

В результаті аналізу факторів таких, як діаметра садки і характеристик шихти легованої сталі 30ГСЛ, визначені основні електромагнітні параметри індукційної тигельної печі: потужність, необхідна мінімальна частота струму живлення, опір завантаження індуктора, коефіцієнт корисної дії, число витків індуктора та ін. Отримані основні параметри системи індуктор-завантаження. Для визначення якісних показників індукційної тигельної печі та забезпечення ефективного нагріву шихти і плавки за короткий проміжок часу в роботі отримана залежність робочої частоти генератора для індукційної ливарної установки від розмірів кускової шихти легованої сталі. Показано, що для нагріву кускової шихти, що мають середній розмір близько 7 см, необхідна частота генератора не менше 500 Гц. Таке зниження частоти виявляється можливим завдяки тому, що в тиглях такої ємності розташовується значна кількість шматків шихти. Тому вони нагріваються не тільки кожен окремо під дією індукованих в них струмів, але і завдяки перехідним контактам між шматками. Наявність цих контактів призводить до утворення великих по перетину замкнутих електричних контурів, по яких циркулюють індуктивні струми. В роботі отримані залежності настилу струму, повної потужності системи «індуктор-метал» і сили струму в індукторі від робочої частоти струму. Встановлена залежність вибору розмірів кускової шихти і число витків індуктора від частоти струму живлення установки.

УДК 621.74

Воронова О.И., Баца И.В.

Одесский национальный политехнический университет, Одесса

ТЕРМИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ПРЕСС-ФОРМАХ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Технологические параметры литейного процесса существенно влияют на стойкость пресс-формы. Поэтому выбору оптимальных режимов литья, которые определяют стойкость пресс-форм, необходимо уделять большое внимание еще на этапе их проектирования. Стойкость пресс-формы во многом зависит от возникающих в ней температурных напряжений. Одна из причин их появления - неравномерный нагрев. С увеличением температуры элементы пресс-формы расширяются неравномерно, что порождает температурные напряжения. С ними связано усталостное разрушение и появление трещин при быстром нагревании поверхности.

Стойкость пресс-формы во многом зависит от возникающих в ней температурных напряжений. Одна из причин их появления - неравномерный нагрев. С увеличением температуры элементы пресс-формы расширяются неравномерно, что порождает температурные напряжения. С ними связано усталостное разрушение и появление трещин при быстром нагревании поверхности. Математическое моделирование температурных напряжений обычно сводят к учету тех из них, которые возникают под действием усилий на границе тела. Эту задачу можно свести к рассмотрению термонапряжений в пластине с вырезом r . Продольное температурное расширение с коэффициентом температурного расширения α будет полностью устранено, если приложить к каждому элементу пластины продольное напряжение $\sigma = -\alpha ET$, где E - модуль упругости, T - температура.

Так как вкладыши пресс-формы закреплены жестко, то выпучиваться и изгибаться они практически не могут. Поэтому учет температурных напряжений пресс-форм может быть аналогичен напряжениям при расширении и сжатии. Пластина подвержена малоциклового усталости, т.е. разрушению при повторных упругопластических деформациях, которая начинается в местах концентрации напряжений в результате развития первоначально образовавшейся трещины. В литейном производстве малоциклового усталость определяет долговечность пресс-форм в связи с повторением циклов «нагрев – охлаждение». Условия разрушения при малоциклового усталости можно записать в виде модифицированного уравнения Мэнсона, в котором амплитуду переменных деформаций ε вычисляют по формуле:

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \left(\ln \frac{1}{1-\varphi} \right)^{0,6} N_p^{-0,6} + N_0^{\frac{1}{m}} \frac{\sigma_{-1}}{E} N_p^{-\frac{1}{m}} \quad (1)$$

где φ - поперечное относительное сужение материала; N_0 - базовое число циклов нагревания; σ_{-1} - предел выносливости для базового числа циклов; m - показатель кривой усталости; E - модуль упругости; N_p - число циклов до разрушения.

Для инженерных расчетов определения напряжений можно воспользоваться формулами:

$$\sigma_r = -\frac{S}{2} \left(1 - \frac{a^2}{r^2} \right) - \frac{S}{2} \left(1 + \frac{3a^4}{r^4} - \frac{4a^2}{r^2} \right) \cos 2\Theta + \frac{\alpha E a^2}{2r^2(1-\nu)} \cdot \left(\frac{T_\phi + T_0}{2} + \frac{T_\phi - T_0}{2} \right) \cdot \Phi \left(\frac{Z}{2\sqrt{a^2 t}} \right) \quad (2)$$

$$\sigma_\varrho = -\frac{S}{2} \left(1 + \frac{a^2}{r^2} \right) + \frac{S}{2} \left(1 + \frac{3a^4}{r^4} \right) \cos 2\Theta - \frac{\alpha E a^2}{2r^2(1-\nu)} \cdot \left(\frac{T_\phi + T_0}{2} + \frac{T_\phi - T_0}{2} \right) \cdot \Phi \left(\frac{Z}{2\sqrt{a^2 t}} \right) \quad (3)$$

где S – предел статической прочности (истинное сопротивление разрыву), ν - коэф-

коэффициент Пуассона, характеризующий упругие свойства материала, Θ - угол, учитывающий особенности конфигурации вкладышей пресс-форм, T_o - температура отливки, T_{ϕ} - температура пресс-формы, $\Phi\left(\frac{Z}{2\sqrt{a^2t}}\right)$ - интеграл ошибок Гаусса, $\tilde{a} = \frac{\lambda}{\rho c}$, ρ -

плотность, c - удельная теплоемкость, λ - коэффициент теплопроводности.

Разработанная математическая модель позволяет рассчитывать величины термических напряжений пресс-формы в реальных условиях ее эксплуатации и тем самым подбирать для каждой конструкции оптимальный режим литья с минимальными термическими напряжениями.

Список литературы

1. Липтуга И.В., Ясюков В.В., Воронова О.И. Технология изготовления литых вставок пресс-форм./ Липтуга И.В., Ясюков В.В., Воронова О.И. / "Машиностроитель". – 1989. - №1. – С. 23-24

2. Воронова.О.И., Липтуга И.В. Факторы разрушения форм литья под давлением при термоциклировании. / Воронова.О.И., Липтуга И.В. / "Литейное производство". – 1996. - №7. – С.15

3. Лысенко Т.В., Прокопович И.В., Ясюков В.В., Воронова О.И. Проблемы стойкости оснастки литья под давлением. / Лысенко Т.В., Прокопович И.В., Ясюков В.В., Воронова О.И. / XIV науково-практична конференція «Литво. Металургія. 2018», Запоріжжя, 2018 р., с.51-52

УДК 669.017

Д.Б. Глушкова, А.І. Степанюк, Д. Донченко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПРЕС-ФОРМ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ МІДНИХ СПЛАВІВ

Основні напрямки перспективного створення і розширення виробництва ливарної продукції, яка буде затребувана вітчизняним машинобудуванням і прийнятна для споживачів литих заготовок в Західній Європі, можуть бути реалізовані на основі науково-технологічних розробок українських підприємств.