

Т. В. Лисенко¹, Є. М. Козішкурт², К. О. Крейцер²

¹Національний університет «Одеська політехніка», (ОП), Одеса

²Одеський національний морський університет, (ОНМУ), Одеса

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ЗГЛАДЖЕНИХ ЧАСТИНОК ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЛИВАРНИХ ПРОЦЕСІВ

Метод гідродинаміки згладжених частинок (ГЗЧ) набуває значної популярності завдяки своїй гнучкості та ефективності в моделюванні складних ливарних процесів. Застосування цього методу дозволяє суттєво розширити межі точності та деталізації досліджень фізичних явищ, які відбуваються під час заливки та кристалізації металевих сплавів.

Особливістю даного методу є безсіткова структура моделі, де середовище представляється множиною дискретних частинок, кожна з яких взаємодіє з сусідніми через згладжувальні функції (рис. 1). Відсутність традиційної обчислювальної сітки значно спрощує аналіз складних геометрій лиття, особливо при наявності рухомих границь та фазових переходів.

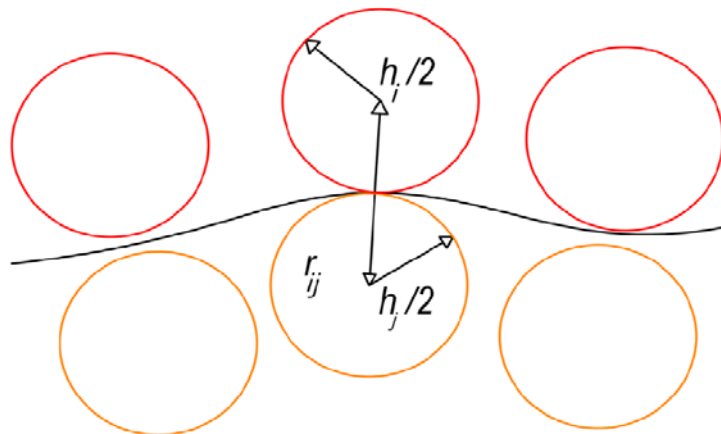


Рис. 1 - Взаємодія дискретних частинок на межі розділу фаз

Останні наукові дослідження[1,2] демонструють широку інтеграцію методу гідродинаміки згладжених частинок у комерційні та відкриті програмні пакети для моделювання ливарних процесів, таких як Magmasoft, ProCAST та FLOW-3D. Це свідчить про значний інтерес до даного методу серед інженерів і технологів ливарного виробництва.

Використання ГЗЧ у комбінації з методом кінцевих елементів дозволяє вирішувати комплексні задачі, де необхідно одночасно аналізувати поведінку рідких фаз та статичні характеристики твердої фази. Такий гібридний підхід відкриває нові можливості для прогнозування остаточних механічних властивостей литих виробів, враховуючи вплив гідродинамічних та термічних процесів на формування внутрішньої структури.

Метод характеризується високою точністю моделювання руху рідкого металу в умовах турбулентності, високих швидкостей потоку та складних температурних градієнтів, що надає можливість оптимізувати швидкість заливки та температуру розплаву. Завдяки інтегрованому підходу ГЗЧ до аналізу процесів теплообміну можливо точно прогнозувати температурні розподіли всередині литих форм, що критично важливо для регулювання технологічних режимів заливки і забезпечення високої якості продукції. Гнучкість методу також дозволяє ефективно моделювати складні зовнішні умови, такі як охолодження форми, зовнішні механічні дії, тиск та особливості атмосфери лиття, що робить отримані результати максимально наближеними до реальних виробничих умов.

Крім того, метод ГЗЧ активно використовується для аналізу та візуалізації дефектів лиття, таких як пори, усадочні дефекти, газові вclusions, завдяки чому можливе точне корегування технологічних процесів ще на етапі проектування. Застосування сучасних алгоритмів дозволяє досягти високого ступеня реалізму симуляцій, наближених до експериментальних даних.

Водночас, подальший розвиток ГЗЧ спрямований на підвищення ефективності обчислювальних алгоритмів, а також на розширення функціоналу для моделювання нових матеріалів і процесів лиття. Це включає оптимізацію використання обчислювальних ресурсів і підвищення швидкості моделювання при одночасному збереженні високої точності розрахунків.

ГЗЧ є перспективним напрямком для сучасних ливарних виробництв. Його широке впровадження у промисловість дозволить значно підвищити якість та надійність литих виробів, знизити витрати на етапах проектування та виробництва, а також скоротити час на розробку нових виробів. Це робить ГЗЧ важливим інструментом сучасного інженерного аналізу та оптимізації технологічних процесів лиття.

1. Mohammad ZARBINI SEYDANI, Abdelkader KRIMI, Sofiane KHELLADI, Marie BEDEL, Mohamed EL MANSORI - 3D numerical simulation and experimental validation of resin-bonded sand gravity casting: Filling, cooling, and solidification with SPH and ProCAST approaches - Thermal Science and Engineering Progress - Vol. 47, p.102329 - 2023.

2. Guglielmini, T. Virtual manufacturing and simulation of metal casting processes [Електронний ресурс] / Т. Guglielmini ; supervisors M. Gherlone, A. Cini ; Politecnico di Torino. – Torino, 2023. – 82 p. – URL: <https://webthesis.biblio.polito.it/29579/1/tesi.pdf>

УДК:621:74:04

Т.В.Лисенко, О.С.Рудий, А. Прокоф`єва

Національний університет «Одеська політехніка», Одеса

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ ТРУБОПРОВІДНОЇ АРМАТУРИ

Виливки із СЧ250, що використовуються для виробництва трубопровідної арматури (засувки, клапани, затвори, крани), повинні відповідати суворим технічним стандартам по хімічному складу, механічним властивостям. Жорсткі вимоги висуваються до структури та герметичності виливок [1,2]. На базі БМЗ «Прогрес» була проведена серія експериментальних досліджень, за результатами яких розроблена технологія та отримані рекомендації по оптимальним параметрам лиття виливок «Кришка» та «Корпус» для трубопровідної арматури. Нова технологія виготовлення дозволила отримати виливки необхідної якості.

На підприємстві плавлення металу виконується на кислі футеровці в індукційні печі ємністю 1 т. Підготовлена шихта завантажується в індукційну піч, після отримання 2/3 печі рідкого розплаву відбирається проміжна проба. Склад шихти наведений в таблиці 1

Таблица 1

№	Найменування матеріалу	Марка	ГОСТ або ТУ	Масова доля в шихті
1	2	3	4	5
1	Зворот власного виробництва	СЧ250	ДСТУ 8833:2019	27,2
2	Лом чавунний	17А		61