

## ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ВЫПЛАВКИ И ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ НА ПЛАСТИЧНОСТЬ СПЛАВОВ Fe-Si

Алешин Д. Н.<sup>1)</sup>, Глезер А. М.<sup>2)</sup>, Громов В. Е.<sup>1)</sup>, Коновалов С. В.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Сибирский Государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия,  
[gromov@physics.sibsiu.ru](mailto:gromov@physics.sibsiu.ru)

<sup>2)</sup> ЦНИИ ЧерМет им. И.П. Бардина, Москва, Россия

Известно, что сплавы Fe-Si с высоким содержанием кремния (около 6%) имеют склонность к образованию крупнозернистой структуры. Между тем, уменьшение размера зерна в этих сплавах ведет к снижению температурного порога хладноломкости  $T_{хр}$  и, следовательно, к возможности успешно осуществлять пластическую деформацию при более низких температурах.

С целью снижения размера зерна в сплаве Fe-6 % Si перед теплой прокаткой в данной работе использовались два эффективных способа мелкозернистой структуры: регулирование скорости затвердевания расплава в изложнице и модифицирование химического состава. В качестве модификатора был использован церий, введение которого в расплав приводит к образованию дисперсных частиц.

Выплавка заготовок сплава Fe-6 % Si для последующей деформации проводилась в вакуумной печи в тигле из  $Al_2O_3$ . Шихтой служило карбонильное железо и кремний марки Кр-0. В качестве раскислителя использовался SiCa. Регулирование скорости затвердевания расплава в металлическом кокиле проводилось за счет изменения толщины стенок кокиля и за счет изменения температуры разливки. Было установлено, что температура разливки играет более важную роль, нежели толщина стенок кокиля, и что зона транскристаллизации слитка уменьшается с понижением температуры разливки.

Без использования модификатора путем повышения скорости кристаллизации удалось снизить размер зерна в слитке до 100 мкм вместо обычно наблюдаемого размера 300-400 мкм. Дополнительное введение в расплав церия позволило снизить размер зерна в слитке до 50 мкм. Размер слитка после выплавки (15x80x100 мм) специально был выбран таким, чтобы избежать операции ковки, в результате которой могло произойти резкое неконтролируемое увеличение размера зерна. По этой же причине была исключена операция горячей прокатки.

Теплая прокатка сутунок проводилась на стане дуо при температуре начала прокатки 600<sup>0</sup>С. Прокатка осуществлялась до толщины 2,5 мм без промежуточного подогрева в три прохода. За счет охлаждения холодными вальками и остывания расплава в процессе прокатки последний проход осуществлялся при температуре 550-570<sup>0</sup>. Установлено, что мелкозернистость способствует повышению технологичности сплава. Так образцы с размером зерна 50 мкм имеют ровные кромки и не обнаруживают трещин. Напротив, подкат с исходным размером зерна 100 мкм имеет рваные кромки и обнаруживает некоторое количество трещин.

При исследовании методом просвечивающей электронной микроскопии микроструктуры сплава Fe-6 % Si с исходным размером зерна 50 мкм после теплой прокатки установлены субзерна, сформировавшиеся в процессе высокотемпературной деформации, размером не более 3-4 мкм. Полученное структурное состояние позволяло надеяться на успешное осуществление операции холодной прокатки, которая проводилась с предварительным подогревом до 300<sup>0</sup>С на толщину 0,7 мм в четыре прохода без промежуточных подогревов. В результате проведенных экспериментов были получены холоднокатаные полосы сплава Fe-6 % Si, имевшие удовлетворительную геометрию и качество поверхности.