

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Глава 1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЯЗКОСТИ УГЛЕВОДОРОДОВ	9
1.1. Установка для измерения вязкости углеводородов при атмосферном давлении	11
1.2. Экспериментальная установка для исследования вязкости жидкых углеводородов при давлении до 60 МПа	14
1.2.1. Описание экспериментальной установки	14
1.2.2. Заполнение установки исследуемой жидкостью	19
1.2.3. Создание и измерение давления	20
1.2.4. Достигение, измерение и регулирование температуры	21
1.2.5. Измерение времени течения исследуемого вещества	21
1.2.6. Расчетные уравнения для вычисления динамической вязкости	22
1.2.7. Основные геометрические постоянные вискозиметра	23
1.2.8. Оценка погрешностей измерения вязкости	27
1.3. Экспериментальная установка для измерения вязкости углеводородов в жидкой и газовой фазах	33
1.3.1. Описание экспериментальной установки и методики измерений	33
1.3.2. О неустановившемся течении газа в капиллярном вискозиметре с учетом эффекта скольжения	36
1.4. Установка для исследования динамической вязкости жидкостей и газов методом протока вещества через капилляр при постоянном перепаде давления	40
1.4.1. Описание экспериментальной установки и ее отдельных элементов	41
1.4.2. Капилляры	53
1.4.3. Методика измерения и расчета вязкости	54
1.4.4. Погрешности измерения	59
1.4.5. Измерение вязкости воды	63
1.5. Результаты экспериментального исследования вязкости углеводородов	67
1.5.1. Результаты исследования и первичный анализ экспериментальных данных	67
1.5.2. Полуэмпирические уравнения вязкости	77
1.6. Выводы и рекомендации	80
<i>Список литературы</i>	80

Глава 2. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ВЯЗКОСТИ ПРИРОДНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ И СОПУТСТВУЮЩИХ ГАЗОВ	85
2.1. Вязкость в состоянии разреженного газа.....	85
2.1.1. Теоретические методы	85
2.1.2. Полуэмпирические методы	95
2.1.3. Эмпирические методы	96
2.2. Методы расчета вязкости в широких диапазонах параметров состояния	100
2.2.1. Теоретические методы	100
2.2.2. Полуэмпирические методы	101
2.2.3. Эмпирические методы описания и расчета вязкости в широких диапазонах температуры и давления	117
2.3. Вязкость в критической области	126
2.4. Корреляционные уравнения вязкости для природных углеводородов и сопутствующих газов	130
2.4.1. Формы корреляционных уравнений	130
2.4.2. Уравнения вязкости для углеводородных и сопутствующих газов, воды	132
2.4.3. Уравнения вязкости для жидких алканов.....	145
2.4.4. Уравнения вязкости для циклоалканов	154
2.4.5. Уравнения вязкости для ароматических углеводородов.....	155
2.5. Выводы и рекомендации	162
Список литературы	163
Глава 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ УГЛЕВОДОРОДОВ	177
3.1. Стационарный метод нагретой проволоки	178
3.1.1. Измерительная ячейка	178
3.1.2. Система терmostатирования.....	189
3.1.3. Система создания повышенных давлений	190
3.1.4. Система заполнения установки исследуемой жидкостью.....	191
3.1.5. Система электрических измерений.....	191
3.1.6. Методика получения и обработки первичных опытных данных	193
3.1.7. Влияние радиационного теплопереноса.....	204
3.1.8. Оценка погрешности измерений теплопроводности методом нагретой проволоки	213
3.1.9. Проверка работы установок на веществах с известной теплопроводностью.....	215
3.2. Стационарный метод коаксиальных цилиндров	217
3.2.1. Сравнительные характеристики измерительных ячеек различной конструкции	217
3.2.2. Экспериментальная установка с измерительной ячейкой с торцами, работающими по плоскому слою	224

3.2.3. Методика проведения эксперимента	228
3.2.4. Основное расчетное уравнение для определения теплопроводности и методика введения поправок.....	228
3.2.5. Оценка погрешности измерений теплопроводности методом коаксиальных цилиндров	239
3.2.6. Проверка экспериментальной установки	242
3.3. Метод коаксиальных цилиндров в режиме монотонного разогрева.....	244
3.3.1. Теоретические основы метода монотонного разогрева	244
3.3.2. Описание конструкции экспериментальной установки	249
3.3.3. Градуировка установки в относительном варианте.....	253
3.3.4. Оценка погрешности измерений теплопроводности	256
3.4. Результаты экспериментальных исследований теплопроводности углеводородов	261
3.4.1. Результаты исследования и первичный анализ экспериментальных данных	261
3.4.2. Изменение теплопроводности в гомологических рядах углеводородов нефти в зависимости от их физико-химических свойств	270
3.4.3. Проверка методов расчета теплопроводности жидких углеводородов.....	281
3.4.4. Влияние давления на теплопроводность углеводородов	305
3.4.5. Аддитивно-групповой метод расчета теплопроводности углеводородов	318
3.5. Выводы и рекомендации	327
<i>Список литературы</i>	329

Глава 4. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПРИРОДНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ И СОПУТСТВУЮЩИХ ГАЗОВ 343

4.1. Теплопроводность веществ в состоянии разреженного газа	343
4.1.1. Теоретические и полуэмпирические методы	344
4.1.2. Эмпирические методы	350
4.2. Методы расчета теплопроводности в широких диапазонах параметров состояния	352
4.2.1. Подход Ассэля и Даймонда	353
4.2.2. Модифицированный подход Энскога	354
4.2.3. Теория Райнвутера—Френда для теплопроводности	356
4.2.4. Расширенный принцип соответственных состояний.....	360
4.3. Теплопроводность в критической области	361
4.3.1. Приближение Олхови—Зенгерса	363
4.3.2. Приближение Киселева—Куликова	365
4.3.3. Приближение Феррелла	366
4.4. Корреляционные уравнения теплопроводности природных углеводородов и сопутствующих газов	369
4.4.1. Углеводородные и сопутствующие газы	369
4.4.2. Жидкие алканы	383

4.4.3. Нафтеновые углеводороды	390
4.4.4. Ароматические углеводороды.....	392
4.5. Выводы и рекомендации	398
<i>Список литературы</i>	399
Приложение 1. Экспериментальные данные о динамической вязкости	407
Приложение 2. Экспериментальные данные о теплопроводности углеводородов	430