

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР СХВАТЫВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ В УСЛОВИЯХ НЕРАВНОВЕСНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

А.М.Дмитрович, В.Ф.Соболев

При затвердевании металла в интервале температур нарастание количества твердой фазы приводит к образованию сплошного кристаллического скелета отливки. Металл перестает течь и способен сохранять свою форму без участия стенок литейного сосуда. Образование кристаллического скелета происходит при определенной для данных условий кристаллизации температуре T_3' .

Исследования, выполненные для различных сплавов, показывают, что текучесть сплава теряется при содержании 25-30% твердой фазы /I/. Следовательно, значение температуры T_3' , при которой образуется скелет кристаллов, для равновесных условий кристаллизации может быть найдено на диаграмме состояния сплава для указанного содержания твердой фазы.

Практически сплавы затвердевают в условиях, отличных от равновесных. Поэтому для определения T_3' в реальных условиях затвердевания необходима принципиально новая методика.

Целью настоящей работы являлось изучение изменения температуры схватывания кристаллов в условиях неравновесной кристаллизации. Исследования проводились на сплавах системы $Al-Cu$.

В основу методики определения T_3' положен тот экспериментально установленный факт, что переход металлов из жидкого в твердое состояние сопровождается скачком электросопротивления.

Так, при переходе из жидкого в твердое состояние электросопротивление сплава $Al + 3,0 Cu$ уменьшается в 1,82 раза /2/. Измерение электросопротивления проводилось с использованием метода вращающегося магнитного поля, предложенного А.Р.Регелем /3/.

Результаты исследований показывают, что электросопротивление сплавов, затвердевающих в интервале температур, изменяется не при температурах солидуса или ликвидуса, а при температурах, лежащих на некоторой линии I-2, проходящей через указанный интервал (рис. I,а). Положение этой линии определяется отношением твердой

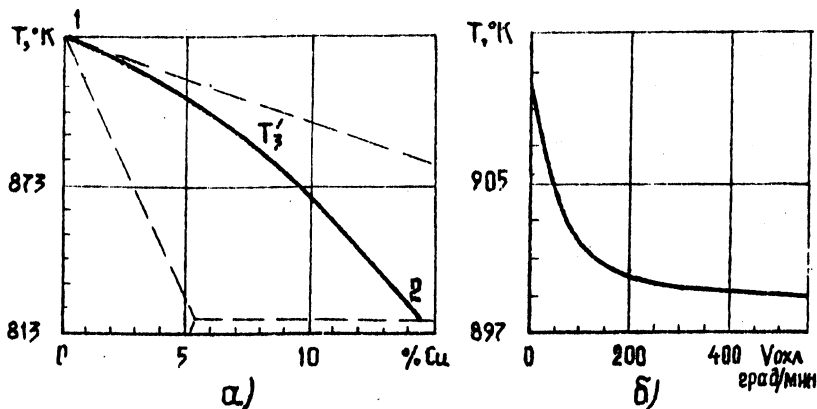


Рис. 1.

Зависимость температуры схватывания кристаллов от содержания меди (а) и от скорости охлаждения (б).

и жидкой фаз. Сплавы, концентрация которых лежит правее точки 2, имеют скачок сопротивления при эвтектической температуре.

Наблюдения показывают, что до тех пор, пока в таких полужидких сплавах количество жидкой фазы превышает 75-80%, электросопротивление их лежит на уровне сопротивления вполне жидких сплавов, а переход через температуру, отвечающую линии 1-2, приводит к скачку сопротивления до уровня, соответствующего сопротивлению полностью твердых сплавов (несмотря на то, что в испытуемом образце еще сохраняется значительное количество жидкой фазы). Скачок сопротивления в этих случаях определяется моментом контакта между растущими кристаллами.

Таким образом, за температуру схватывания кристаллов принималась температура, при которой наблюдается скачок электросопротивления.

В сплавах системы Al-Cu по мере увеличения концентрации меди кривая температуры T'_c круто падает от температуры плавления до температуры эвтектики при концентрации точки 2 (рис. 1, а) из-за изменения соотношения между количеством фаз. В сплавах с концентрацией правее точки 2 количество твердой фазы так мало по сравнению с жидкой, что скелет кристаллов выше температуры эвтектики образоваться не может и T'_c в этом промежутке равна эвтектической.

В общем случае соотношение жидкой и твердой фаз при температуре схватывания зависит от природы сплава и от скорости кристаллизации. В связи с этим исследовано влияние скорости охлаждения на температуру образования кристаллического скелета в отливке. Результаты экспериментов для сплава $Al + 4,5\% Cu$ приведены на рис. 1, б, из которого видно, что увеличение скорости охлаждения понижает температуру схватывания кристаллов.

Такой ход кривой объясняется тем, что с увеличением скорости охлаждения увеличивается переохлаждение расплава и вследствие этого уменьшается количество твердой фазы, существующей при данной температуре, лежащей внутри интервала затвердевания

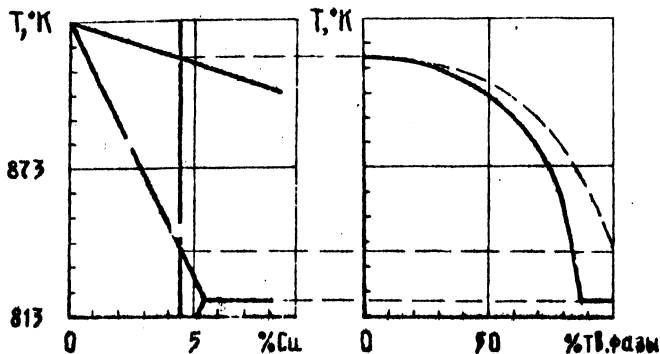


Рис. 2.

Зависимость количества твердой фазы от температуры при неравновесной (сплошная линия) и равновесной (пунктирная линия) кристаллизации. Сплав $Al + 4,5\% Cu$.

охлаждения увеличивается переохлаждение расплава и вследствие этого уменьшается количество твердой фазы, существующей при данной температуре, лежащей внутри интервала затвердевания (рис. 2).

Результаты выполненных экспериментов показали, что температура схватывания кристаллов, зависящая от соотношения жидкой и твердой фаз, в значительной мере определяется условиями кристаллизации. Увеличение скорости охлаждения, повышающее устойчивость жидкой фазы, снижает температуру схватывания кристаллов.

Л и т е р а т у р а

1. Б о ч в а р А.А., К у з н и н а В.В. Известия АН СССР, ОТН, № 10, 1946.
2. К о р о л ь к о в А.П., Ш а н к о в Д.П. Сб. "Исследования сплавов цветных металлов", АН СССР, М., 1962.
3. Р о г е л ь А.Р. ИТФ, вып. 12, т.18, 1948.