

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГУМАНИТАРНЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

*МАТЕРИАЛЫ
X МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ*

20-21 марта 2012 г.

Москва 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Алексеева Е. Е.</i> МЕТОДИКА РАЗЛОЖЕНИЯ В СТЕПЕННОЙ РЯД АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ.....	11
<i>Бородаев И.А., Желтухин В.С.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА С ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПЛАЗМОЙ Пониженного Давления.....	16
<i>Ерунова И. Б.</i> ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ О ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ НАД ТВЕРДЫМ ТЕЛОМ.....	21
<i>Мегралиев Я. Т., Абдуллаева Г.З.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С НЕКЛАССИЧЕСКИМИ КРАЕВЫМИ УСЛОВИЯМИ.....	25
•f>> <i>Пивнева СВ., Трифонов М.А., Твердохлебов А.Я.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В ПРЯМОТОЧНЫХ КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	32
<i>Телгожаева Ф. С.</i> РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	34
<i>Яковлев. А.С., Степанов С.Л.</i> ВЛИЯНИЕ ШЕЙКООБРАЗОВАНИЯ У ВЕРШИН ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТРЕЩИНЫ В ПЛОСКОМ ОБРАЗЦЕ НА МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ.....	39

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Азнаева М.Р., Калякина О. П.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ Г. КРАСНОЯРСКА.....	44
--	----

Литература

1. Melnikov B. Once more on the edge-minimization of nondeterministic finite automata and the connected problems // Fundamenta Informatica. — 2010. — P. 267-283.
2. Егоров А. Г. Организация рабочего процесса в камерах сгорания двигательных и энергетических установок нового поколения / А. Г. Егоров, С. В. Пивнева // Вестник Самарского гос. аэрокосмического ун-та. № 2 (10). Ч. 1. - Самара : Изд-во СГАУ, 2006. - С. 104-110.
3. Егоров А. Г. Организация рабочего процесса в камерах сгорания реактивных двигателей на псевдожидком топливе / А. Г. Егоров, С. В. Пивнева, А. Н. Попов // Актуальные проблемы российской космонавтики : труды XXXII академических чтений по космонавтике (29 января-1 февраля 2008 г.).-М., 2008.-С. 180-182.
4. Мельников Б. Ф. Использование сетей Петри для моделирования процесса принятия управленческих решений / Б. Ф. Мельников, Т. Н. Зубова // Вектор науки ТГУ. — № 3 (17).-Тольятти, 2011.
5. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем : пер. с англ. - М. : Мир. 1984.-264 с.

Телгожаева Ф.С.

КазНУ им. аль-Фараби, Казахстан, Алматы

РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Расчетные методы определения температуры поверхности, недоступной для прямого термометрирования, можно разделить на методы, основанные на решении прямых задач теплопроводности [1,21] и методы, основанные на решении обратных задач теплопроводности [2,45]. Сначала рассмотрим первый подход.

Общая теория теплопроводности в материалах использует понятия и законы, известные в теории теплопроводности. Но теоретические формулы расчета тепловых процессов, как правило, носят вспомогательный характер и только показывают взаимосвязь переменных процесса выделения теплоты в приближении, так как используют зависимости, полученные путем схематизации и упрощения действительных процессов распространения теплоты. Эти упрощения в основном сводятся к следующему: источники теплоты считают либо сосредоточенными, либо распределенными по соответствующему закону. Это позволяет относительно просто описать процесс распространения теплоты.

Вышеперечисленные допущения позволяют получить стройную теорию распределения температуры в телах при нагреве их различными источниками теплоты. Эта теория хорошо отражает качественную картину, а в ряде случаев дает даже достаточную для технических расчетов точность описания процессов теплопереноса. Можно отметить, что наибольшие погрешности в описании полей температур наблюдаются в зонах действия источников теплоты. В нашем случае это зона электрического контакта электрода и восстанавливаемой детали.

