

УДК: 621.74

КАЧЕСТВЕННАЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ГОРЯЧИХ ТРЕЩИН В ОТЛИВКАХ

Хасан Ахмад⁽¹⁾, Илюхин Виктор Дмитриевич⁽²⁾

*Аспирант 1 курса⁽¹⁾, кандидат технических наук, доцент⁽²⁾
Кафедра «Машины и технологии литейного производства»
Московский политехнический университет*

*Научный руководитель: И.Н. Вольнов,
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и технологии литейного производства».*

В работе выполнено сравнение натурального и вычислительного экспериментов по образованию горячих трещин (ГТ) в тестовой отливке из сплава АЛ-7 (700° С) – пробы на ГТ (рис. 1,а), залитую в неокрашенный кокиль (250° С).

На первом этапе моделирования определили теплофизические параметры в системе отливка-форма путем сравнения и подгонки кривых кристаллизации полученных в обоих экспериментах в зоне образования ГТ. На втором этапе выполнили моделирование ГТ в отливке при определенных на первом этапе теплофизических параметрах и провели количественную оценку возможности образования ГТ (рис. 2,а). На третьем этапе для подтверждения результатов второго этапа выполнили сравнение натурального и вычислительного экспериментов для второй технологической пробы (рис. 1,б) с использованием коэффициента локализации деформации (по Баландину) [1] и неравномерности деформации (по Илюхину) [2] (рис. 2,б).

По результатам исследования сделаны следующие выводы. Современные численные методы расчета напряженно-деформированного состояния отливки нечувствительны к неоднородности деформационных процессов в отливке. Кривые деформационной способности (кривая 1) и деформации в зоне образования горячей трещины (кривая 3) на рис. 2,а не пересекаются. И по И.И. Новикову [3] пересечение этих кривых есть количественный критерий образования горячей трещины.

При уточнении результатов моделирования путем использования коэффициентов локализации деформации и неравномерности деформации удастся согласовать результаты моделирования с натурным экспериментом. Сравнивая результаты по формулам Баландина (1) и Илюхина (2), можно сделать следующие заключения:

$$m = \frac{L_0}{l} - \left(1 - \frac{\mathfrak{R}_0}{\mathfrak{R}_0^*} \right), \quad (1)$$

где m - коэффициент локализации деформации, L_0 - длина образца, l - протяженность утолщения тела отливки, \mathfrak{R}_0 - приведенный размер тела, \mathfrak{R}_0^* - приведенный размер утолщения тела.

$$K = \frac{\frac{L}{l_1} \left(\frac{E_{II}}{E_I} - 1 \right)}{\left(\ln \frac{E_{II}}{E_I} \right) - \frac{k_1}{k_2} \left(\ln \frac{E_{III}}{E_{II}} \right)} \quad (2)$$

где K – коэф. неравномерности деформации, E_I, E_{II}, E_{III} – модули упругости в первой, второй, и третьей точке измерения, L – длина образца, k_1, k_2 – коэф. Пропорциональности в первой и второй области измерения.

Обе формулы уточняют результаты моделирования до их согласования с натурным экспериментом, при том, что значения по формуле Илюхина меньше, чем по формуле Баландина. Формула Баландина явно учитывает только геометрические параметры отливки, тогда как формула Илюхина - протекание процесса затвердевания. В этом смысле первая формула может служить оценкой «сверху» для прогноза образования ГТ в отливке. Имея возможность такой оценки, прогноз образования ГТ можно упростить следующим образом. Компьютерное моделирование следует выполнять только в том случае если оценка сверху дает прогноз образования ГТ, а сами результаты моделирования уточняются с помощью формулы Илюхина. Если оценка сверху не дает прогноза ГТ - компьютерное моделирование не нужно.

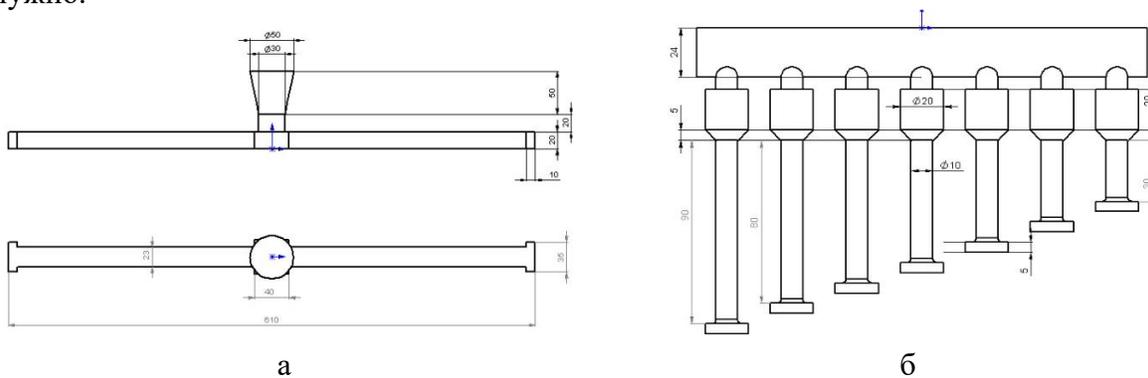


Рис. 1. Пробы на горячие трещины

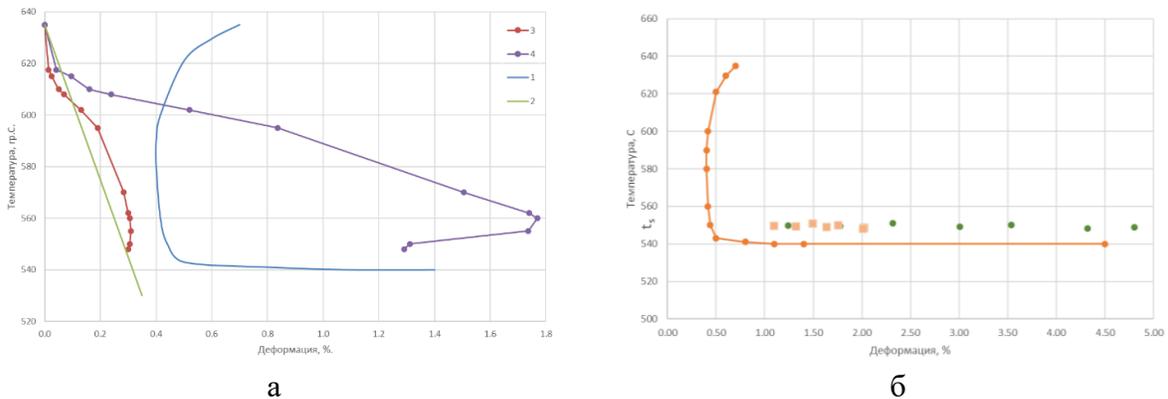


Рис. 2. а- Кривые деформации с учетом коэффициента неравномерности деформации. б- Величины деформации полученных с учетом коэффициента локализации деформаций, рассчитанного по методике Баландина (обозначено кружком) и по методике Илюхина (обозначено квадратом)

Литература

1. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливки. Часть II. – М.: Машиностроение, 1979.
2. Илюхин В.Д. Исследования силового взаимодействия затвердевающей отливки с формой и образование горячих трещин: дисс...к-та техн. наук. – М.: МАМИ, 1975. – 192 с.
3. Новиков И.И. Горячеломкость цветных металлов и сплавов. – М.: Наука, 1966.