

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ СТАЛЬНОЙ ПЛИТЫ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ЗАПОЛНЕНИЯ ФОРМЫ

И.Н. Ердаков, В.М. Ткачев

Анализ специальной литературы и результаты предварительных экспериментов в цехе ремонтного литья ОАО «ЧЭМК» показали отсутствие технологического решения по производству горизонтальных асимметрично оребренных плит из стали 110Г13Л, обеспечивающего стабильность, простоту и ресурсосберегающие показатели процесса.

В промышленных условиях на реальных отливках (плоская плита 1500×915×150 массой 850 кг) были проведены экспериментальные исследования по изучению влияния способа заполнения формы [1–3].

В ходе экспериментов варьировали конструкцию литниковой системы (рис. 1): суммарная площадь питателя $\Sigma W_{п}$ и протяженность шлакоуловителя $\Sigma L_{шл}$ (суммарные площади шлакоуловителя и стояка были фиксированными и составляли: $\Sigma W_{шл} = 28,0 \text{ см}^2$ и $\Sigma W_{ст} = 28,3 \text{ см}^2$).

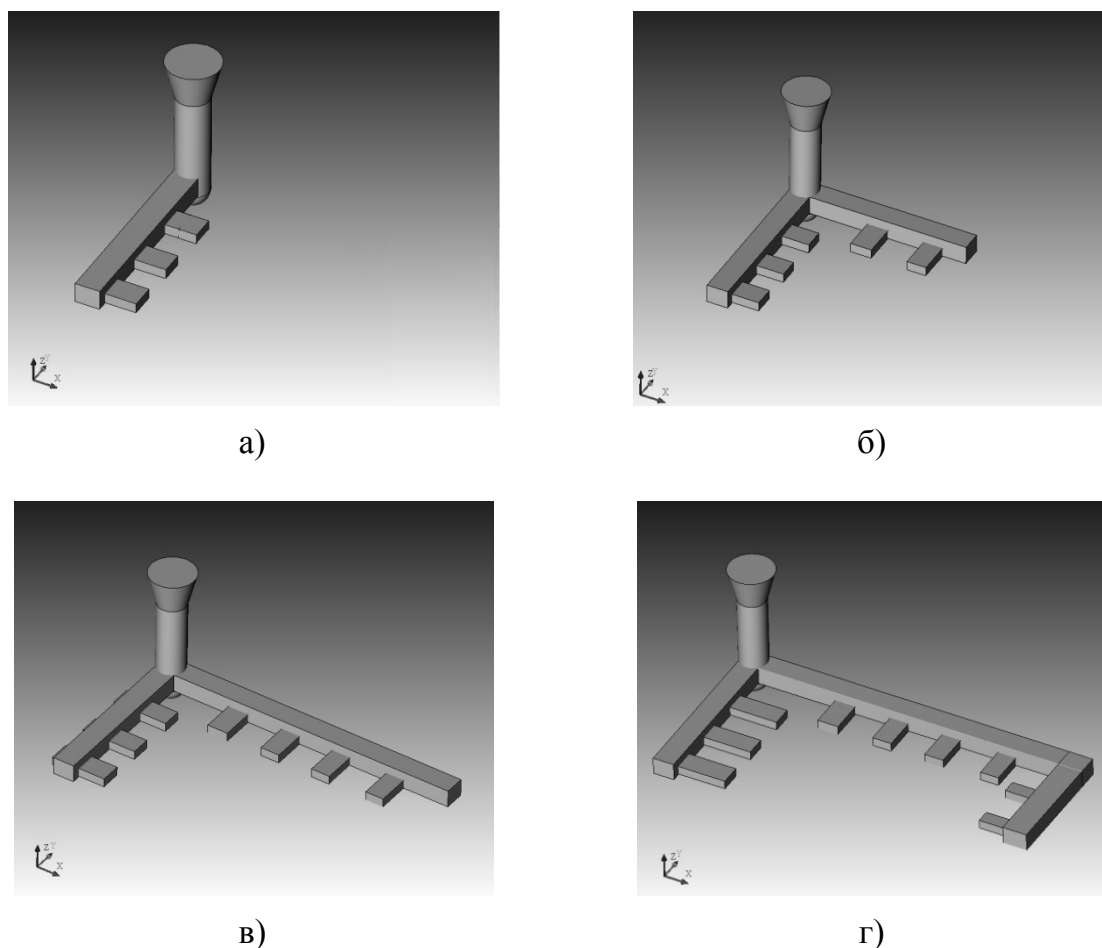


Рис. 1. Исследуемые конструкции литниковых систем:
а – I-образная; б – угловая; в – Г-образная; г – С-образная

В технологических картах оценивали такие три дефекта, как степень коробления в мм, наличие трещин (общая протяженность трещин в мм) и песочные раковины в $\text{см}^3/\text{дм}^2$. Для оценки суммарного безразмерного показателя дефектности отливки (ΣD_{vi}) значения каждого из показателей привели и к нормированному виду (D_{v1} , D_{v2} , D_{v3}): максимальному значению дефекта присвоили индекс «1». Температура заливки стали поддерживалась постоянной и составляла 1400...1450 °С.

