

УДК 621.644.075+621.643.8

ББК 99.78

Н845

*Рецензенты:*

кафедра транспорта и хранения нефти и газа Санкт-Петербургского  
Горного университета;

Н.Е. Перегудов, канд. техн. наук, доцент кафедры транспортных средств  
и техносферной безопасности Липецкого государственного технического  
университета

**Носов, В.Л.**

Н845 Трубопроводный транспорт: влияние снеготранспортируемости  
на тепловые потери трубопроводов надземной прокладки в районах  
Крайнего Севера : монография /В.Л. Носов, С.В. Носов, В.В. Носов.–  
Липецк : Изд-во Липецкого государственного технического  
университета, 2023.– 197 с.– Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-00175-175-5

Монография посвящена исследованию особенностей взаимодействия элементов системы «надземный трубопровод – снежный покров – атмосфера» с позиций тепловых потерь трубопроводов надземной прокладки в районах Крайнего Севера. Рассмотрены особенности работы надземных трубопроводов в зимние периоды, теоретические предпосылки теплообмена и динамика формирования геометрических параметров системы по фазам при различных степенях снеготранспортируемости. Разработаны методики расчета тепловых потерь трубопроводов при стационарных режимах работы, даны рекомендации по их прокладке с учетом снеготранспортируемости и по расчету тепловых потерь в естественных условиях эксплуатации.

УДК 621.644.075+621.643.8

ББК 99.78

**ISBN 978-5-00175-175-5**

© ФГБОУ ВО «Липецкий государственный  
технический университет», 2023

© Носов В.Л., Носов С.В., Носов В.В., 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	9
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ НАДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА В ЗИМНИЕ ПЕРИОДЫ ГОДА.....	13
1.1. Снегозаносимость трубопроводов надземной прокладки.....	13
1.1.1. Степень снегозаносимости трубопроводов надземной прокладки в естественных условиях .....	15
1.1.2. Натурные исследования снегозаносимости одиночных надземных трубопроводов в зависимости от высоты их прокладки над грунтом.....	21
1.2. Влияние снегозависимости на формирование воздушных полостей вокруг надземных трубопроводов.....	28
1.3. Литературный обзор снегозаносимости и методов расчета тепловых потерь снегозаносимых надземных трубопроводов.....	33
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ТЕПЛООБМЕНА СИСТЕМЫ «НАДЗЕМНЫЙ ТЕПЛОПРОВОД – - СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ - АТМОСФЕРА».....	36
2.1. Динамика теплообмена системы в естественных условиях.....	36
2.2. Предпосылки теплообмена системы при снегозависимости $C_{\text{сн}}^{\text{исх}} > 1,0$ .....	38
2.3. Предпосылки теплообмена системы при снегозависимости $C_{\text{сн}}^{\text{исх}} = 1,0$ .....	42
2.4. Предпосылки теплообмена системы при снегозависимости $C_{\text{сн}}^{\text{исх}} < 1,0$ .....	44

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	
СТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА НАДЗЕМНОГО	
ТЕПЛОПРОВОДА, ЗАСЫПАННОГО СНЕЖНЫМ	
ПОКРОВОМ.....	47
3.1. Постановка задачи и методика исследования.....	47
3.2. Оценка тепловых потерь теплопроводов с разными	
степенями снегозаносимости .....	53
3.3. Формирование геометрических параметров системы	
«надземный теплопровод - снежный покров - атмосфера»	
при $C_{\text{сн}}^{\text{исх}} > 1,0$ .....	68
3.4. Формирование геометрических параметров системы	
«надземный теплопровод-снежный покров- атмосфера»	
при $C_{\text{сн}}^{\text{исх}} = 1,0$ .....	76
3.5. Формирование геометрических параметров системы	
«надземный теплопровод-снежный покров- атмосфера»	
при $C_{\text{сн}}^{\text{исх}} < 1,0$ .....	79
3.6. Обобщение результатов формирования процессов и	
определение основных геометрических параметров	
системы .....	82
ГЛАВА 4. РЕЗРАБОТКА МЕТОДОВ РАСЧЁТА ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ	
СИСТЕМЫ «НАДЗЕМНЫЙ ТЕПЛОПРОВОД – СНЕЖНЫЙ	
ПОКРОВ - АТМОСФЕРА» ПРИ СТАЦИОНАРНЫХ	
РЕЖИМАХ.....	100
4.1. Методика расчёта тепловых потерь теплопровода	
со степенью снегозаносимости, равной $C_{\text{сн}}^{\text{исх}} > 1,0$ .....	101
4.2. Методика расчёта тепловых потерь теплопровода	
со степенью снегозаносимости, равной $C_{\text{сн}}^{\text{исх}} = 1,0$ .....	127
4.3. Методика расчёта тепловых потерь теплопровода	
со степенью снегозаносимости, равной $C_{\text{сн}}^{\text{исх}} < 1,0$ .....	135

4.4. Сравнение тепловых потерь снегозаносимых надземных трубопроводов, полученных экспериментальным путем и рассчитанных по методикам различных авторов.....	141
ГЛАВА 5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОКЛАДКЕ НАДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА С УЧЁТОМ ИХ СНЕГОЗАНОСИМОСТИ И РАСЧЁТУ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ .....	
5.1. Методические указания по прокладке надземных трубопроводов с учетом снегозаносимости.....	145
5.1.1. Прогнозирование снегозаносимости трубопроводов надземной прокладки путём размещения их относительно друг друга и грунта.....	146
5.1.2. Выбор снегозаносимых трасс под прокладку надземных трубопроводов при проектировании.....	151
5.2. Исходные данные для расчёта тепловых потерь снегозаносимых надземных теплотрасс.....	155
5.3. Выбор расчётной степени снегозаносимости трубопроводов надземной прокладки по длине трассы .....	156
5.4. Определение расчётной температуры снега по глубине снежного покрова в естественных условиях .....	159
5.5. Определение расчётной температуры поверхности изоляции трубопроводов, подверженных снегозаносимости.....	162
5.6. Методика определения величины воздушной прослойки или полости и снеговодяного слоя вокруг снегозаносимых надземных трубопроводов любого диаметра при разной температуре снега по глубине в естественных условиях.....	165
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ВЫПОЛНЕННОЙ РАБОТЕ.....	173
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	174
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	191