



Increase of cooling efficiency of casts of silumins at casting by quenching hardening allows to receive casts with inverted, nanostructural eutectic silicon of size 0,20-0,25 mkm, which by durability exceed bronze ones 34-40 times as much.

В. Ю. СТЕЦЕНКО, С. Л. РАДЬКО, С. А. ХАРЬКОВ, ИТМ НАН Беларуси,
ДЖОНГ-ХУН-ЛИ, КИ-ЙОНГ-ЧОЙ, КИММ, Южная Корея

УДК 669.715

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ СИЛУМИНОВ ПРИ ЛИТЬЕ ЗАКАЛОЧНЫМ ЗАТВЕРДЕВАНИЕМ

Метод литья закалочным затвердеванием (МЛЗЗ) позволяет получать заготовки из силуминов с высокими дисперсностью микроструктуры и износостойкостью [1]. Резервом повышения свойств отливок, полученных МЛЗЗ, является увеличение эффективности их охлаждения при затвердевании (закалке) в воде. Для этой цели было спроектировано и изготовлено специальное устройство [2]. За основу конструкции был взят кристаллизатор со струйной системой охлаждения, который позволяет увеличить коэффициент теплоотдачи от охлаждаемой поверхности к охладителю не менее чем в 2 раза [3]. Устройство включает бак 1 с отводящим 2 и сливным 3 патрубками, опорный стол 4, кольцевой коллектор 5 с подводящим патрубком 6. На внутренней поверхности коллектора равномерно располагаются отверстия 7 диаметром 4 мм с шагом по высоте и образующей 12 мм, которые равноудалены на расстоянии 20 мм от охлаждаемой отливки 8. Ее погружение и извлечение осуществляются при помощи захвата 9 (рис. 1).

Охлаждение отливок осуществляется следующим образом. Вода из патрубка 6 тангенциально поступает в кольцевой коллектор 5 и из него в виде затопленных струй равномерно и интенсивно охлаждает наружную поверхность отливки 8. При этом повышается турбулентность потока охладителя вблизи стенки заготовки и уменьшается толщина пограничного слоя на поверхности отливки, через который происходит передача тепла от заготовки к основному потоку охладителя. Это приводит к увеличению числа Нуссельта и интенсивности охлаждения заготовки. Известно, что она оказывает значительное воздействие на структуру отливок. Для определения влияния интенсивности охлаждения на дисперсность кристаллов кремния в сплавах АК12М2 и АК18М2, МЛЗЗ были получены опытные отливки диаметром 50 мм и высотой 200 мм при разных условиях

охлаждения. Плавку проводили в термической печи марки «Snol-1300» в графитовом тигле. Температура перегрева металла составляла для АК12М2 – 800 °С, для АК18М2 – 900 °С, время выдержки – 1 ч. Модификаторы не применяли. Охлаждение заготовок в первом случае осуществляли в закалочной ванне, во втором – в устройстве для струйного охлаждения отливок с расходом воды от 10 до 50 м³/ч при среднем давлении 1,4 атм. Из средней части полученных отливок были вырезаны поперечные шлифы. После их шлифовки, полировки и химического травления водным раствором кислот (2%HCl+3%HNO₃+1%HF) микроструктуру образцов анализировали с помощью аппаратно-программного комплекса на базе микроскопа «Carl Zeiss Axiotech vario». Методом металлографического анализа было установлено, что в отливках из сплавов АК12М2 и АК18М2, охлаждение которых происходило в закалочной ванне, размер кристаллов эвтектического кремния в среднем составлял 0,7 мкм, а первичного крем-

