

Симулиране на охлаждането при термична обработка на едрогабаритен детайл

Стилияна Борисова-Маринова

Simulation of cooling in the heat treatment of detail with a large cross-section: The heat treatment of details with a large cross-section differs with a number of specific features. The cooling run relatively slowly however observed large differences in the intensity of the cooling of internal and external areas of the section. The temperature differences in section lead to differences in phase conversions and therefore to obtain the various structures and properties of materials. Simulating thermal processes allows to determining if heat treatment is appropriate for the case and giving an idea what structure will be obtained after cooling.

Key words: Heat treatment, Cooling, Simulation of thermal processes

ВЪВЕДЕНИЕ

Термичната обработка е заключителен етап в металургичния цикъл на производство на едрогабаритни изковки и изделия и формира окончателно тяхната структура и свойства. Термичната обработка на изделия и полуфабрикати, имащи големи сечения се отличава с редица специфични особености. Охлаждането на големи детайли на въздух, в масло и дори във вода, от температурата на аустенитизация, протича сравнително бавно, но въпреки това се наблюдават големи различия в интензивността на охлаждане на вътрешните и външните зони от сечението.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В разработката ще покажа симулирането на охлаждане в определен термичен интервал. Детайлът представлява вал за горещо валцоване с размери: обща дължина $L=4440$, размер на най-голямото сечение $\Phi=1100$, размери на най-малкото сечение $\Phi 540 \times 400$. Изработен е от стомана 60ХГ и е с маса 18100 кг.

Най-съществената особеност при термичната обработка на едрогабаритни изделия е наличието на значителни температурни разлики не само в отделните сечения, но и във вътрешните и външните зони на отделното сечение.. Неедновременното изменение на температурата по сечението води до неедновременно протичане на фазовите превръщания, а следователно и до получаване на различни структури и свойства на материала. Основен проблем е избора на начин на охлаждане, съответно скорост и време, за което ще се осъществи. Поради огромните размери на тези детайли, реалните експерименти са изключително трудоемки и икономически неизгодни за осъществяване.

Определянето на температурното поле и познаването на термокинетичните диаграми за разпадане на преохладения аустенит, дават възможност да се предскаже характера на структурите, които ще се образуват след охлаждане, а също и какви ще бъдат свойствата на материала.

В процеса на охлаждане стойностите на топлофизическите константи се изменят като функция на температурното и структурното състояние. Фазовите превръщания при охлаждане са съпроводени от отделяне на топлина, което преустановява или намалява понижаването на температурата в разглеждания обем. Количеството отделена топлина ще зависи от химичния състав на аустенита, типа и степента на неговото превръщане,

Цел на експеримента: Да се симулира процеса на охлаждане в температурния интервал 850 - 330°C при термична обработка на вал за горещо валцоване.

За целта на експеримента е използван програмният продукт Comsol Multiphysics, работещ по МКЕ.

Направени са следните допускания с цел да не се увеличи недопустимо много времето, необходимо за изчислителния процес:

- Геометрията на вала е опростена, за да не се увеличи ненужно броя на крайните елементи.
- Температурата на околната среда е постоянна през процеса на охлаждане и е $T=20^{\circ}\text{C}$.
- По време на охлаждането не се отчитат въздушни течения.

Избран е модулът Heat Transfer с частта си Transient analysis. В Space Dimension се указва размерността на вала – 3D.

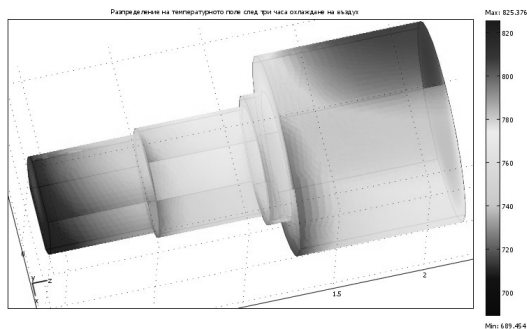
Следващата стъпка е създаването на моделът с реални размери и указването на материала, от който е направен.

Термичната обработка, на която се подлага вала е нормализация и високотемпературно отвързване. Ще покажа симулиране на охлаждането на въздух в температурния интервал 850 - 330 $^{\circ}\text{C}$.

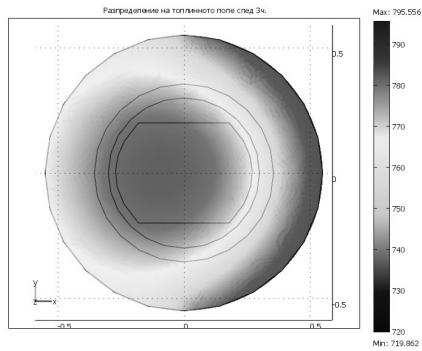
Моделиране на температурното поле при охлаждане в интервала 850 - 330 $^{\circ}\text{C}$

Показвам решението през три различни периода, след началото на охлаждането, като визуализирам за всеки период най-голямото и най-малкото сечение, с цел да се проследят разликите в температурите и да се прецени температурния градиент.

