

ТОПЛИННО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НА ОТЛИВКА-ФОРМА СЪС СЛОЖНА ГЕОМЕТРИЯ

CAST-MOULD THERMAL INTERACTION WITH COMPLEX GEOMETRY ТЕПЛОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОТЛИВКИ-ФОРМА СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ

гл.ас. инж. Манева А., доц. д-р инж. Бушев С.
Институт по металознание съоръжения и технологии "Акад. А. Балевски"
с център по хидро-аеродинамика - БАН, София, България
E-mail:anna13@abv.bg; stbushev@abv.bg

Abstract: The aim of this article is to show the influence complex geometry of the mold work surface on the heat transfer in the system cast and mold. It is obtain the numerical solution of the temperature field of cooling for small time. The places of intense heat exchange are presented under the work surface.

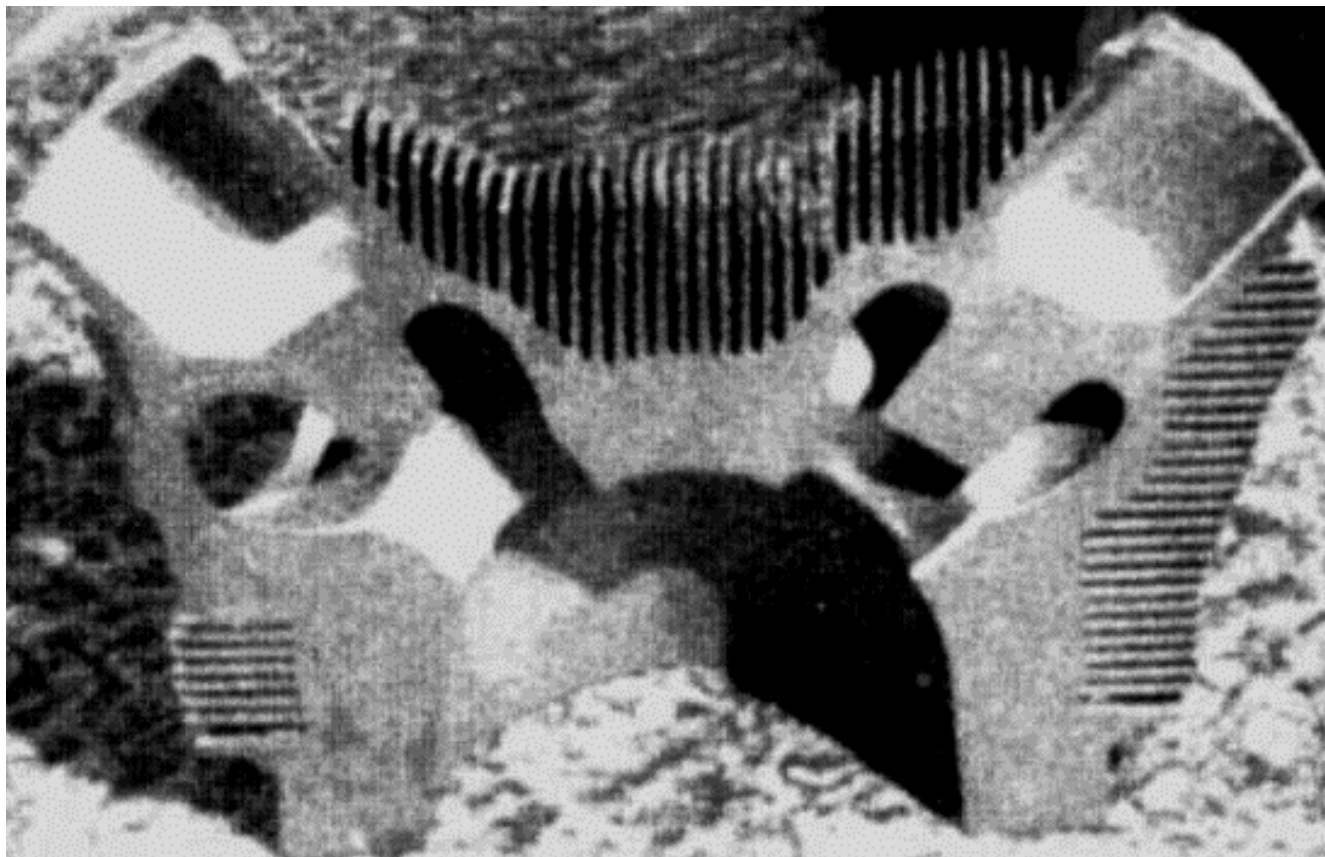
Keywords: WORK SURFACE COMPLEX GEOMETRY OF THE MOLD

1. Въведение

Известно е, че леярският процес е икономически най-изгодното производство на изделия от метали и сплави и то със сложна геометрия [1, 2, 3]. В тази работа се представя начало на изследване на влиянието на сложна геометрия на отливката върху процесът на формиране на отливка чрез фазов преход от първи род.

