

УДК 621.6(075)

ББК 39.7я73

Т77

Авторы:

*А. А. Гладенко, С. М. Чекардовский, С. Ю. Подорожников, Ю. Д. Земенков,
Б. В. Моисеев, С. М. Дудин, В. А. Петряков, К. С. Воронин,
М. Ю. Земенкова, А. М. Куликов, В. О. Некрасов, Д. А. Серебренников*

Рецензенты:

*Р. В. Агиней, д.т.н., профессор,
заместитель генерального директора по науке АО «Гипрогазцентр»
(г. Нижний Новгород);*

*А. Н. Гульков, д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой «Нефтегазовое дело и нефтехимия»
Дальневосточного федерального университета*

Трубопроводный транспорт и хранение углеводородных ресурсов.
Т77 **Примеры решения типовых задач** : учеб. пособие : в 2 т. / [А. А. Гладенко
и др.] ; под ред. Ю. Д. Земенкова ; Минобрнауки России, ОмГТУ, ТИУ. –
Омск : Изд-во ОмГТУ, 2017.

ISBN 978-5-8149-2550-3

Т. 2. – 352 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-2552-7

Учебное пособие состоит из двух томов. Во втором томе рассмотрены технологические процессы хранения и распределения углеводородных ресурсов на объектах нефтегазотранспортных предприятий. Приведены краткие теоретические сведения о хранении и распределении углеводородного сырья, даны к ним примеры решения инженерных задач. Описаны особенности эксплуатации промысловых систем сбора и подготовки нефти и газа. Показаны типовые расчеты процессов в данных системах. Отдельно рассмотрены вопросы сооружения и реконструкции нефтегазовых объектов, даны рекомендации по выбору и расчету средств защиты подземных сооружений от коррозии.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки специалистов 21.03.01 «Нефтегазовое дело» и 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства».

УДК 621.6(075)

ББК 39.7я73

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-2552-7 (т. 2)

ISBN 978-5-8149-2550-3

© ОмГТУ, 2017

© ТИУ, 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ	7
ГЛАВА 9. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА»	8
I. ПРИРОДНЫЙ ГАЗ	8
9.1. Простейшие расчеты природного и идеального газов	8
9.1.1. Расчет параметров природного газа при стандартных условиях	8
9.1.2. Законы идеальных газов	14
9.1.3. Нормальные и стандартные условия	18
9.1.4. Критические и приведенные параметры	18
9.1.5. Отклонение реальных газов от физических законов	19
9.2. Гидравлический расчет газовых сетей высокого и среднего давления	20
9.2.1. Расчетные расходы газа	21
9.2.2. Расчеты разветвленных распределительных газопроводов высокого и среднего давления	22
9.2.3. Расчет газопроводов отводов от магистральных газопроводов	25
9.2.4. Расчет кольцевой сети низкого давления	29
9.3. Газораспределительные станции (ГРС)	39
9.3.1. Подогрев газа на ГРС	39
9.3.2. Определение количества природного газа по методу переменного перепада давления	44
9.4. Газорегуляторные пункты (ГРП)	56
9.5. Аккумулирующая емкость магистрального газопровода	65
II. СЖИЖЕННЫЙ УГЛЕВОДОРОДНЫЙ ГАЗ (СУГ)	69
9.6. Диаграммы состояния СУГ	69
9.7. Физические свойства СУГ	74
9.8. Гидравлический расчет трубопровода для транспорта сжиженного газа	79
9.9. Хранение сжиженного углеводородного газа	84
9.10. Газонапорные станции (ГНС)	86
ГЛАВА 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО КУРСУ «ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ»	89

