

В.Ю. ИЗАКСОН · В.И. СЛЕПЦОВ · С. БАНДОНАДХАЙ

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССООБМЕНА В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ АРКТИКИ



“НАУКА”  
НОВОСИБИРСК

УДК 622.023.42 : 551.34

ББК 26.3

И 32

Математическое моделирование тепломассообмена в горных выработках Арктики / В.Ю. Изаксон, В.И. Слепцов, С. Бандопадхай. — Новосибирск: Наука, 2000. — 120 с.

ISBN 5—02—031605—9.

В монографии рассмотрены некоторые вопросы моделирования тепломассообмена воздуха в горных выработках Арктики применительно к проблемам горного дела. Приведены математические модели процесса теплообмена шахтного воздуха со стенками горных выработок в условиях свободной конвекции и процесса тепломассообмена влажного шахтного воздуха на стенках вентиляционной выработки. Для реализации математических моделей применялись конечно-разностные методы. Предлагаемые задачи решались в основном в интересах алмазодобывающей промышленности Республики Саха (Якутия).

Книга предназначена для исследователей, занимающихся изучением тепло- и массообменных процессов в многолетне-мерзлых породах, преподавателей и студентов горных вузов, математических факультетов университетов.

Табл. 6. Ил. 43. Библиогр.: 44 назв.

#### Р е ц е н з е н т ы

доктор технических наук, профессор *С.А. Батугин*  
доктор физико-математических наук, профессор *В.И. Васильев*

Утверждено к печати Ученым советом  
Института горного дела Севера СО РАН

*Книга издана при финансовой поддержке  
Сибирского отделения РАН*

ТП—99—I—№ 168

ISBN 5—02—031605—9

© В.Ю. Изаксон, В.И. Слепцов, С. Бандопадхай, 2000

© Российская академия наук, 2000

© Оформление. "Наука". Сибирская издательская фирма РАН, 2000

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	5
--------------------	---

## 1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В НАКЛОННОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКЕ . . . . .	7
--	---

1.1. Разработка математической модели процесса . . . . .	10
1.1.1. Построение математической модели движения воздуха при свободной конвекции . . . . .	10
1.1.2. Математическая модель распределения температур в массиве горных пород вокруг выработки . . . . .	21
1.2. Разработка алгоритмов для реализации математических моделей . . . . .	22
1.2.1. Построение разностных схем для уравнений (1.19), (1.20) и алгоритм их реализации . . . . .	22
1.2.2. Методы решения задачи (1.26)—(1.31) . . . . .	24
1.2.3. Алгоритм совместного решения задачи о движении воздуха (1.18)—(1.20), (1.24), (1.25) с задачей о температурном поле во вмещающих горных породах (1.26)—(1.31) . . . . .	25
1.3. Вычислительный эксперимент . . . . .	25

## 2

ТЕПЛОМАССОБМЕН НА СТЕНКАХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК . . . . .	32
2.1. Обзор исследований по кондиционированию подаваемого в рудники воздуха в криолитозоне . . . . .	32
2.2. Тепло- и массообмен в горных выработках при регулировании теплового режима . . . . .	35
2.3. Математическая модель тепломассообмена влажного воздуха в цилиндрической выработке с вмещающими многолетнемерзлыми горными породами . . . . .	44

2.3.1. Определяющие уравнения . . . . .	45
2.3.2. Граничные и начальные условия . . . . .	48
2.3.3. Методы решения . . . . .	49
2.4. Адаптация математической модели по данным натурно- го эксперимента . . . . .	64
2.5. Проведение вычислительного эксперимента и разработ- ка рекомендаций . . . . .	69

### 3

<b>РАСЧЕТЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК БЕЗ УЧЕ- ТА МАССООБМЕНА . . . . .</b>	<b>73</b>
3.1. Математическая модель теплопереноса воздуха в выра- ботке . . . . .	74
3.2. Математическая модель теплопереноса в массиве гор- ных пород . . . . .	75
3.3. Алгоритм совместного решения задач (3.6)—(3.7) и (3.8)—(3.13) . . . . .	77
3.4. Расчет температурного режима воздуха и пород . . . . .	79

### 4

<b>АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ КОПРА СКИПОВОГО СТВОЛА ПРИ НАЛИЧИИ ВЕНТИ- ЛЯЦИОННОГО КАНАЛА . . . . .</b>	<b>86</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .</b>	<b>90</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .</b>	<b>91</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ . . . . .</b>	<b>95</b>