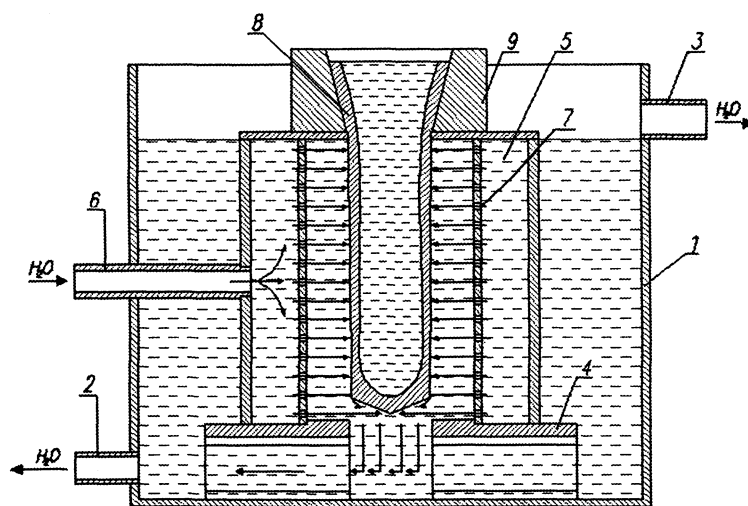


Рис. 1. Устройство для охлаждения отливок: 1 – бак; 2 – отводящий патрубок; 3 – сливной патрубок; 4 – опорный стол; 5 – кольцевой коллектор; 6 – подводящий патрубок; 7 – отверстия; 8 – отливка; 9 – захват

ния – 15 мкм. При струйном охлаждении заготовок с расходом воды от 10 до 50 м³ кристаллы эвтектического кремния диспергировались от 0,7 до 0,2 мкм (рис. 2). Увеличение эффективности охлаждения отливок из сплава АК18М2 на дисперсность кристаллов первичного кремния влияния почти не оказывало. Таким образом, струйная система охлаждения отливок, получаемых МЛЗЗ, позволяет значительно диспергировать кристаллы эвтектического кремния и изменять их форму до глобулярной (рис. 3).

Определяли влияние дисперсности эвтектического кремния на износостойкость опытных заготовок из сплавов АК12М2 и АК18М2. Для этого из них были вырезаны образцы для испытания на машине трения СМЦ-2. После термической обработки по режиму Т5 их твердость составляла 115 и 167 НВ соответственно. Исследование проводили в условиях сухого трения при нагрузке 0,6 МПа и скорости скольжения образца относительно стального вала (твердость 400 НВ) 0,38 м/с. В качестве образцов сравнения выбрали антифрикционную бронзу БрОЗЦ7С5Н. Износостойкость при трении определяли по убыли объема материала с 1 см² площади в 1 ч. В результате проведенных испытаний установлено, что износостойкость при сухом трении опытных образцов из сплавов АК12М2 и АК18М2 существенно зависит от дисперсности кристаллов эвтектического кремния. Так, при ее изменении от 0,2 до 0,8 мкм скорость износа образцов из сплава АК12М2 увеличивается от 0,0238 до 0,044 мм/ч, а образцов из сплава АК18М2 – от 0,0205 до 0,0382 мм/ч (рис. 4). Скорость износа образцов из бронзы БрОЗЦ7С5Н составила 0,82 мм/ч, что в 34 раза выше, чем у образцов из сплава АК12М2 и в 40 раз выше, чем у образцов из сплава АК18М2.

В результате проведения исследования было установлено, что повышение эффективности охлаждения отливок из силуминов при литье закалочным затвердеванием позволяет получать силумины АК12М2 и АК18М2 с инвертированным, наноструктурным эвтектическим кремнием размером 0,20–0,25 мкм. Эти заготовки после термической обработки по режиму Т5, износостойкости в паре трения со сталью превосходят бронзовые в 34–40 раз. Полученные антифрикционные силумины могут использоваться для замены дорогостоящей и относительно тяжелой бронзы в деталях машиностроения, таких, как подшипники скольжения, червячные колеса и т.п.

Литература

1. Марукович Е.И., Стеценко В.Ю. Получение отливок из заэвтектического силумина методом литья закалочным затвердеванием // *Литье и металлургия*. 2005. №2. Ч. 1. С. 142–144.
2. Пат. 2250 U BY: МПК С 21 D 1/64. Устройство для охлаждения изделий.
3. Марукович Е.И., Стеценко В.Ю. Повышение эффективности работы кристаллизатора при непрерывном литье слитков // *Литье и металлургия*. 2005. №2 Ч.1. С. 139–141.