В результате проведенных экспериментов была определена область минимальных значений дефектов ΣD_{vi} в литой плите (рис. 2).

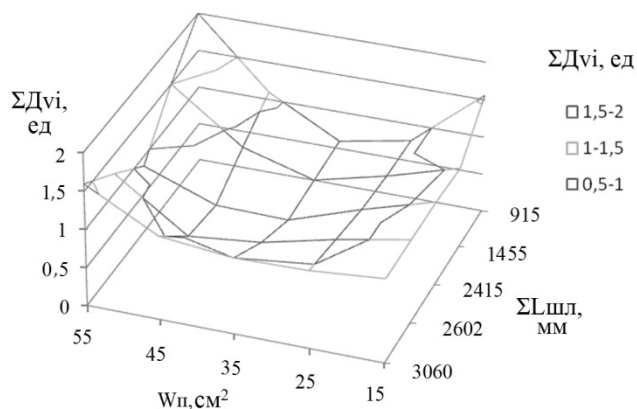


Рис. 2. Область минимальных значений дефектов в литой плите $\Sigma Дvi$ в зависимости от суммарной площади питателя $\Sigma Wп$ и протяженности шлакоуловителя $\Sigma Lшл$

Из рис. 2 видно, что минимальная области значений $\Sigma Дvi$ соответствует протяженности шлакоуловителя в 2415 мм и суммарной площади питателя в 35 см². Этим параметрам отвечает «Г-образная» литниковая система (Г-ЛС), имеющая стояк в месте изгиба шлакоуловителя и по четыре питателя на каждой ветви.

Преимущества Г-ЛС заключаются в следующем. Благодаря подводу расплава в полость формы с двух сторон, исключается локальный перегрев формы в поперечном сечении плиты, что имеет место для I-ЛС. Учитывая более спокойное перемешивания расплава в полости формы (не такое интенсивное, как при С-ЛС), Г-ЛС способствует образованию преимущественно равномерной температуры сплава перед началом затвердевания, и, следовательно, снижает температурный градиент во всем объеме отливки. При этом, вектор направления затвердевания ориентируется по диагонали плиты к стояку, в отличие от I-ЛС, когда он направлен вдоль длины отливки, или в отличие от С-ЛС, когда он начинает ориентироваться поперек ее длины. В этом направлении площадь сечения литого изделия максимальна, а степень влияния термических напряжений минимальна. Расположение оси коробления при затвердевании плит для I-ЛС и Г-ЛС показано на рис. 3.

