



Рис. 4. Влияние добавок вторичного сплава АЛ10В на механические свойства сплава АЛ4

уравнения, на основании которых установлена возможность частичной замены первичных шихтовых материалов вторичными без ухудшения свойств отливок.

А.М. Лазаренков

#### ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОТЛИВОК ПРИ ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Формирование отливок при литье по газифицируемым моделям происходит в результате сложных химико-физических процессов деструкции пенополистироловой модели и взаимодействия продуктов деструкции с металлом в периоды его заливки, кристаллизации и охлаждения в форме.

Влияние продуктов деструкции модели на структуру отливок из стали и чугуна исследовали на образцах-теплетях, вырезаемых из верхней, средней и нижней частей охлажденных отливок. Приготовленные шлифы после травления изучали на микроскопе МИМ-8М при 100- и 200-кратном увеличении. Характер-

ные участки микроструктуры отливок снимали на фотопластины. Изменение структуры от поверхности отливки к центру сопоставляли с данными химического анализа, уделяя особое внимание ширине обезуглероженной и науглероженной зон, так как измерение величины зоны при помощи микроскопа дает более точные данные, чем при снятии стружки металла на определенную глубину.

Исследование микроструктуры поверхностных слоев стальных отливок с толщиной стенки 20 мм, полученных по моделям из пенополистирола, показало, что на глубине до 1,0–1,5 мм от поверхности имеется зона повышенного содержания углерода. С увеличением толщины отливки до 40 мм глубина этой зоны возрастает до 2,5–4,0 мм, что объясняется более длительным пребыванием отливки в жидком состоянии, а значит и большим временем диффузии углерода от поверхностных, более науглероженных слоев к центру. В тонкостенных отливках науглероженная зона составляет 0,5–1,0 мм (толщина стенки 10 мм), так как диффузионные процессы существуют незначительное время в связи с быстрым охлаждением отливки, особенно с поверхности, контактирующей с жидкой фазой продуктов разложения модели, которая скапливается на границе металл–форма.

На отливках из стали 45Л на глубине до 1 мм структура металла чисто перлитная с твердостью HB 216; на глубине 2,5 мм она переходит в перлито–ферритную с ферритом, расположенным в виде тонкой разорванной сетки по границам зерен перлита при твердости HB 203. В центральной части отливки структура перлито–ферритная; феррит расположен по границам перлитных зерен в виде сплошной сетки при твердости HB 185, что характерно для структуры центральной части контрольной отливки. Исследование структуры на отливках из стали 45Л выявил обезуглероженный слой на глубине 0,2 мм от поверхности, состоящий из феррита и небольшого количества перлита при твердости HB 156. Появление обезуглероженной зоны в поверхностном слое свидетельствует о том, что взаимодействие продуктов деструкции пенополистирола с отливкой заканчивается при высоких температурах; это и приводит к смене восстановительной атмосферы в форме окислительной. Глубина обезуглероженного слоя возрастает при повышении температуры заливаемого расплава и достигает 0,3–0,4 мм при 1600°С. Толщина стенки отливки также оказывает влияние на обезуглероживание поверхности. Так, на отливках с толщиной стенки 40 мм глубина этого слоя составляет 0,5 мм, а на 10 мм обезуглероживание отсутствует.

Анализ структуры отливок из стали ЮЛ показывает, что в их центральной части находится феррито-перлитная структура с некоторым увеличением перлита в отливке, полученной по пенно-модели. Это свидетельствует о том, что степень науглероживания от продуктов деструкции пенополистирола выше при заливке форм расплавом с меньшим исходным содержанием углерода.

В микроструктуре отливок из стали УЮЛ, полученных по моделям из пенополистирола, заметных отклонений от контрольных как в центральной части, так и в поверхностных слоях не было обнаружено. Это объясняется высокой концентрацией углерода в заливаемом металле, замедляющей его растворимость в жидком расплаве.

Исследование макроструктуры на темплетях из отливок после травления показало, что науглероживание поверхности происходит неравномерно; науглероженные участки чередуются с ненауглероженными, причем глубина науглероживания отдельных участков различная и составляет 1-4 мм.

Как правило, нижние по заливке поверхности не имеют зон науглероживания; на боковых поверхностях эти зоны носят очаговый характер, а верхние имеют почти сплошной науглероженный слой. Из этого следует, что основным источником углерода являются продукты разложения жидкой фазы, образующейся при деструкции пенополистирола. Обеспечение течения металла в полости формы со скоростью, соответствующей оптимальной скорости разложения пенополистирола, может значительно уменьшить науглероживание поверхности стальных отливок.

Микроструктура отливок из чугуна СЧ 21-40, залитых в формы с пеномоделью и в полую, отличаются незначительным изменением формы графита.

Таким образом, при получении стальных отливок методом литья по газифицируемому моделям необходимо учитывать (особенно при изготовлении малоуглеродистых отливок) изменения в структуре для получения требуемых свойств металла.

В.И. Тутов, А.А. Офенгенден,  
М.С. Подольский.

#### СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ СЛИТКОВ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ

Данная работа посвящена разработке методики расчета затвердевания плоских и круглых слитков при непрерывном литье,