмазки литейной формы. Обнаружено изменение структуры поверхностного слоя в результате его отбела и насыщения отливки никелем на глубину до 1,5–2,0 см.

Поверхностное легирование (ПЛ) относится к одному из способов внепечной обработки чугунов, сталей и сплавов и позволяет получать на поверхности литой детали протяженный (до 1,5–2,0 см) слой материала со свойствами, отличающимися от сердцевины и остального объема отливки [1, 2]. Технологии ПЛ широко использовались промышленно в отечественном машиностроении середины-конца XX в., но, с развитием современных способов упрочнения поверхности деталей, повышением технологической культуры металлургических процессов и качества отливок, разработкой новых марок сталей и конструкционных материалов, их значение сильно уменьшилось. В последние годы ПЛ вновь привлекает внимание металлургов и материаловедов благодаря исследованиям, доказывающим возможность существования в таких поверхностных слоях новых типов структур и наноразмерных фаз, образующихся между некоторыми легирующими элементами и компонентами основного сплава [3], причем в качестве компонентов легирующих обмазок используются как эндотермические, так и термореагирующие составы. Не стоит забывать и о потенциальных технологических преимуществах этого метода, простоте его оформления и возможности получения функционально-градиентного материала уже на одной из первых стадий процесса получения детали.

В настоящем кратком сообщении приведены результаты экспериментов по поверхностному легированию чугунных отливок интерметаллидами, образующимися в термореагирующих обмазках по реакциям самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

Поверхностное легирование чугунных отливок осуществляли в разъемной стальной форме, на нижнюю часть которой наносили обмазку, состоящую из связки (1–2 % эмульсии ПВА) и смеси порошков никеля марки ПНЭ-1 и алюминия марки АСД-1 в соотношениях, мас. %: Ni – от 42 до 85, Al – от 15 до 58, слоем 1–2 мм. Для экспериментов использовали доэвтектический передельный белый чугун, подготовленный в индукционной печи, температура заливки 1100–1200 °С.

При выбранных соотношениях металлов, в зависимости от конкретного состава смеси, при ее нагреве расплавленным металлом реализуется самопроизвольная реакция СВС с образованием алюминидов никеля определенной стехиометрии:



В реакционной системе (1) при СВС, согласно диаграмме состояния Al-Ni, возможно образование ряда интерметаллидов, неустойчивых $NiAl_3$, Ni_2Al_3 , Ni_3Al и устойчивого моноалюминида $NiAl$ [4]. Неустойчивые продукты насыщают чугун отдельными элементами, а при соотношении (мас.) 68,5 % Ni и 31,5 % Al, в поверхностном слое чугуна должны присутствовать частицы жаропрочного интерметаллида $NiAl$.

Однако, как показали проведенные нами исследования микроструктуры (МИМ-7), распределения микротвердости по глубине отливки (ПМТ-3), а также результаты химического спектрального (FOUNDRY MASTER UV) и рентгенофлуоресцентного (ALPHA SERIES 200) анализа полученных образцов, при ПЛ интерметаллидами наблюдается заметный отбел чугуна на глубину до 1,5–2,0 см, изменение его структуры и свойств, связанное с проникновением только одного никеля в материал (рисунок 1).

Тем не менее, однозначное повышение твердости поверхности отливки с 700–750 до 1000–1200 HV на глубину до 2 см, смена основной доэвтектической структуры чугуна на поверхностно-упрочненную, с повышенным содержанием первичного цементита, а также концентрационный профиль легирующего элемента, позволяют рекомендовать данный вариант ПЛ для внепечной обработки чугуна.

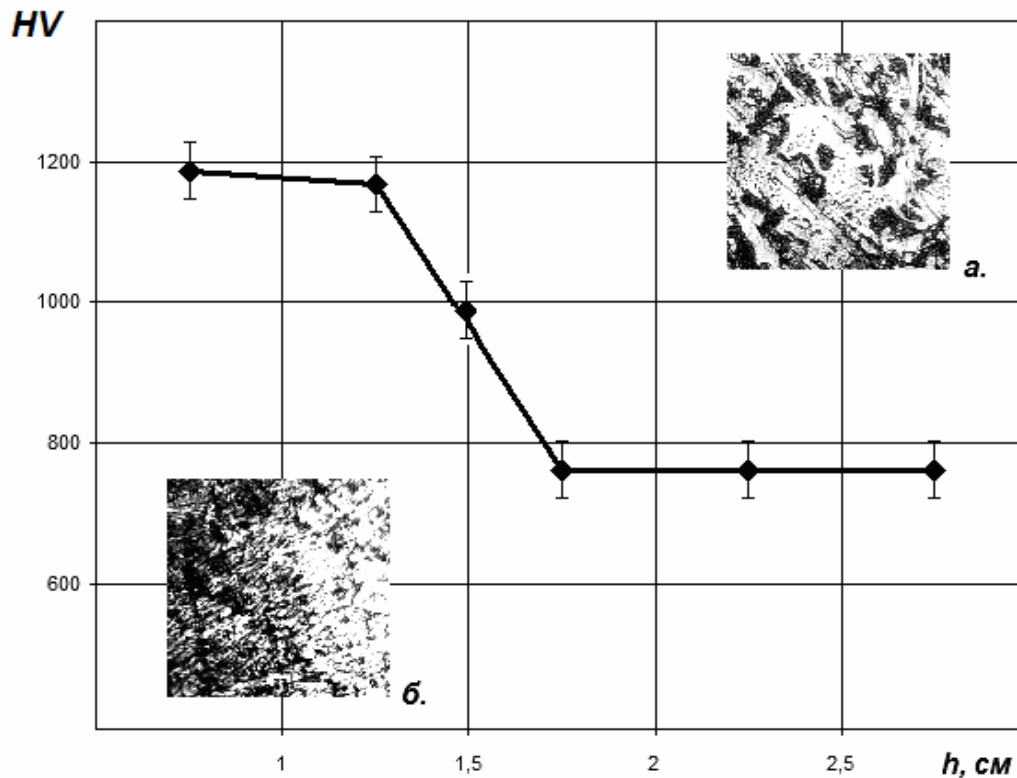


Рисунок 1 – Распределение микротвердости и структура чугуна, поверхностно-легированного интерметаллидом NiAl: а – в глубине отливки, б – в поверхностном слое

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вейник А. И. Термодинамика литейной формы. – М.: Машиностроение, 1966.
2. Могилев В. К., Лев О. И. Повышение стойкости изложниц и прокатных валков. – М.: Металлургия, 1986.

3. Усков И. В., Крушенко Г. Г., Буров А. Е. Поверхностное легирование тонкостенных отливок // Технология машиностроения. - 2004. - № 1. - С. 6-8.
4. Итин В. И., Найбороденко Ю. С. Высокотемпературный синтез интерметаллических соединений. - Томск: Изд-во ТГУ, 1989.