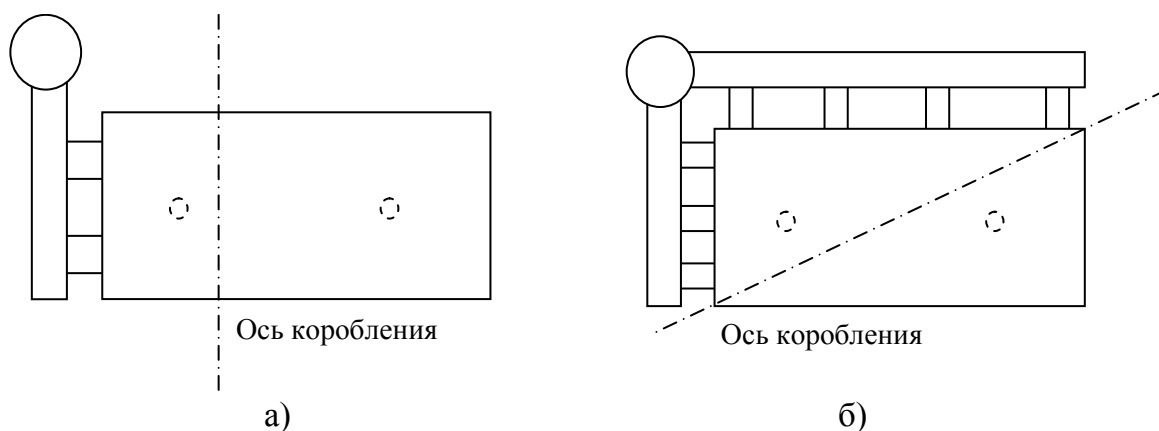


Рис. 3. Расположение оси коробления при затвердевании плиты:
а – I-ЛС; б – Г-ЛС

Для изучения литой структуры стали специально были изготовлены выпора (на рис. 3 места установки выпоров обозначены пунктирной линией в виде окружностей), из основания которых после откалывания вырезались образцы.

Результаты металлографического анализа на растровом электронном микроскопе JOEL JSM-64600LV представлены на рис. 4 и 5.