2. Предпоставки и средства за решаване на проблема

На фиг. 1 е представено напречното сечение на отливка със сложна геометрия – моторна глава на самолетен двигател [3].



Фиг.1. Моторна глава на самолетен двигател – напречно сечение на отливка от алуминиева сплав със сложна геометрия.

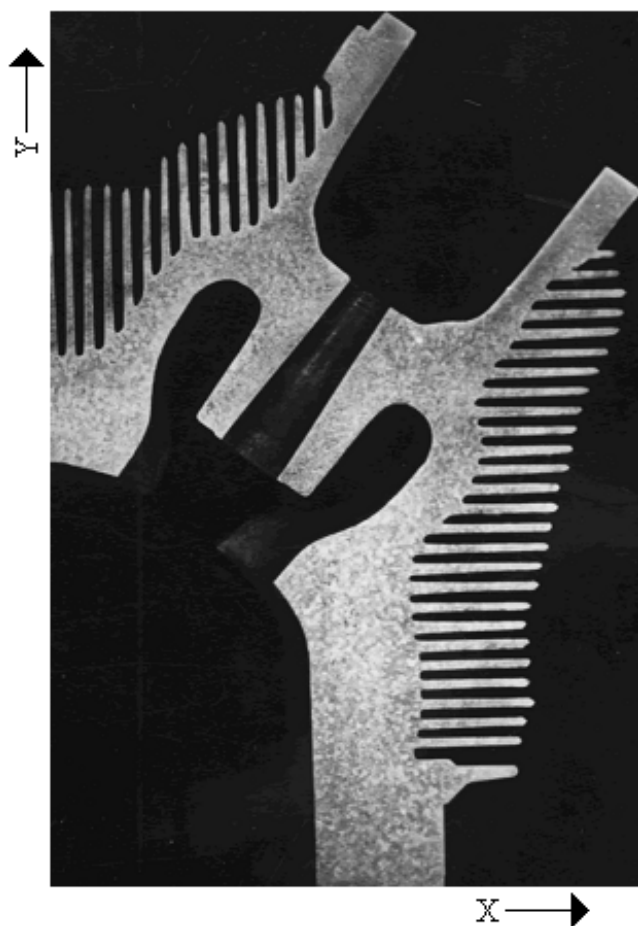
От Фиг. 1 за отливката следват две изисквания – геометрия и взаимодействие между локални обеми на отливка и форма. Геометрията на изделието е съвкупност от: тънки ребра с различна дължина, дебели стени с различни закръгления и ръбове. Геометрията на изделието е и работната повърхност на системата отливка/форма. От инженерната термодинамика е известно, че ребра се използват за охлаждане т.е. охлаждането на ребрата е интензивен фактор, който дефинира различни скорости на топлопредаване в процесът на формиране (затвърдяване) на отливката.

По тази причина се прави подробен анализ на геометрията чрез числен анализ на топлообмена отливка/форма.

Методологията е:

