

40 лет ИТМ НАН Беларуси

В. Ю. СТЕЦЕНКО, А. И. РИВКИН, А. А. СИДОРСКИЙ, ИТМ НАН Беларуси

УДК 669.715:621.746

ПОЛУЧЕНИЕ ДЕФОРМИРУЕМЫХ СЛИТКОВ ИЗ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА

It is shown that casting in crystallizer with flood-fluid power cooling system allows to produce the wrought ingots out of hypereutectic silumin without application of additional operations of thermoplastic deformation and annealing.

Машиностроение является флагманом экономики Республики Беларусь. В условиях мирового экономического кризиса повышение конкурентоспособности изделий машиностроения – жизненно важная и весьма актуальная задача. Для ее решения необходимы новые технологии и материалы, позволяющие существенно повысить физико-механические и эксплуатационные свойства деталей.

Заэвтектический силумин ($Si > 13\%$) – это перспективный материал для современного машиностроения. Он обладает отличной свариваемостью аргоно-дуговой сваркой и высокой коррозионной стойкостью. Заэвтектический силумин хладостоек, поэтому может использоваться в экстремальных условиях работы. Сплав обладает относительно высоким модулем упругости, низким коэффициентом линейного расширения и повышенной фрикционной износостойкостью. Благодаря этому заэвтектический силумин находит все большее применение в качестве поршней форсированных ДВС. Это объясняется тем, что в настоящее время развитие современных ДВС, особенно тяжело нагруженных дизелей, идет по пути дальнейшего формирования режимов работы двигателей, снижения металлоемкости и увеличения их долговечности. Это предполагает использование заэвтектического силумина в качестве подшипников скольжения и поршней. Главным недостатком данного материала является относительно низкие механические свойства. Их можно повысить методами термопластической деформации (прессование, штамповка). Для этого микроструктура заготовки должна быть полностью модифицированной. Установлено, что пластичность заэвтектического силумина существенно повышается, если размер кристаллов первичного кремния будет меньше или равен 20 мкм [1, 2]. В настоящее время получить полностью модифицированную микроструктуру в отливках заэвтектического силумина с помощью современных примесных модификаторов невозможно. Для измельчения первичных кристаллов кремния силуминов обычно используют фосфорсодержащую лигатуру, а для модифицирования эвтектики – натрийсодержащий флюс. К сожалению, они нейтрализуют друг друга, поэтому обычно отливки из заэвтектического силумина получают с мелкокристаллическим первичным кремнием и немодифицированной либо слабомодифицированной эвтектикой. Чтобы повысить ее степень структурной инверсии и сделать более пластичной, заготовки подвергают длительной (до 42 ч) гомогенизирующей термообработке [2]. Это время можно сократить, если использовать такие предварительные операции, как горячие ковка, осада, прессование, поперечно-винтовая прокатка [1,3,4]. Все эти технологии существенно повышают трудоемкость и энергоемкость получения заготовок из заэвтектического силумина под штамповку и изотермическое прессование для получения поршней и различного рода втулок, что увеличивает их стоимость.



Стеценко В. Ю.



Ривкин А. И.



Сидорский А. А.

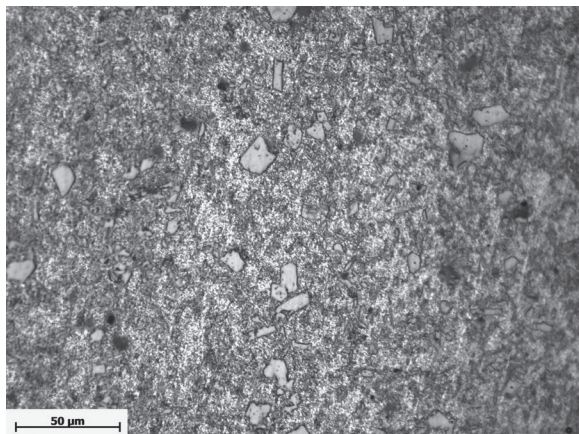


Рис. 1. Микроструктура слитка диаметром 70 мм из сплава АК18, полученного литьем в струйный кристаллизатор



Рис. 2. Заготовки деталей «Направляющая штока», полученных методом объемной штамповки



Рис. 3. Заготовка поршня, полученная методом изотермического прессования

В ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси» разработана экологически безопасная технология литья силуминов в кристаллизатор с затопленно-струйной системой охлаждения (струйный кристаллизатор), обеспечивающая получение слитков из заэвтектического силумина с мелкокристаллической структурой [5, 6]. Высокая скорость затвердевания отливки в струйном кристаллизаторе позволяет получить заэвтектический силумин с полностью модифицированной микроструктурой

без применения примесных модификаторов (рис. 1). При этом снимается вопрос о живучести процесса модифицирования. Это позволяет получать слитки из заэвтектического силумина с высокодисперсной и однородной микроструктурой, что очень важно для деформированных заготовок. Непрерывное литье силуминов в струйный кристаллизатор по сравнению с лучшими мировыми аналогами обеспечивает повышение производительности процесса в 4–6 раз. Полученные заготовки обладали повышенными пластическими свойствами и легко поддавались объемной штамповке и изотермическому прессованию. Были получены заготовки деталей «Направляющая штока» (рис. 2). Они успешно прошли испытания в качестве направляющих штока гидроцилиндров на ОАО «Белкард» (г. Гродно) и рекомендованы для замены аналогичных деталей из стали. Установлено, что методом изотермического прессования из слитков, отлитых по новой технологии, можно получать заготовки поршней ДВС диаметром 95 мм с повышенной плотностью и прочностью (рис. 3).

Таким образом, литье в кристаллизатор с затопленно-струйной системой охлаждения позволяет получать деформируемые слитки из заэвтектического силумина без применения дополнительных операций термопластической деформации и отжига.

Литература

1. Эскин Г. И., Панов Е. И., Бер Л. Б. и др. Влияние технологии литья и деформации на структуру и свойства термостойких заэвтектических силуминов // *Металлург*. 2008. № 7. С. 37–41.
2. Белов М. В. Исследование процесса кристаллизации Al-Si-сплавов и разработка легкоплавких фосфорсодержащих лигатур с целью повышения качества литых поршневых заготовок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2007.
3. Афанасьев В. К., Прудников А. Н., Ружило А. А., Попова М. В. Перспективы развития поршневых заэвтектических силуминов // *Металлургия машиностроения*. 2003. № 4. С. 16–18.
4. Прудников А. Н. Технология производства, структура и свойства поршней двигателей из заэвтектического деформированного силумина // *Изв. вузов. Черная металлургия*. 2009. № 5. С. 45–47.
5. Марукович Е. И., Стеценко В. Ю. Модифицирование сплавов. Мн.: Белорусская наука, 2009.
6. Стеценко В. Ю., Ривкин А. И., Гутев А. П. и др. Непрерывное горизонтальное литье в струйный кристаллизатор слитков диаметром 70 мм из силумина АК18 // *Литье и металлургия*. 2009. № 3. С. 116–117.