

С.Р. Леви, В.Н. Аликин, Ю.А. Елдашов,  
Г.Г. Кашеварова, О.Ю. Сметанников

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ И ПОДЗЕМНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ

Комплекс «Федерация»  
(Москва-Сити)



Федеральное агентство по образованию  
Пермский государственный технический университет

**С.Р. Леви, В.Н. Аликин, Ю.А. Елдашов,  
Г.Г. Кашеварова, О.Ю. Сметанников**

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ  
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ  
И ПОДЗЕМНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ**

Издательство

Пермского государственного технического университета

2007

УДК 622.002.2: 624

P 17

**P 17    Разработка** и исследование энергосберегающих и подземных строительных конструкций и элементов/ С.Р. Леви, В.Н. Аликин, Ю.А. Елдашов, Г.Г. Кашеварова, О.Ю. Сметанников. – Пермь: Изд-во Перм. гос техн. ун-та, 2007. – 199 с.

ISBN 5-7691-1591-2

Монография посвящена вопросам разработки энергосберегающих и подземных строительных конструкций, которые обеспечивают электро-теплосбережение зданий и сооружений в соответствии с мировыми тенденциями. В качестве теплоизолирующих материалов, в основном рассматриваются жёсткие пенополиуретаны, пенобетоны и пеногипс. Подробно описаны свойства пенополиуретанов как эффективных органических утеплителей строительных конструкций. В качестве основного аппарата для проектирования и расчета энергосберегающих и подземных конструкций используется математическое моделирование методом конечных элементов, либо, где это возможно более простые аналитические решения. В книге приведены примеры утепления как отдельных элементов зданий и сооружений, так и трубопроводов с теплоносителем. Предназначена научным сотрудникам, инженерам, аспирантам и студентам, занимающимся вопросами проектирования строительных конструкций.

Рецензент – д-р. техн. наук, профессор И.Н. Ефимов – ректор Чайковского технологического института.

УДК 622.002.2: 624

ISBN 5-7691-1591-2

© С.Р. Леви, В.Н. Аликин,  
Ю.А. Елдашов, Г.Г. Кашеварова,  
О.Ю. Сметанников, 2007

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....</b>	<b>5</b>
<b>ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ПОДХОДЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....</b>	<b>6</b>
1.1. Состояние проблемы теплосбережения .....	6
1.2. Структура и свойства пенополиуретанов .....	14
1.3. Особенности структурных и физико-механических свойств утеплителей.....	18
1.4. Жесткие теплоизоляционные ППУ.....	26
1.5. Моделирование процессов и оценка прочности строительных конструкций.....	33
<b>ГЛАВА 2. ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ И ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....</b>	<b>37</b>
2.1. Тепловая защита дорожной одежды. Морозное пучение грунтов.....	37
2.2. Утепление незаглублённых фундаментов .....	45
2.3. Концепция безопасного теплоснабжения зданий и сооружений .....	47
2.4. Проектирование ленточного фундамента высотного здания.....	49
2.5. Расчет плитно-свайного фундамента.....	75
2.6. Исследование влияния конечно-элементной модели на результаты расчета напряженно-деформированного состояния конструкций .....	119
<b>ГЛАВА III. ТРУБОПРОВОДНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ.....</b>	<b>128</b>
3.1. Методика оценки остаточного ресурса трубопроводов .....	128
3.2. Системы теплоизолированных пенополиуретаном подземных трубопроводов.....	137
3.3. Трубопроводные системы из композиционных материалов.....	156
<b>ГЛАВА IV. РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ УТЕПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....</b>	<b>166</b>
4.1. Слоистые системы утепления фасадов зданий .....	166
4.2. Разработка теплых долговечных кровельных покрытий .....	171
4.3. Тепловое состояние оконных блоков .....	175
4.4. Напряжения и деформации в светопрозрачных конструкциях .....	183
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>191</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>193</b>