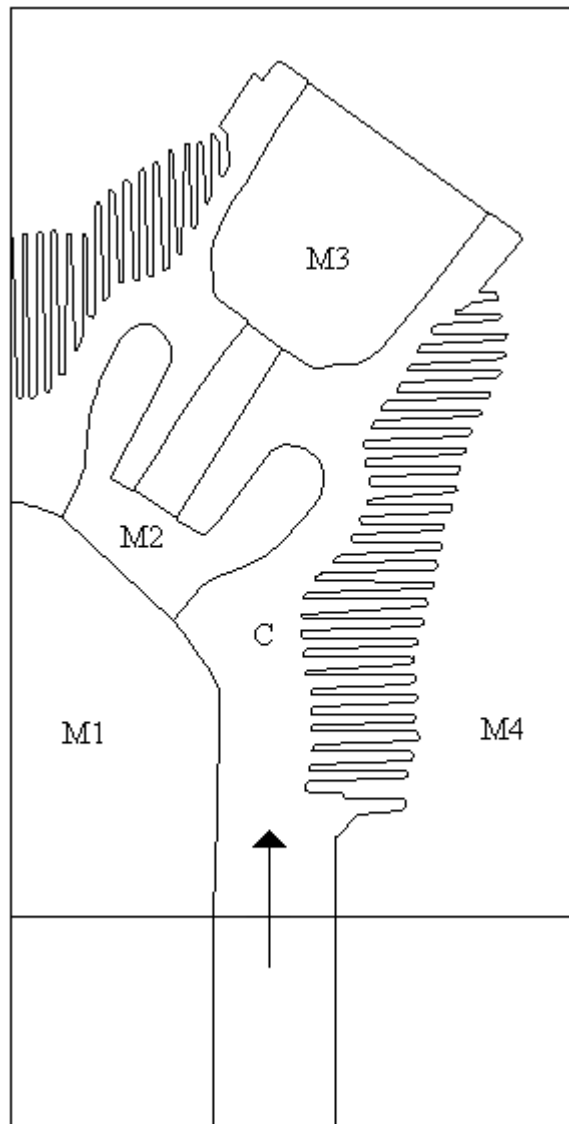
1. Системата отливка-форма се разделя на отделни области;
2. Условието на контактния топлообмен при работната повърхност се приема за едни и същи;
3. Подготовка за числено изследване чрез метод на крайни елементи.

На Фиг. 2 се представя избрана изрязана област от изделието:



Фиг.2 Изрязана област от изделието за макро-шлиф. Работната повърхност ясно се вижда.

От Фиг.2 може да се получат координатите на точки чрез, които да се изчертае равнинната геометрична фигура. Обемът за числено изследване се създава като координатната ос Z е перпендикулярна на равнината (X, Y).



Фиг.3 Геометрична схема на системата отливка – форма за числен анализ с метод на крайни елементи,

където C – отливка; ↑ – запълване със стопилка; M – форма със сърца M1, M2, M3 и външна част M4.

От Фиг. 3 удобно се получава мрежата от крайни елементи за числено изследване на топлообмена при работната повърхност.

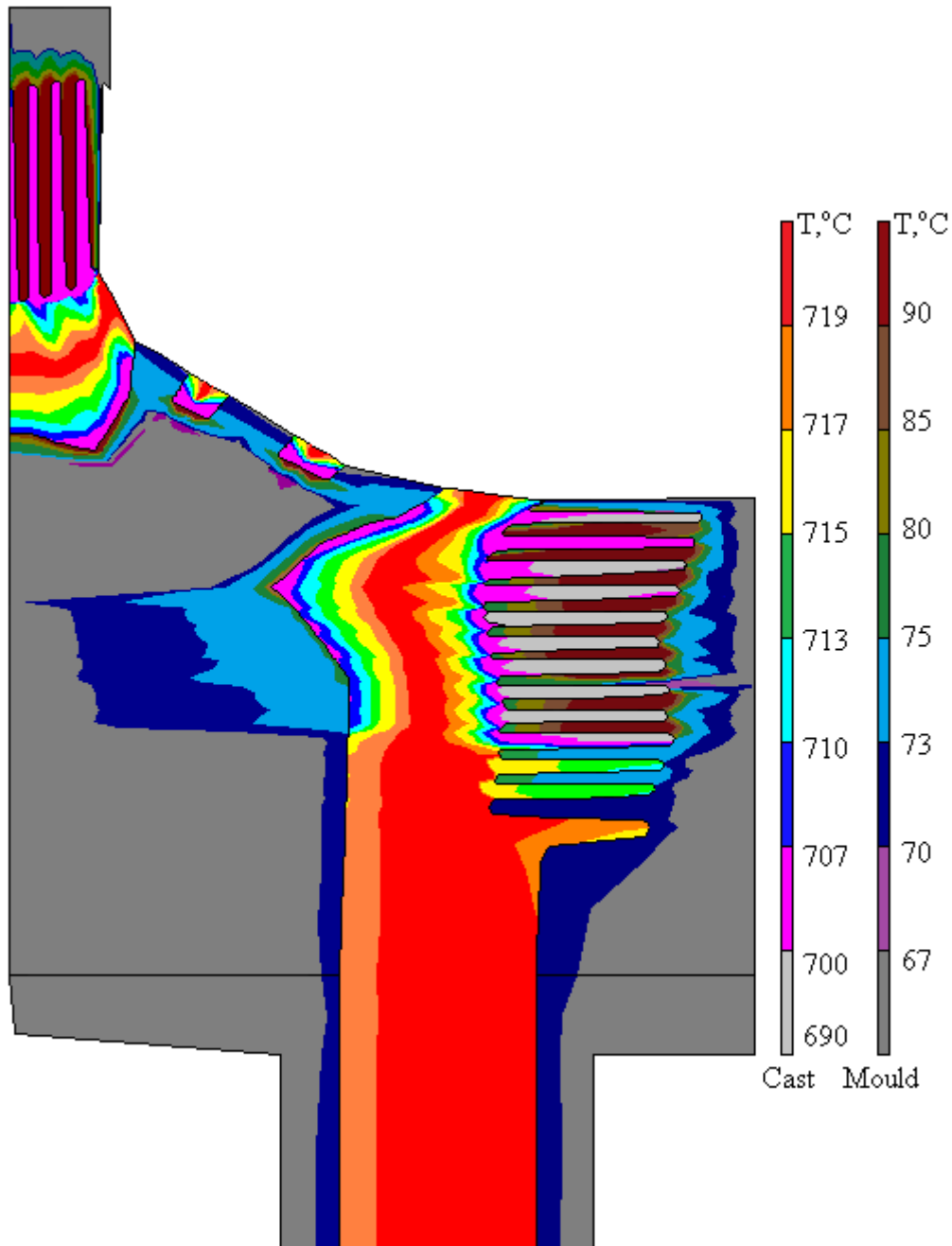
В численото изследване не се отчита процеса на запълване със стопилка на кухината на формата и се приема:

