

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ ВНУТРІШНІХ ДЕФЕКТІВ ВИЛИВОК МЕТОДОМ НИҐАМА

Віктор Гришчак¹, Кирило Зіборов², Дмитро Гаркавенко³

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, ¹hryshchak.v.z@nmu.one,
²ziborov.k.a@nmu.one, ³harkavenko.d.v@nmu.one

Технологічний процес лиття металевих сплавів передбачає протікання складних міжфазних перетворень у сплавах. Забезпечення якості готового продукту враховує утворення внутрішньої рихлості, усадочних раковин, гарячих тріщин та залишкових напружень і деформацій.

Найбільш розповсюдженим дефектом є утворення внутрішніх пор у виливках, які суттєво зменшують механічну міцність кінцевого виробу. Дослідження процесів утворення газових пор проводиться багатьма науковими колективами, результати яких викладені зокрема у [1–3]. Одним із оптимальних алгоритмів розрахунку газової пористості є метод Ніуама [1], що надає можливість чисельним методом встановити прогнозовані області накопичення газоподібного продукту та сегрегації зерен при кристалізації розплаву.

Імовірність утворення пористості зростає зі зменшенням N_u . Якщо критерій Ніуама нижче критичного значення, то утворення пористості високовірогідно. Труднощі застосування критерію Ніуама пов'язані з тим, що немає єдиного критичного значення цього критерію для різних сплавів і умов (технологій) отримання виливків. Для низьколегованих сталей критичне значення визначено автором роботи [1]. У роботі [2] критичні значення критерію визначено на основі рентгенографічних досліджень сталевих відливних листів. У роботі [3] наведено критичні значення критерію для деяких нікелевих сплавів і високолегованих сталей.

Авторським колективом проведені дослідження сплаву 38ХНЗМФА з метою встановлення області потенційного накопичення газоподібних продуктів та утворення пухирів у середовищі Transvalor Thercast. Визначений розподіл критерію Ніуама за об'ємом виливки циліндричної заготовки дозволив проаналізувати параметри форми виливки та встановити залежність швидкості наповнення форми та наявності неметалевих домішок від режиму охолодження сплаву 38ХНЗМФА.

Встановлено, що градієнт температури, який представляє різницю між температурою точки в матеріалі та температурою сусідніх областей, дозволяє оцінити початок переходу до стану кристалізації за критерієм оцінки ризику утворення мікропористості в заданій точці виливки. Зміни елементного складу сплаву враховуються на рівні температур переходу у рідку фазу кожного металу. Область значень ризику виникнення дефектів виливки за

критерієм Ніуама варто розраховувати індивідуально для кожної групи сплавів (табл.1).

Таблиця 1 – Значення критерію Ніуама для різних груп сплавів

Сплави	Критичне значення критерію Ніуама, нижче якого існує ризик мікропористості	Критичне значення критерію Ніуама, нижче якого існує ризик мікропористості в THERCAST
Сталі	1	1
Чавун	0.75	1.333
Алюміній	0.3	3.33
Мідна основа	1.3	0.77

Таким чином, прогнозування якості виробів на основі металевих сплавів доцільно виконувати із використанням методу скінчених елементів, зокрема із використанням пакету Transvalor Thercast. Результатом багатоітераційного моделювання є науково обґрунтований вибір елементного складу металевих сплавів та режимів охолодження розплаву.

1. *Niyama E., Uchida T., Morikawa M., Saito, S.A.* Method of shrinkage prediction and its application to steel casting practice // AFS Int. Cast Met. J. – 1982. – 7, No. 3. – P. 52–63.
2. *Ou S., Carlson K. D., Beckermann C.* Feeding and risering of high-alloy steel castings // Metall. Trans. B. – 2005. – 36. – P. 97–116.
3. *Hardin R.A., Ou S., Carlson K., Beckermann C.* Relationship between Niyama criterion and radiographic testing in steel casting // AFS Trans. – 2000. – 108. – P. 53–62.

RESEARCH OF THE INTERNAL IMPERFECTIONS FORMATION PROCESS DURING CASTINGS BY MEANS OF NIYAMA METHOD

The study examines the technological process of casting metal alloys, which involves complex interphase transformations and the formation of defects such as internal porosity, shrinkage cavities, hot cracks, and residual stresses. Special attention is given to the formation of internal pores, which significantly reduce the mechanical strength of the final product, and the use of the Niyama method for numerically predicting areas of gas pore accumulation during solidification.