

Рис.1. Петли гистерезиса, измеренные вдоль оси легкого намагничивания (ОЛН) и перпендикулярно к ней (ОТН), пленки толщиной 200 нм сплава Fe-Si-B-Nb-Cu в состоянии после получения (а) и после отжига при температурах 350°C (б), 400°C (в) и 450°C (г)

1. Y. Yoshizawa, S. Oguma, and K. Yamauchi, Journ. Appl. Phys., **64**, 6044 (1998).
2. F. Zighem, A. El Bahoui, J. Moulin and et. al, Journ. Appl. Phys., **116**, 1 (2014).
3. W. Wang, Thin Solid Films, **484**, 299 (2005).

МЕТОД РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕНА В СИСТЕМАХ С ФАЗОВЫМИ ПРЕВРАЩЕНИЯМИ И ПОДВИЖНЫМИ ГРАНИЦАМИ ЗОН

Черных В.Н., Денисов М.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: vladislav.5@mail.ru

THE METHOD OF CALCULATION OF HEAT EXCHANGE IN SYSTEMS WITH PHASE TRANSFORMATIONS AND MOBILE BORDERS OF ZONES

Chernykh V.N., Denisov M.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The article is devoted to development of a method of modeling heat oxidized metal blanks that have changed over time the size and thickness of the layer of scale. Used in the design approach facilitates the use of modern software packages for the analysis of objects with variable geometry and due to this can dramatically reduce the complexity of the development of mathematical models of a number of process metallurgy. The experimental method of verification. The possibility of using the simulation method for improved ways of controlling industrial heating processes.

Для моделирования теплофизического процесса с применением программных пакетов инженерного анализа разработан метод эквивалентной теплопроводности расчета нагрева тел с переменными размерами. Метод базируется на применении теории подобия к решению задач нестационарной теплопроводности. Вычислительный алгоритм изменен за счет использования принципа суперпозиции, позволяющего алгебраически складывать результаты действия взаимно независимых источников тепла. При решении задачи реальное тело с подвижными границами заменяется условным телом с постоянными усредненными размерами. У такого тела вместо размеров изменяются свойства, определяемые по условию равенства чисел подобия теплофизических процессов с реальными телами.

Метод эквивалентной теплопроводности использован при разработке математического описания процесса нагрева окисляющегося металла. Перед использованием метода определено распределение толщины слоя окалины во времени. Задача расчета нагрева заготовки с растущей во времени толщиной слоя окалины на поверхности решена в программном пакете ANSYS. Для этого процесс представлен задачей нестационарной теплопроводности с соответствующими граничными условиями [1]. Заготовка рассматривается как составной объект, образованный группой тел (металлом и окалиной). Для учета условий проверочного эксперимента на наружной поверхности объекта заданы значения температуры, меняющейся во времени. Для каждого тела заданы соответствующие температуре материалов свойства.

Толщина слоя окалины на поверхностях заготовок изменяется во времени. Через скорость перемещения металла была выражена зависимость толщины окалины от координаты заготовки. Толщина окалины однозначно определялась температурой поверхности заготовки.

Апробация метода моделирования нагрева окисляющегося металла проведена при сопоставлении результатов расчетов, выполненных для условий промышленных экспериментов, с результатами измерений в опытах. Сравнивались погрешности бесконтактного измерения температуры металла пирометрами, определявшиеся расчетом на основе разработанного метода или экспериментально по разнице показаний радиационного и оптического пирометра и контактной термопары [2]. Сравнение показало (рис. 1), что расхождение данных расчетов и экспериментов не превышает погрешности промышленных измерений.

Разрабатываются схемы решения задач с фазовыми превращениями при промерзании пучнистых грунтов под фундаментами зданий.

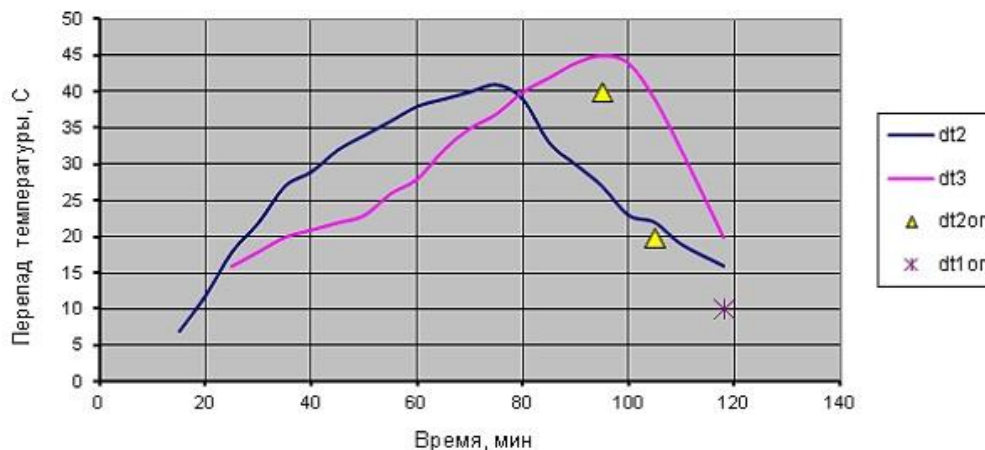


Рис. 1. Сравнение перепадов температуры по толщине окалины, определенных расчетом (dt2, dt3), и экспериментальные значения поправок к показаниям пирометра, полученные в опытах (dt1оп, dt2оп).

1. Денисов М.А., Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE–проектирование: учебное пособие, 149 (2011).
2. Денисов М.А., Соловьев К.Г., Сталь, №2, 90-95 (2010).

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ МЕТОДИК РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕННИКОВ СРАВНЕНИЕМ С РАСЧЕТАМИ В ANSYS FLUENT

Илюхин П.А., Черных В.Н., Денисов М.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: vladislav.5@mail.ru

ASSESSMENT OF ACCURACY OF ENGINEERING METHOD OF CALCULATION OF HEAT EXCHANGERS COMPARISON WITH CALCULATIONS IN ANSYS FLUENT

Ilyukhin P.A., Chernykh V.N., Denisov M.A.

UralFederalUniversity, Yekaterinburg, Russia

Инженерные методики расчета рекуператоров считаются достаточно проработанными для практических целей и широко применяются при проектировании промышленных теплообменников. В учебном процессе кафедр, изучающих техническую теплофизику, методики используются при курсовом и дипломном проектировании.