1. Коефициентът на топлопредаване при работната повърхност е един и същ за цялата повърхност;
2. Началните температури на формата са едни и същи, и са много ниски под сто градуса;
3. Началната температура на стопилката е нормална за алуминиеви сплави;
4. Теплообмена при външната повърхност на формата е с един и същ коефициент на топлопредаване в пъти по-голям от този при работната повърхност;
5. Дебелината на външната форма е избрана да бъде малка, като формата е само стоманена в този числен анализ.

3. Числени резултати и анализ

Началните, граничните условия и материала на формата позволяват в много малките времена да се прояви влиянието на контактния топлообмен върху изолините на температурното поле.

На Фиг. 4 е показано изчисленото температурно поле на част от системата. Ясно се вижда само по изолините характерните участъци с много интензивен топлообмен както следва



Фиг.4 Изчислено температурно поле в начален етап $t = 0,06290$ s на охлаждане на стопилка в студена форма – част от моторна глава на самолетен двигател с характерни геометрични елементи.

4. Кратък анализ на резултатите

Ребрата се охлаждат бързо, както и в места където има ъгли (Фиг. 4). В стопилката и формата се вижда добре изразено влияние на геометрията на работната повърхност върху изолините в близост до нея.

Високият топлообмен на външната повърхност също помага да се открие сложната геометрия на работната повърхност върху вида на температурното поле.

Мрежата от крайни елементи се диктува от най-малкият геометричен детайл на повърхността. Тази мрежа лесно може да се съчетае с много малки размери. Това предимство на метода се използва чрез така наречените адаптивни мрежи.

Тези резултати са много интересни за съпоставителен анализ от начални условия, различни коефициенти на охлаждане при работната и външната повърхност на формата.

5. Изводи

1. Представен е числен анализ в начален етап (малки времена) на топлинно взаимодействие на система отливка форма със сложна геометрия на работната повърхност.
2. Числените експерименти доказаха влиянието на сложната геометрия върху топлообмена при работната повърхност.

6. Литература

1. А. Балеvски, И. Димов, Метод за леене под налягане, Български патент 187/1961; British Patent No 989,353, 1965.
2. М. С. Флемингс, Процессы затвердевания, "Мир", Москва, 1977.
3. J. Arsov, E. Momchilov, K. Daskalov, G. Bachvarov, Theoretical And Technological Fundamentals of Gas Counter-Pressure Casting, "Prof. Marin Drinov" Publishing House, Sofia, 2007. ISBN 978-954-322-199-8