Современные проблемы гуманитарных и естественных наук 20-21 марта 2012 г. Том I

В специальной литературе можно найти сложные расчетные формулы для определения температурных полей в восстанавливаемых деталях. Расчеты такого рода технологами используются крайне редко. Это объясняется тем, что достоверность подобных расчетов недостаточна. Обычный расчетный аппарат, несмотря на его громоздкость, не в состоянии учесть все переменные параметры процесса.

Так, например, одно из основных упрощений заключается в том, что при расчетах тепловых процессов используются средние значения теплофизических характеристик металла. То есть не производится учет их изменения с ростом температуры, хотя на самом деле это не всегда правомерно. В связи с этим в расчетах возникают неточности.

Величины погрешностей достигают десятков процентов от истинного значения. Величины теплофизических характеристик с ростом температуры довольно резко меняется (особенно в температурном интервале 700-800° С). Это объясняется высоким потреблением теплоты в процессе нагрева при структурных превращениях в стали, происходящих в данном температурном интервале.

Качественно картина тепловых процессов при переменных теплофизических свойствах, сохранится той же самой, но количественные результаты могут существенно отличаться от результатов, которые получены экспериментально. Поэтому в расчетах по нагреву металлов вводятся высокие коэффициенты запаса. Например, при определении длительности пребывания металла при высоких температурах, поправочные коэффициенты при различных материалах и формах деталей. В более сложных случаях обращаются к экспериментальным данным.

Экспериментальное определение температур в технологических процессах имеет свои преимущества перед расчетными методами, но и уступает им в трудоемкости и возможности получения и анализа общих закономерностей. Рациональным следует считать подход, при котором оба метода дополняют друг друга.

Для целенаправленного изменения режимов электроконтактного нагрева, необходимо отчетливо представлять сущность тепловых процессов в контакте. Правильное же понимание физической сущности тепловых процессов невозможно без тех теоретических расчетных формул, которые могут считаться достоверными.

Предпосылки к переходу к определению температуры поверхности путем решения обратных задач

В настоящее время для прогнозирующих описаний тепловых процессов при исследовании технологий восстановления деталей машин с использованием электроконтактного нагрева начинает все более широко использоваться математическое моделирование, основанное на решении обратных задач теплопроводности.

В результате анализа проблем совершенствования процессов электроконтактной термомеханической обработки нами совместно с технологами Алтайского государственного аграрного университета установлено, что для их решения необходимо как можно более подробно исследовать тепловые процессы, протекающие в системе электрод-деталь- теплоотводящая масса. Исследование тепловых процессов эффективно осуществляется путем их моделирования и идентификации.

Моделирование и идентификация процессов теплопереноса представляют собой два последовательных этапа в решении ряда проблем, с которыми приходится иметь дело при исследовании тепловых процессов. На этапе идентификации решаются обратные задачи теплопроводности, в которых по результатам термометрирования

объекта исследований определяются требуемые характеристики исследуемого процесса, недоступные для непосредственного наблюдения.

Исследование процессов теплопереноса в деталях почвообрабатывающих машин при их восстановлении электроконтактным нагревом с помощью решения прямых задач теплопроводности заключается в определении температуры какой либо поверхности как функции, меняющейся во времени и пространстве.

При постановке прямой задачи тепловые процессы описываются дифференциальными уравнениями в частных производных, в частности в случае распространения тепла только за счет теплопроводности, уравнением теплопроводности, которое имеет множество решений. Для получения единственного решения (это существенно для любого технологического процесса) задаются граничные (краевые) условия, для нестационарных задач дополнительно задаются начальные условия.

Гарантировать корректность постановки задачи в смысле существования и единственности решения - первый шаг проводимых исследований. После установления единственности решения возникает задача обеспечения его устойчивости.

Точность решения прямой задачи в реальной практике для конкретных технологических процессов требует дополнительных, достаточно сложных теплофизических экспериментов, требуемых для получения исходной информации о теплофизических характеристиках, что снижает эффективность математического моделирования. Кроме того, решение прямых задач теплопроводности сопровождается большими трудностями, обусловленными сложностью задания условий однозначности в связи с необходимостью учета эффектов нестационарности и нелинейности теплообменных процессов, протекающих в деталях. Эти эффекты существенно ограничивают применение классических методов и требуют создания новых подходов.

