

УДК 621.762

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОЙ СТАЛИ

А. И. ХАБИБУЛЛИН, Н. Б. КИСЕЛЕВИЧ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Для стальных отливок характерно наличие зон столбчатого (дендритного) и крупнозернистого строения. Образование крупнозернистой дендритной структуры сопровождается и химической неоднородностью, что в совокупности негативно влияет на свойства изделий. В процессе первичной кристаллизации сплава повышение степени его переохлаждения сопровождается увеличением дисперсности структуры, что приводит к повышению его прочностных свойств, но снижению характеристик пластичности. Модифицирование расплава, в отличие от термической обработки, позволяет с минимальными затратами времени, энергии и трудоемкости добиться измельчения структуры металла, что гарантирует увеличение ударной вязкости при одновременном повышении прочностных свойств.

Перспективным способом повышения механических и эксплуатационных свойств сплавов является процесс образования тугоплавких высокодисперсных частиц оксидов, нитридов и других химических соединений посредством механического легирования исходной шихты. Полученную порошковую композицию в определенной пропорции вводят в расплавленную сталь в качестве модификаторов первой группы.

Исходя из соображений дешевизны, доступности, экологической безопасности, реакционной активности, наиболее применимы оксиды и нитриды алюминия. Поэтому в качестве элемента-восстановителя с высоким родством к кислороду применялся алюминий, который в процессе обработки в механореакторе образовывал с железом пересыщенный твердый раствор, а после выделения его из пересыщенного твердого раствора вступал в реакцию восстановления с оксидом железа и обеспечивал образование высокодисперсных частиц оксида алюминия.

Разработанная технология позволяет синтезировать в составе шихты тугоплавкие частицы оксида алюминия с размерами менее 25 нм, причем окончательное завершение их формирования происходит в процессе термической активации шихты в индукционной печи в процессе ее перемешивания и расплавления совместно с загрузкой.

Стальные отливки получали расплавлением шихты в индукционных печах литейного цеха объединения ОАО «Могилевлифтмаш». Механические свойства получаемых отливок стали 45Л определялись в заводской лаборатории, структуры отливок исследовались в лабораториях Белорусско-Российского университета.

Для повышения механических и эксплуатационных свойств изделий, получаемых литьем, в объединении ОАО «Могилевлифтмаш» в качестве модификаторов применяют железокремниевую лигатуру ФС30РЗМ30 ТУ14-5-136–81.

В процессе плавки загруженной шихты в индукционных печах вводят модификаторы, а затем раскисляют сталь. Расход модифицирующей лигатуры составляет 0,0012 % от массы загрузки, при этом механические свойства отливок зачастую не достигают значений, указанных в технических условиях.

С целью повышения механических и эксплуатационных свойств стали 45Л, а также возможности импортозамещения была разработана экспериментальная модифицирующая лигатура из дешёвых и доступных компонентов. Результаты применения экспериментальной шихты, состоящей из железного порошка и 8 % порошка алюминия, сравнивались с образцами, изготовленными с использованием импортной железокремниевой лигатуры, содержание которой увеличили вдвое.

При металлографическом исследовании сплавов было отмечено, что в случае использования экспериментального модификатора структура, расположенная вблизи наружной поверхности слитка, существенно отличается формой и размерами (рис. 1). Кроме эффекта значительного измельчения структуры, отмечается и отсутствие зоны столбчатых кристаллитов.

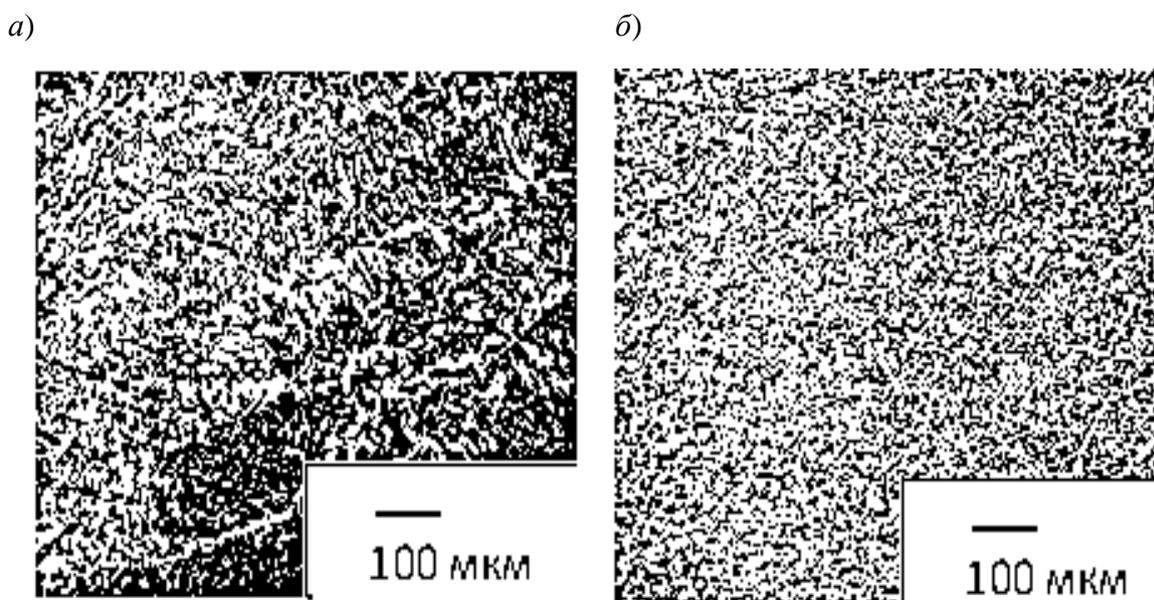


Рис. 1. Влияние наноразмерных модификаторов на изменение структуры стали 45Л: *а* – структура металла, полученного при использовании лигатуры на железокремниевой основе (при содержании 0,0024 %); *б* – структура металла, полученного при использовании экспериментальной лигатуры (при содержании 0,0012 %)

В соответствии с изменениями структуры поменялись и механические свойства литых образцов: для контрольных отливок средние значения предела прочности составили 575 Н/мм², относительного удлинения – 13,2 %, для экспериментальных образцов – 603 Н/мм² и 16,2 % соответственно.

Результаты сравнительных испытаний показали, что, несмотря на сокращенное в 2 раза количество экспериментальной лигатуры, экспериментальные отливки превосходят контрольные образцы по пределу прочности на 5 %, по характеристикам пластичности – на 22 %.