

Ерёмин А.А., аспирант
Мысик Р.К., проф., д-р техн. наук

ОСОБЕННОСТИ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ НЕПРЕРЫВНО-ЛИТЫХ СЛИТКОВ СПЛАВА ЛМцАЖКС 70-7-5-2-2-1

На сегодняшний день все более широкое применение в промышленности получили изделия сплава ЛМцАЖКС 70-7-5-2-2-1 (далее ЛМцАЖКС). Этот сплав является сложнoleгированной латунью специального назначения с повышенным уровнем механических и эксплуатационных свойств. Из латуни ЛМцАЖКС в основном изготавливаются блокирующие кольца синхронизаторов коробки переключения передач легковых автомобилей.

Разливка сплава осуществляется на установках вертикального полунепрерывного литья в кристаллизатор скольжения длиной 400 мм с использованием устройств вторичного охлаждения. Однако при отливке латуни ЛМцАЖКС возникает проблема образования горячих внутренних трещин при скоростях вытягивания слитка более 1,1 мм/с, что значительно снижает производительность установки и выход годного.

Одним из критериев, позволяющих оценить стабильность процесса полунепрерывного литья, является форма и размеры литейной лунки. Очевидно, что скорость литья (скорость вытягивания слитков) определяет положение фронта кристаллизации металла при постоянной высоте кристаллизатора. Скорость кристаллизации у периферийных слоев всегда выше и фронт кристаллизации имеет форму конуса. В нижней части лунки зона твердо-жидкого состояния имеет наибольшую протяженность, поэтому ее форма и размеры с точки зрения трещинообразования имеют большое значение.

Для изыскания возможности повышения скорости литья слитка из сплава ЛМцАЖКС проведен анализ существующей технологии литья этого сплава.

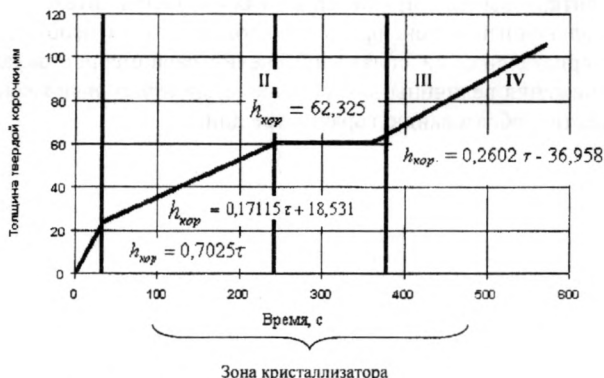
Параметры отливки слитков диаметром 215 мм при использовании стандартной технологии следующие: скорость литья составляет 1,1 мм/с, давление охлаждающей воды в кристаллизаторе - 30 кПа, давление охлаждающей воды в системе вторичного охлаждения - 15 кПа и температура заливки металла в кристаллизатор составляет 1150 - 1170 °С.

Фронт кристаллизации сплава фиксировался посредством заливки 7 кг жидкого свинца в лунку в конце отливки слитка.

Установлено, что глубина лунки жидкого металла при разливке по стандартной технологии составляет 615 мм. Лунка выходит за пределы кристаллизатора на 215 мм, что нежелательно, так как повышается вероятность образования высоких внутренних напряжений в поперечном сечении слитка и, следовательно, увеличивается склонность сплава к зарождению внутренних горячих трещин. Поперечное сечение фронта кристаллизации отличается несимметричностью своих границ относительно центральной оси. По-видимому, это вызвано тем, что при движении слитка в кристаллизаторе под действием термических напряжений возникает изгибающий момент, который придает затвердевающей корочке небольшое смещение относительно внутренних слоев металла.

Это смещение создает попеременное соприкосновение образующейся корочки слитка с гильзой кристаллизатора. В местах контакта корочки с гильзой кристаллизатора происходит ее быстрый рост из-за увеличения теплоотвода, что приводит к образованию выступов, направленных внутрь лунки.

На основании полученных данных построена зависимость толщины нарастания твердой корочки от времени (рисунок).



Кинетика нарастания твердой корочки слитка сплава ЛМцАЖКС

На рисунке условно отмечены четыре характерные зоны, которые соответствуют различной интенсивности нарастания твердой корочки в зависимости от времени литья. В зоне I в течение первых 25 с наблюдается значительный рост корочки металла до 25 мм. Во второй зоне скорость нарастания твердой корочки замедляется. Это обусловлено тем, что в процессе литья между поверхностью слитка и гильзой кристаллизатора возникает воздушный зазор, который уменьшает теплоотвод от слитка. Протяженность данного участка составляет 230 мм. Зона III характеризуется тем, что нарастания твердой корочки в слитке в течение 105 с практически не происходит и среднее значение толщины корочки остается постоянным и равным 60 мм. Возможно, что наружные слои слитка на данном участке подверглись усадке, в результате чего по всему периметру между поверхностью слитка и гильзой кристаллизатора образовавшийся воздушный зазор увеличивается и резко снижает теплоотвод. В это же время толщина твердой корочки достигла некоторой критической величины, при которой термическое сопротивление твердой корочки значительно препятствует отводу тепла от внутренних слоев слитка. Совокупность этих двух факторов обуславливает отсутствие прироста твердой корочки в данной зоне.

Зона IV характеризуется нарастанием твердой корочки металла в течение последующих 150 с. Характер данной зависимости обуславливается, скорее всего тем, что в четвертой зоне слиток испытывает одновременно охлаждаю-

щее действие воздуха и воды из отверстий в нижней части гильзы, а также геометрическим фактором.

В ходе проведения работы было установлено следующее:

1. Фронт кристаллизации в процессе полунепрерывного литья слитков сплава ЛМцАЖКС 70-7-5-2-2-1 отличается несимметричностью своих границ, что свидетельствует о неравномерности нарастания твердой корочки. В процессе разливки лунка жидкого металла выходит за пределы кристаллизатора на 215 мм. Совокупность указанных факторов приводит к увеличению вероятности образования внутренних горячих трещин и вероятности прорыва жидким металлом корочки слитка, особенно при повышенных скоростях литья.

2. Для дальнейшей интенсификации процесса литья необходимо повысить скорость кристаллизации сплава, обеспечив равномерное охлаждение слитка с целью снижения величины внутренних термических напряжений, которые могут привести к образованию горячих трещин.