Перспективным для исследования тепловых процессов в деталях при их восстановлении электроконтактным термомеханическим деформированием является использование методов обратных задач. Одно из основных преимуществ методов ОЗТ заключается в том, что они позволяют проводить экспериментальные исследования с использованием дополнительных экспериментальных данных о тепловом состоянии объектов исследования.

Методы ОЗТ достаточно хорошо разработаны и используются в машиностроении, металлургии, самолетостроении, ракетной технике и других областях промышленности.

Это дает основание при исследовании тепловых процессов с целью разработки и дальнейшего развития технологических процессов электроконтактной термомеханической обработки для восстановления деталей почвообрабатывающих машин применять методы, основанные на решении ОЗТ.

Согласно имеющейся классификации все существующие ОЗТ можно разделить на следующие: коэффициентные ОЗТ (определение коэффициентов уравнения теплопроводности); граничные ОЗТ (определение плотности тепловых потоков на границах рассматриваемых областей); ретроспективные ОЗТ (восстановление начальных распределений полей температур); геометрические ОЗТ (определение границ областей, в которых отыскивается решение).

В наших исследованиях интерес представляют граничные обратные задачи теплопроводности. В граничной ОЗТ по температуре и плотности теплового потока на

одной из поверхностей восстанавливаемой детали определяются температура на противоположной границе.

В отличие от задач моделирования на основе решения прямых задач теплопроводности, обратные задачи относятся к классу некорректных в математическом смысле, в частности, не устойчивых относительно погрешности входных данных. Входными данными для решения граничной ОЗТ наряду с информацией, используемой при решении прямых задач, является измерительная информация: измеренные в заданных точках температуры и плотности тепловых потоков.

Первоначально некорректным задачам математической физики не уделялось должного внимания. Однако в пятидесятые годы прошлого столетия в связи с бурным развитием вычислительной математики и вычислительной техники ситуация резко изменилась. И в настоящее время с уверенностью можно сказать, что центр тяжести исследований в области математической физики и численного анализа переместился в сторону некорректных обратных задач. Это обусловлено огромной практической значимостью ОЗТ: в первую очередь - в области автоматического управления, оптимального проектирования, идентификации систем с распределенными параметрами.

Отсутствие корректности у ОЗТ потребовало разработки новых методов и алгоритмов решения этих задач. К числу наиболее распространенных таких методов можно отнести метод квазиобращения.

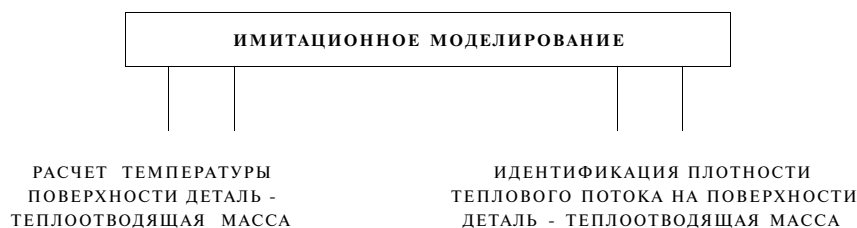
Основная идея метода квазиобращения заключается в надлежащем изменении операторов, входящих в задачу и замене исходного уравнения теплопроводности близким ему уравнением с малым параметром, правильный выбор которого обеспечивает перевод решаемой задачи из класса некорректных в класс условно корректных или корректных по Тихонову задач математической физики [4, 19].

Последовательность вычислений при моделировании и идентификации тепловых процессов, протекающих при электроконтактном термомеханическом восстановлении деталей почвообрабатывающих машин, представлена в виде схемы на рисунке 1.

Тепловые процессы, протекающие в детали при ее восстановлении электроконтактным нагревом и термомеханическим деформированием, описаны с помощью соответствующих краевых задач теплопроводности. Расчет модельных измеренных температур и модельных измеренных плотностей тепловых потоков осуществляется методом конечных разностей. Решение граничной обратной задачи теплопроводности проведено за два шага.

