

УДК 621 74.04

**С. И. Репах**Национальная металлургическая академия Украины (НМетАУ),  
Днепропетровск**О КОРОбЛЕНИИ ВЫПЛАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ ОТЛИВОК**

Одним из наиболее часто встречаемых дефектов отливок особо ответственного назначения, изготавливаемых методом литья по выплавляемым моделям, является их коробление (искривление). Коробление отливки может быть обусловлено как короблением самой отливки при её охлаждении в форме, так и при охлаждении и хранении её ВМ на воздухе, либо в процессе формирования на поверхности ВМ огнеупорного покрытия. Анализ условий производства отливок особо ответственного назначения показал, что, как правило, основной причиной коробления отливок являются искривления их ВМ. Поэтому повышение и стабилизация точности формы ВМ является актуальной проблемой в части повышения и стабилизации точностных параметров литья особо ответственного назначения, а разработка математической модели, позволяющей прогнозировать уровень коробления ВМ, является актуальной задачей.

Для проведения теоретических исследований в качестве объекта исследования принята ВМ отливки балочного типа несимметричного таврового сечения. Схема сечения исследуемой ВМ представлена на рис. 1.а, а вид этой короблённой ВМ сбоку – на рис. 1.б.

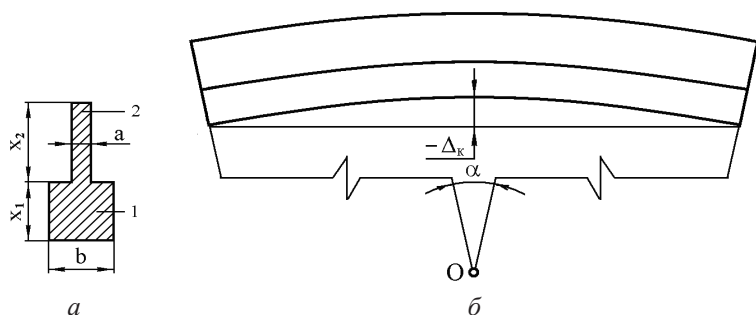


Рис.1. Схемы поперечного сечения ВМ (а, б) и схема вида ВМ сбоку (в): 1 – полка; 2 – ребро.

Величину коробления ВМ определяли, приняв следующие допущения: ВМ затвердевает и охлаждается в неподатливой пресс-форме до комнатной температуры; во время нахождения в пресс-форме затвердевание и охлаждение полки и ребра ВМ проходит независимо друг от друга, как в силовом,

так и тепловом отношении до момента перехода модельного состава в ребре ВМ из пластического в упругое состояние; переход модельного состава из пластического в упругое состояние происходит при постоянной температуре  $t_{ПУ}$ ; величина линейной усадки ребра ВМ предопределяется только её торможением со стороны стенок пресс-формы во время охлаждения; величина линейной усадки полки ВМ предопределяется только её торможением при усадке со стороны ребра; коробление ВМ, извлечённой из пресс-формы, возникает в результате различия величин линейных усадок сопрягающихся (полки и ребра) элементов ВМ; короблённая ВМ имеет дугообразный вид с условным геометрическим центром дуги в точке “О”.

Исходя из принятых допущений, получили следующую формулу:

$$-\Delta_k = \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^n \cdot \left(R_C - \sqrt{R_C^2 - 0,25 \cdot l_1^2}\right), \quad (1)$$

$$R_C = \frac{x_1 + x_2}{2} \cdot \left(\frac{l_2}{l_2 - l_1} - 1\right) - \frac{x_2 + 2 \cdot x_1}{2}, \quad l_1 = l_{ПФ} \cdot (1 - \alpha_1),$$

$$l_2 = l_{ПФ} \cdot (1 - \alpha_2),$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 \cdot \left(1 + \frac{R_1 - R_2}{R_1}\right), \quad \alpha_2 = \alpha_C - \frac{\sigma_{ТР}}{E_0} \cdot \left(\frac{l_{ПФ}}{R_2}\right)^m,$$

$$R_1 = \frac{x_1 \cdot b}{2 \cdot x_1 + 2 \cdot b - a}, \quad R_2 = \frac{x_2 \cdot a}{2 \cdot x_2 + a}$$

где  $l_{ПФ}$  – длина рабочей полости пресс-формы, м;  $\alpha_C$  – коэффициент свободной линейной усадки модельного состава;  $\sigma_{ТР}$  – касательные напряжения в ВМ, обусловленные воздействием на неё внешней нагрузки (силы трения);  $E_0$  – модуль упругости модельного состава;  $m$  – показатель степени.