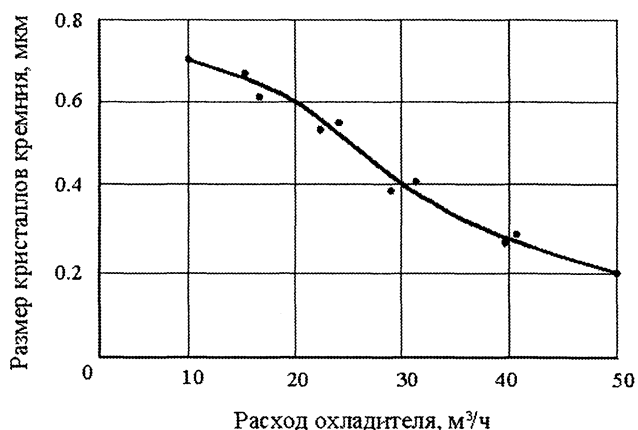


Рис. 2. Влияние интенсивности охлаждения отливки на дисперсность кристаллов эвтектического кремния в сплавах АК12М2 и АК18М2

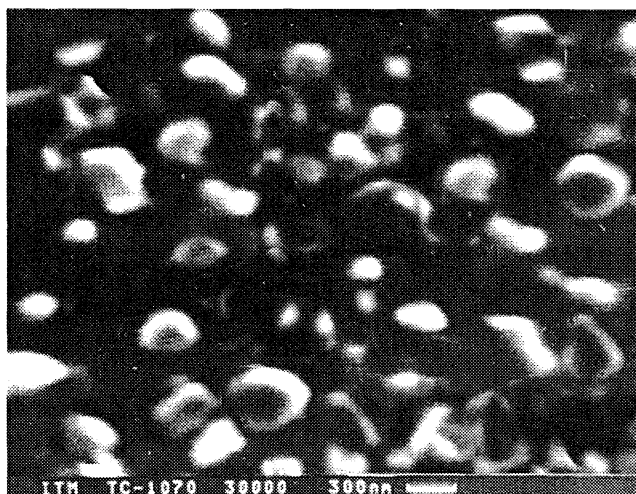


Рис. 3. Кристаллы эвтектического кремния в сплаве АК18М2. x30 000

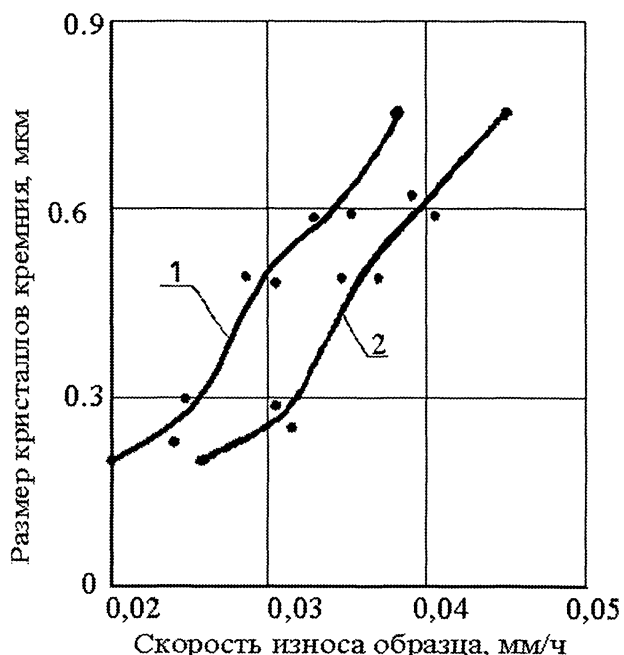


Рис. 4. Влияние дисперсности кристаллов эвтектического кремния на скорость износа образцов: 1 – сплав АК12М2; 2 – сплав АК18М2