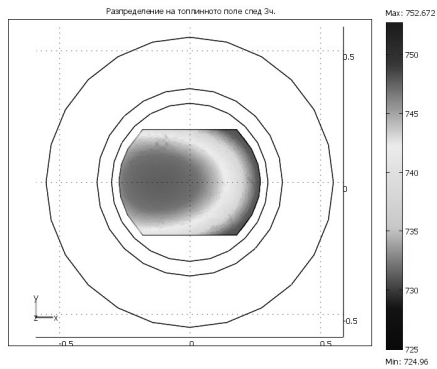
На фиг. 1, 1а, 1б е представено разпределението на температурното поле в най-голямото и най-малкото сечение след три часа от началото на охлаждането. На фиг. 3а и 3б е представено разпределението на температурното поле след 10 часа. На фиг. 4а и 4б (след 28 часа охлаждане) се вижда, че процесът е почти приключил.



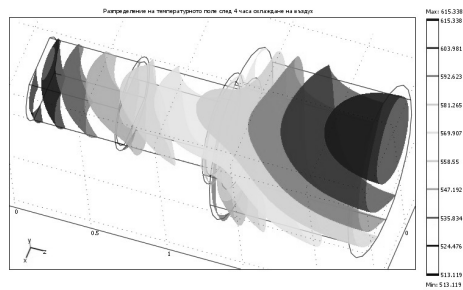
Фиг.1 Разпределение на температурното поле след три часа охлаждане на въздух



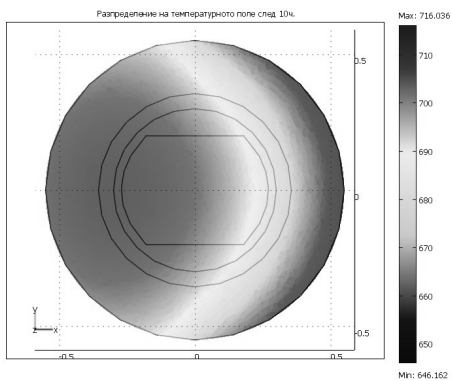
Фиг.1а Разпределение на топлинно поле след три часа охлаждане на въздух – по сечения



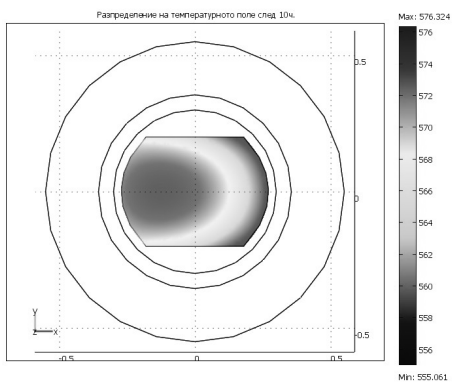
Фиг.16 Разпределение на топлинно поле след три часа охлаждане на въздух – по сечения



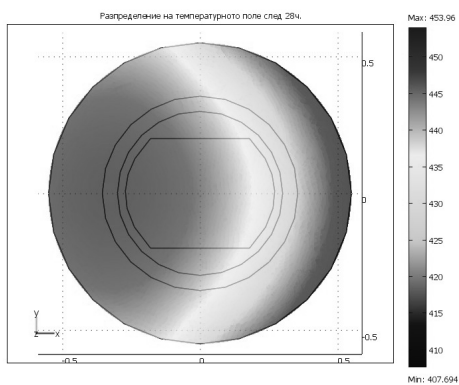
Фиг.2 Разпределение на температурното поле след 4 часа охлаждане на въздух



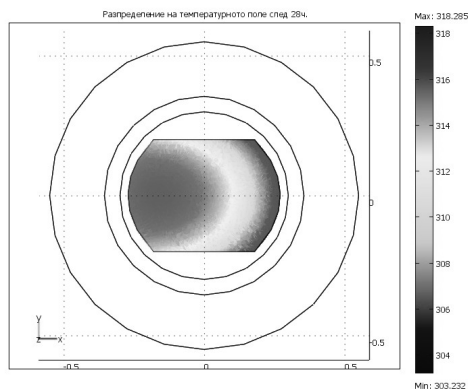
Фиг.3а Разпределение на топлинно поле след 10 часа охлаждане на въздух – по сечения



Фиг.3б Разпределение на топлинно поле след три часа охлаждане на въздух – по сечения



Фиг.4а Разпределение на топлинно поле след 28 часа охлаждане на въздух – по сечения



Фиг.46 Разпределение на топлинно поле след 28 часа охлаждане на въздух – по сечения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Чрез моделиране на температурното поле и симулирането на процеса на охлаждане може да се направи следния извод:

Намаляването на температурата е плавно, без големи разлики между централните и повърхностните слоеве на вала. Разликите в температурите на най-голямото и най-малкото сечение на вала са в допустимите граници. Температурният градиент е нисък. Не се очаква поява на флокени, свързани с начина на охлаждане.

ЛИТЕРАТУРА

1. Башнин Ю. А., Ушаков Б. К., Секей А. Г., Технология термической обработки, Металлургия, Москва, 1988.
2. Бреббия К., Теллес Ж., Вроубел Л., Методы граничных элементов, Мир, Москва, 1987.
3. Материалы в машиностроении том - 2, Справочник, Машиностроение, Москва, 1987
4. Соколов К. Н., Коротич И. К., Технология термической обработки и проектирование термических цехов, Металлургия, Москва, 1988.

За контакти: Маг. инж. Стилияна Бориславова Борисова-Маринова, докторант в катедра „Материалознание и технология на материалите“, Технически университет София, e-mail: stilianamarinova@yahoo.com

Докладът е рецензиран.