На первом шаге исходная граничная ОЗТ с учетом монотонного характера нагрева восстанавливаемой детали сводится к задаче Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка [7,134].

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ
ПРОЦЕССОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН**



**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ КОНТАКТА
ЭЛЕКТРОД-ДЕТАЛЬ**

Рис. 1 - Структура вычислительного процесса

На втором шаге, полученное с учетом дискретного характера входной измерительной информации линейное обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка решается аналитическим методом с последующей численной реализацией полученного аналитического решения.

Анализ существующих экспериментальных и расчетных методов определения температуры поверхности восстанавливаемой детали показал целесообразность применения метода расчета, основанного на решении ОЗТ.

В настоящей работе численный алгоритм идентификации искомой температуры поверхности электрод - деталь сводится к выполнению следующей последовательности действий: 1) постановка граничной обратной задачи теплопроводности для определения температуры поверхности электрод - деталь; 2) сведение граничной обратной задачи теплопроводности к задаче Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка; 3) получение расчетной формулы путем решения обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка с постоянными коэффициентами [5, 71; 6, 68].

Литература

1. Казанский Н.Л., Колпаков А.И., Колпаков В.А., Паранин В.Д. Метод определения температуры поверхности в области ее взаимодействия с потоком низкотемпературной плазмы//Журн. техн. физики. - 2007.- Т.77. - Вып.12. - С.21-25.
2. Alifanov OM. Inverse Heat Transfer Problems. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1994.- 344 p.
3. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. Учебное пособие для вузов. Изд-ие 3-е, исправленное.- М.: Наука. Гл. редакция физ.-матем. литературы, 1986.- 288с.

4. Исаков К.Т., Телгожаева Ф.С., Шерышев В.П. Определение параметров регуляризации решения граничной обратной задачи теплопроводности // Вестник КазНУ. Серия математики, механики, информатики. -2010. -№2(65). - С. 71-78.
5. Телгожаева Ф.С. Имитационное моделирование измерительной информации для решения граничной обратной задачи теплопроводности // Вестник КарГУ им. Е.А. Букетова. Сер.мат. -2010. - №3 (59). - С. 68-72.
6. Исаков К.Т., Телгожаева Ф.С. Редукция граничной обратной задачи теплопроводности к задаче Коши для дифференциального уравнения первого порядка // Тезисы докладов международной научной конференции «Теоретические и прикладные проблемы математики, механики и информатики». - Караганда, 2010. - С. 134.

УДК 539.4

Яковлев. А.С.¹, Степанов С.Л.² ®

Аспирант;² к.ф.-м.н, доцент, Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

ВЛИЯНИЕ ШЕЙКООБРАЗОВАНИЯ У ВЕРШИН ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТРЕЩИНЫ В ПЛОСКОМ ОБРАЗЦЕ НА МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ

При испытании плоских образцов из достаточно пластичных материалов с центральными разрезами-трещинами для определения критических значений критериев разрушения немаловажным является вопрос о механизме разрушения. Иными словами, прежде чем оценивать полученные значения критерия разрушения, необходимо выяснить, разрушился ли образец из-за наличия трещины или вследствие общей текучести по всей ширине в ослабленном сечении.

Очевидно, что условием смены механизмов разрушения является распространение пластических зон на всю ширину образца. Если образец разрушается до этого момента, то определенное в этом испытании значение критерия разрушения является корректным, в противном случае это значение нельзя использовать в дальнейших расчетах.

Для определения областей реализации механизмов разрушения, прежде всего, необходимо оценить связь между приложенными к образцу усилиями, длиной трещины и размерами пластических зон. Известно [1,100], что в плоском напряженном состоянии пластические зоны у вершин трещин представляют собой длинные полосы на продолжении линии трещины. На этом представлении была основана модель Леонова-Панасюка-Дагдейла [2,72], в которой в качестве деформационного критерия разрушения рассматривалось раскрытие берегов трещины в её вершине (КРТ-модель).

В данной работе для пластических зон у вершин трещины при плосконапряженном состоянии используется модельное представление, сформулированное в работе [3]. Оно заключается в том, что пластические зоны