Сравнительный анализ расчётных и экспериментальных данных о величине коробления реальных ВМ показал их удовлетворительную сходимость, что позволяет использовать формулу (1) для теоретической оценки влияния размеров ВМ, параметров модельного состава и давления запрессовки модельного состава в пресс-форму на величину коробления ВМ балочного типа несимметричного таврового сечения.

Применительно к ВМ любой другой конфигурации, в соответствии с

результатами анализа формулы (1), установлена закономерность понижения величины коробления ВМ с уменьшением её протяженности, а также с уменьшением коэффициента свободной линейной усадки модельного состава, используемого для изготовления ВМ.

УДК 621.744.362

**П. В. Русаков**

*Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,  
Киев*

### **ДИНАМИКА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ВИБРАЦИОННОГО УПЛОТНЕНИЯ НАСЫПНЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ**

Для процессов формовки весьма важно оптимально управлять режимами виброуплотнения насыпных литейных форм [1-3]. Специфика процессов формовки дисперсных материалов в определенной степени объясняется наличием в них двух полярных свойств: - гравитационного осыпания массы под действием случайных возмущений и статической устойчивости сжатой смеси в литейной оснастке. Оптимальное регулирование вибрации обеспечивает не только необходимую текучесть песка, но также приводит к такому изменению тиксотропных свойств формовочной смеси, в результате которого дисперсные частицы консолидируются в твердое тело. При формовке число возникающих дефектов также зависит от качества управления процессом вибрационного воздействия, т.к. в процессе сжатия формомассы на поверхности моделей протекают упругопластические деформации. С другой стороны, зарождение внутренних дефектов происходит в переходных колебательных режимах, в основном при вхождении вибрационной машины в зону рабочих частот, и при выходе из этой зоны. Как показали проведенные специальные исследования напряженно-деформированного состояния формы, в переходных режимах вибрационного воздействия динамика изменения напряжений в основном определяется конструктивной жесткостью формы и запасом мощности привода виброформовочной машины. Одновременно проводились исследования режимов вызывающих возбуждение резонансных явлений, деформирование элементов формы в нестационарных режимах виброн нагружения. Таким образом, анализ режимов формообразования показал, что основные причины снижения плотности форм вызваны переходными процессами, действием эффекта Зоммерфельда и критическим деформированием стенок контейнера. В ходе исследований также сформулированы принципы защиты и электромеханической адап-

тации процесса виброформовки применительно к меняющимся внешним условиям [4,5]. Методология синтеза самонастраивающихся вибрационных систем включает оптимизацию конструкций опок-контейнеров грузоподъемностью 0,5 - 5т. Разработан принципиально новый способ вибрационной формовки, обеспечивающий уменьшение отрицательного действия переходных процессов при выходе из состояния вибрационного воздействия.

Список литературы

1. П. В. Русаков. Способ виброформовки насыпных литейных форм с энергетическим отображением процесса дилатансии // Металл и литье
2. П. В. Русаков. Особенности моделирования виброформовочных машин с переменной присоединяемой массой // Процессы литья. 2009. – №3. – С. 35-42.
3. В. Л. Найдек, О. И. Шинский, П. В. Русаков. Энергочастотное управление режимами вибрационной формовки // Процессы литья. 2009. – №4. – С. 69-76.
4. П. В. Русаков, О. И. Шинский, В. В. Здохненко. Модель ЛТС с синхронизированными по частоте вибрационными машинами // Процессы литья. 2010. – №3. – С. 36-45.
5. П. В. Русаков. Некоторые общие принципы дуального управления процессом виброформовки // Процессы литья. 2010. – №4. – С. 35-42.

УДК 621.746.043.3

**В. Ю. Селіворстов, Ю. В. Доценко**

*Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ*

### **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО ВПЛИВУ НА РОЗПЛАВ В ЛИВАРНІЙ ФОРМІ**

Накопичений вітчизняний і зарубіжний досвід свідчить про перспективність проведення подальших досліджень і отримання результатів, що забезпечують розробку нових процесів, що використовують тиск в якості активного чинника впливу на процес структуроутворення литого металу. Зокрема, актуальною є розробка нових процесів впливу тиском на розплави усередині виливка з використанням міцністних характеристик твердого поверхневого шару металу, що герметизує систему виливок - пристрій для введення газу. Різновидами цього процесу є, відповідно, процеси газодинамічного витиснення розплаву із ливникової системи у виливок після заливки форми металом та газодинамічного впливу на рідку фазу всередині виливка з метою передачі тиску через неї впродовж всього часу твердіння.

Одним з найбільш поширених типів ливникових систем (ЛС), широко використовуваних у ливарному виробництві, є сифонна система підводу металу. При цьому витрати металу на ЛС є досить значними (до 20% маси