

## Лабораторная работа №3

# РАСЧЕТ СТАЦИОНАРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА В ПОЛОЙ И СПЛОШНОЙ ТРЕХМЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

**Индивидуальные задания** – тела в форме букв.

Решите задачу теплопроводности. Рассчитайте поле температур в трехмерной конструкции в форме буквы при подаче на нижние грани заданных значений температуры и при задании на верхней грани условия конвективного теплообмена. Рассмотрите два случая: оболочечная трехмерная конструкция и сплошная трехмерная конструкция.

- 1) Трехмерную конструкцию следует создать из плоской области из таблицы 1 путем вращения, параллельного переноса или экструзии (параметры придумайте самостоятельно и приведите в описании постановки задачи). Используйте аналогичные стратегии, что и в рассмотренных примерах. Геометрические размеры для операций вращения или переноса нужно придумать самостоятельно в диапазонах значений, аналогичных рассмотренным выше примерам. Геометрические размеры исходной двумерной области взять из лабораторной работы 1. Толщина оболочки должна быть соразмерной основным геометрическим размерам.
- 2) Для создания оболочечной конструкции и построения конечно-элементной сетки используйте оболочечный температурный четырехугольный элемент (**SHELL 57** или **SHELL131**)
- 3) Для создания сплошной трехмерной конструкции не удаляйте объемы. Полученные объемы разбейте твердотельными температурными восьмиузловыми элементами **SOLID70**. Для этого следует использовать вспомогательный геометрический конечный элемент **MESH200** с опцией `keyopt(1)=6` (форма – четырехузловой четырехугольник) для разбиения исходной плоской области и команду **VSWEEP** для создания трехмерного конечно-элементного разбиения в результате протягивания полученной двумерной сетки вдоль объема.
- 4) Возьмите материальные параметры согласно выбранному варианту из таблицы 1. Значения величин для граничных условий придумайте самостоятельно аналогично рассмотренному примеру.
- 5) Получите картины распределения температуры, вектора потока тепла, модуля вектора потока тепла, соответственно, при расчете оболочечной конструкции и при расчете сплошной конструкции. Сравните результаты.
- 6) Проведите исследование сходимости и сравните результаты расчетов (хотя бы по степеням свободы) при использовании тетраэдральной сетки (10-узловой тетраэдр с промежуточными узлами) и гексаэдральной сетки (8-узловой линейный и 20-узловой квадратичный гексаэдр). Для самой мелкой сетки сравните время расчета при использовании различных конечных элементов (см. прилагаемый файл `ansys computation time`).

7) Оформите отчет по лабораторной работе.

Требования к отчету

Отчет должен содержать ФИО студента, полное описание задачи (вместе со схемой области и обозначенными на ней размерами) и результаты, полученные в ANSYS. В отчет следует также включить листинги входных файлов.

Приведите следующие результаты расчетов:

- конечно-элементную сетку с граничными условиями для всех типов задач
- картины распределения температуры
- картины распределения вектора потока тепла и его модуля
- исследование сходимости результатов

**Таблица 1**

Здесь R – вращение (команда VROTAT); D – параллельный перенос (команда VDRAG); E – экструзия или перенос с изменением масштаба (команда VEXT).

Вид области – плоская криволинейная геометрия в виде буквы с дугами эллипсов и окружностей (из лабораторной работы 1).

№ задания	Вид области	Способ получения 3D-конструкции	Материал	Теплопроводность $k$ , Вт/(м·град)
1.	Б	R	АБС пластик	0.13...0.22
2.	В	D	Алюминий (ГОСТ 22233-83)	221
3.	З	E	Бетон на песке	0.7
4.	О	E	Бронза	22...105
5.	Р	R	Глина огнеупорная	1.04
6.	С	D	Дуб вдоль волокон	0.23
7.	У	E	Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462-71, ГОСТ 2695-83)	0.1
8.	Ф	D	Дюралюминий	120...170
9.	Ч	E	Железо	70...80
10.	Э	R	Железобетон	1.7
11.	Ю	D	Золото	318
12.	Я	E	Каучук натуральный	0.18
13.	D	R	Кирпич красный плотный	0.67
14.	G	D	Латунь	70...120
15.	J	E	Медь (ГОСТ 859-78)	407
16.	Q	D	Пенополиуретан (ТУ В-56-70, ТУ 67-98-75, ТУ 67-87-75)	0.029...0.041
17.	S	E	Полиэтилен высокой плотности	0.35...0.48
18.	U	R	Резина твердая обыкновенная	0.16...0.23
19.	Ω	D	Резина пористая	0.05...0.17
20.	α	E	Серебро	429

21.	β	R	Сосна и ель вдоль волокон	0.18
22.	γ	D	Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486-66, ГОСТ 9463-72)	0.09
23.	δ	E	Чугун	40...60
24.	ε	D	Шлакопемзобетон (термозитобетон)	0.23...0.52
25.	θ	D	Эбонит	0.16...0.17
26.	ω	E	Эковата	0.032...0.041
27.	λ	R	АБС пластик	0.13...0.22
28.	μ	D	Алюминий (ГОСТ 22233-83)	221
29.	π	E	Бетон на песке	0.7
30.	ρ	R	Бронза	22...105
31.	σ	D	Глина огнеупорная	1.04
32.	τ	E	Дуб вдоль волокон	0.23
33.	υ	R	Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462-71, ГОСТ 2695-83)	0.1
34.	φ	D	Дюралюминий	120...170
35.	χ	E	Железо	70...80
36.	ψ	D	Железобетон	1.7
37.	ζ	E	Золото	318
38.	ξ	D	Каучук натуральный	0.18
39.	£	E	Кирпич красный плотный	0.67
40.	€	R	Латунь	70...120

Данные материальных свойств с сайта

<http://thermalinfo.ru/svoystva-materialov/strojmaterialy/teploprovodnost-stroitelnyh-materialov-ih-plotnost-i-teploemkost>