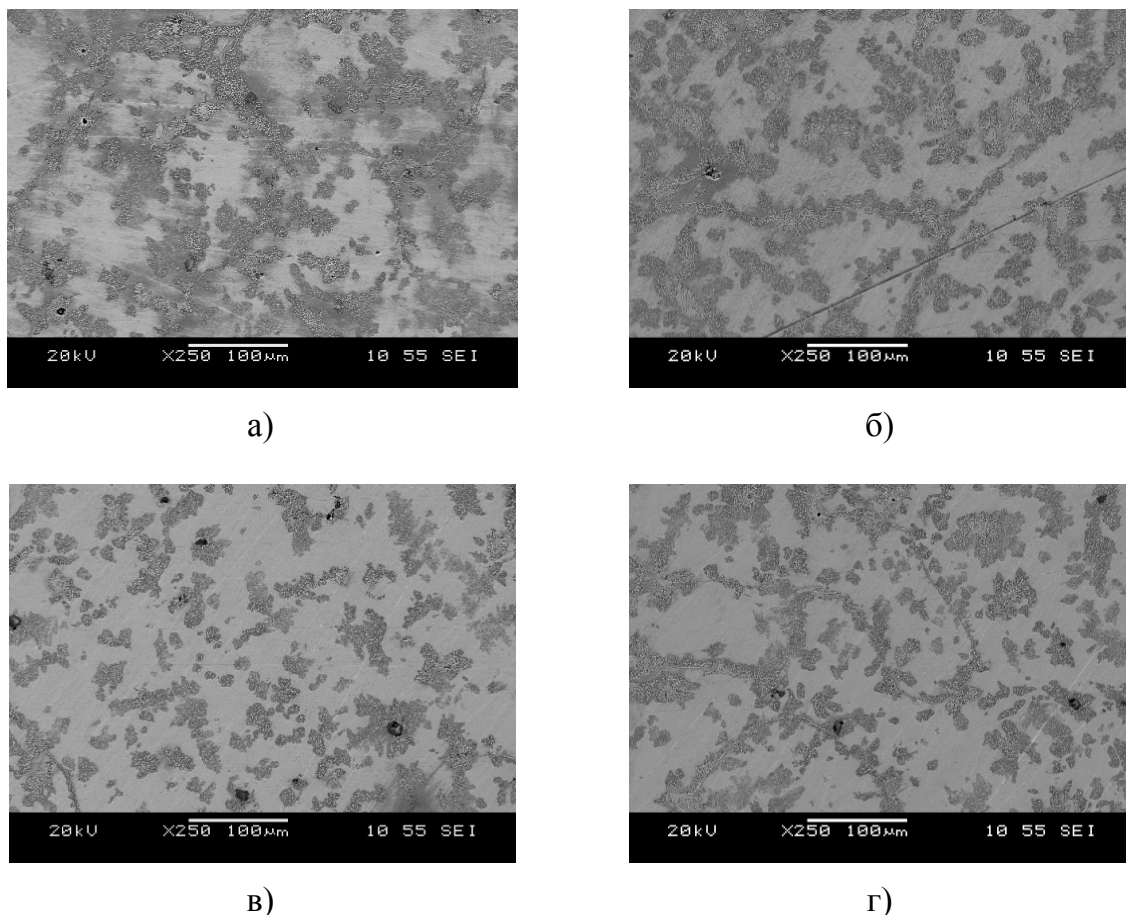


Рис. 4. Литая микроструктура стали 110Г13Л (x250): а – основание выпора слева от оси коробления (I-ЛС); б – основание выпора справа от оси коробления (I-ЛС); в – основание выпора слева от оси коробления (Г-ЛС); г – основание выпора справа от оси коробления (Г-ЛС)

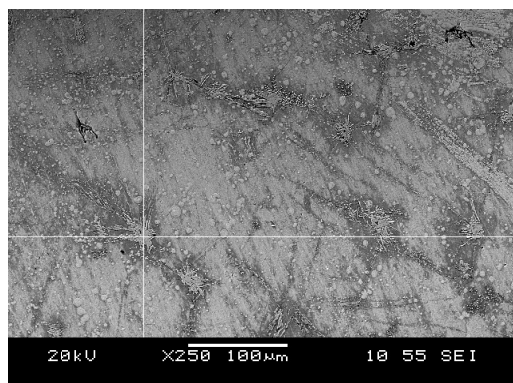


Рис. 5. Характерная литая структура стали 110Г13Л вблизи оси коробления плиты при повышенной $T_{зал}$ и высоком содержании фосфора (x250)

Установлено, что для I-ЛС, из-за местного разогрева формы и в следствии медленного охлаждения в локальной области плиты (вдоль оси коробления) формируется более крупная зернистая структура с повышенным содержанием ферритокарбидной смеси. Ситуация еще более ухудшается, если расплав заливается в перегретом состоянии и с повышенным содержанием фосфора. Образующиеся в этом случае фосфиды и игольчатые карбиды (рис. 5) являются дополнительными концентраторами напряжений. Именно по этой причине в указанном месте после закалки в плите образуются трещины. Исключает формирование таких нежелательных областей в отливке можно способом заполнения формы с Г-ЛС.

Новый технологический процесс внедрен в литейном цехе ОАО ЧЭМК. За счет снижения себестоимости изготовления плит и увеличения срока их эксплуатации суммарный годовой эффект в ценах 2009 года составил 4,3 млн руб.

Библиографический список

1. Ткачев, В.М. О критерии оценки дефектности отливок / В.М. Ткачев // Сб. материалов 12 Междунар. науч.-техн. конф. 22–25 сентября г. Запорожье. – Запорожье: Изд-во ЗНТУ, 2009.

2. Ласков, Н.А. Влияние конструкции и положения горизонтальных литниковых систем на дефектность литых плит / Н.А. Ласков, В.М. Ткачев, А.В. Карпинский // Литейщик России. – 2009. – № 6. – С. 36–40.

3. Ермаков, И.Н. Новая технологи литья стальных плит дробильных установок ферросплавного производства / И.Н. Ермаков, В.М. Ткачев // Современные проблемы электрометаллургии стали: материалы XIV Междунар. конф. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010.