

**С. Е. Кондратюк, Е. Н. Стоянова, Ж. В. Пархомчук**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

## **МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТАЛЕЙ ДИСПЕРСНО-СТРУКТУРИРОВАННЫМИ КОМПОНЕНТАМИ ШИХТЫ**

На примере сталей 45Л и Р6М5Л показана возможность целенаправленного повышения дисперсности литой структуры введением в расплав дисперсно-структурированных скоростной кристаллизацией добавок сталей аналогического химического состава.

Модифицирующие добавки сталей изготавливали в условиях интенсивного теплоотвода при охлаждении расплава со скоростью  $V_{ох} = 350$  °С/с,  $V_{ох} = 650$  °С/с. Такие условия кристаллизации обеспечивают измельчение зерна от номера 3 до номера 5 (сталь 45Л) и от 7 до 9 (сталь Р6М5Л) соответственно увеличению скорости охлаждения.

Введение указанных добавок в количестве 20 % от массы отливки производили при температурах расплава, не превышающих равновесную температуру его микронеоднородности ( $T_p$ ), то есть на 50-60 °С выше температуры ликвидуса исследуемых сталей. Разливка сталей в песчаные формы обеспечивала скорость их охлаждения при кристаллизации 2-5 °С/с.

Металлографически показано, что введение в расплав дисперсно-структурированных добавок оказывает модифицирующее воздействие на формирующуюся литую структуру, обеспечивая измельчения зерна стали 45Л от номера 0 (без модифицирования) до номера 3 и 5 и стали Р6М5Л (без модифицирования) от номера 5 до номера 6 и 8 соответственно скорости охлаждения при изготовлении добавки.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности существенного измельчения литой структуры с использованием явления наследственности дисперсно-структурированных добавок сталей. По сравнению с традиционным примесным модифицированием такое модифицирование является более универсальным, управляемым и экономически безопасным с достаточно продолжительной технологической живучестью.

Эффект такого модифицирования определяется количеством и степенью дисперсности вводимой добавки. Такие модификаторы могут быть изготовлены

методами кокильного литья с интенсивным теплоотводом, струйного компактирования, закалкой из жидкого состояния.

УДК 621.7

**Е. А. Красноухова, О. В. Акимов**  
Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», Харьков

### **«РАСЧЕТ КОНЕЧНО-РАЗНОСТНОЙ МОДЕЛИ С ПОМОЩЬЮ SOLID WORKS И LVM FLOW»**

В работах [1-3] было показано, что эффективными инструментами для решения поставленной задачи является программный пакет трехмерного проектирования Solid Works и программа LVM Flow. Конечно-разностная модель типовой по габаритам и конструкции литой детали может быть построена по таким исходным данным: размер ячейки; количество ячеек; материал отливки; температура металла; способ заливки. Методология построения математических моделей, описывающих влияние перечисленных выше параметров проектирования (входных переменных) на качество заполнения формы расплавом, как описано в работах [4-5], включает в себя: норматирование входных переменных; построение планов полного или дробного факторного экспериментов и проведение соответствующих компьютерных экспериментов (в случае, если есть возможность самостоятельно менять входные переменные); или искусственной ортогонализации при наличии результатов пассивного эксперимента (взятых, например, из литературных источников). Реализация компьютерного эксперимента по заливке формы расплавом и процесса заполнения формы возможна также, как показано в работах [6-9], с помощью симплекс-метода и гребневого анализа по Херлю, причем в первом случае получение оптимального решения непосредственно связано с проведением эксперимента, а во втором – требует дополнительного анализа полученной поверхности отклика.

На основе компьютерного моделирования показано, что направленность кристаллизации играет важнейшую роль при получении качественной литой детали. По результатам математического моделирования были выявлены области предположительного образования дефектов (в программе LVM Flow мо-