ГЛАВА 11. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ПО КУРСУ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ХРАНЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ»	119
11.1. Теплофизические свойства нефтепродуктов	119
11.2. Вместимость резервуарного парка нефтебазы	124
11.3. Расчет количества сливоналивных устройств	128
11.4. Самотечный слив и налив нефтепродуктов	140
11.4.1. Турбулентный режим истечения	140
11.4.2. Ламинарный режим истечения	143
11.5. Принудительный слив нефтепродуктов из транспортных емкостей	150
11.6. Сифонный слив	156
11.7. Принудительный налив нефтепродуктов в транспортные емкости	159
11.8. Расчет необходимого давления на входе в насос при перекачке нефти и нефтепродуктов	167
11.9. Оценка фактических потерь нефти и нефтепродуктов	168
11.9.1. Потери при заполнении транспортных емкостей	168
11.9.2. Потери при истечении нефти и нефтепродуктов из трубопроводов и резервуаров	169
11.10. Расчет механических дыхательных клапанов	175
11.11. Выбор оптимальных типоразмеров резервуаров	183
11.12. Компоновка резервуарного парка	185
11.13. Подбор насосно-силового оборудования	187
11.14. Подбор насосных агрегатов	188
11.15. Гидравлический расчет технологических трубопроводов ..	190
11.16. Механический расчет нефтепроводов	193
ГЛАВА 12. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ПО КУРСУ «ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ СБОРА И ПОДГОТОВКИ НЕФТИ И ГАЗА»	195
12.1. Подготовка углеводородного сырья	195
12.2. Сбор и подготовка нефти	197
12.3. Сепарация нефти	200
12.3.1. Принципы работы нефтяного сепаратора	200
12.3.2. Выбор оптимального числа ступеней сепарации	202
12.4. Сбор и подготовка природных газов	205
12.4.1. Системы сбора и транспортирования продукции газовых скважин	205
12.4.2. Методы подготовки природного газа	208

12.5. Типовые расчеты систем сбора и подготовки нефти и газа	217
12.5.1. Факторы, влияющие на работу нефтегазового сепаратора	217
12.5.2. Расчет вертикального гравитационного сепаратора по газу	218
12.5.3. Расчет вертикального гравитационного сепаратора по жидкости	220
12.5.4. Расчет количества газа, выделившегося на каждой ступени сепарации, с учетом коэффициента растворимости	221
12.5.5. Расчеты отстойников	222
12.5.6. Расчет сепараторов	225
12.5.7. Расчет нефтеловушки	227
12.5.8. Расчет сепаратора природного газа на пропускную способность по газу	230
12.5.9. Гидравлический расчет трубопроводов при движении в них нефтегазовых смесей	232

ГЛАВА 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО КУРСУ «СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ»

13.1. Определение толщины стенки трубы	243
13.2. Проверка подземного и наземного (в насыпи) трубопровода на прочность и недопустимость пластических деформаций	247
13.3. Расчет напряженного состояния трубопровода при изоляционно-укладочных работах	251
13.4. Проверка общей устойчивости подземных трубопроводов в продольном направлении	257
13.5. Особенности строительства и эксплуатации трубопроводов в условиях болот	261
13.6. Определение шага расстановки грузов при укладке трубопровода в обводненной местности	264
13.7. Расчет надземного перехода трубопровода на прочность и продольную устойчивость	268
13.7.1. Определение допускаемого пролета между опорами.....	269
13.7.2. Проверка на продольную устойчивость	269
13.7.3. Проверка на прочность	270
13.7.4. Проверка на недопустимость пластических деформаций	271

ГЛАВА 14. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО КУРСУ «ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ»	275
14.1. Катодная защита подземных металлических сооружений	275
14.1.1. Принцип действия катодной защиты	275
14.1.2. Расчет катодной защиты	282
14.2. Протекторная защита трубопроводов и резервуаров	288
14.2.1. Протекторная защита магистральных трубопроводов	289
14.2.2. Протекторная защита днища стальных резервуаров от почвенной коррозии	291
14.2.3. Расчет протекторной защиты с помощью групповых установок	293
ГЛАВА 15. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ПО КУРСУ «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА»	298
15.1. Бетонные конструкции	298
15.1.1. Минеральные вяжущие вещества	300
15.1.2. Маркировка бетона	303
15.1.3. Испытания бетонной смеси	306
15.2. Расчет состава бетонной смеси	312
15.3. Практическое использование расчетных формул по определению состава бетонной смеси	314
15.4. Железобетонные конструкции	317
15.5. Практическое использование расчетных формул	324
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	334
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	335
Приложение 1. Бесшовные трубы (ГОСТ 550–75)	339
Приложение 2. Техническая характеристика насосов НДвН и НДсН	340
Приложение 3. Технические показатели насосов НДвН и НДсН	341
Приложение 4. Рекомендуемые величины производительности закачки-выкачки	342
Приложение 5. Сортамент наиболее часто употребляемых бесшовных горячекатаных труб (ГОСТ 8732–78)	343
Приложение 6. Основные параметры сепараторов ЦКБН с рабочим давлением 0,6 МПа	344
Приложение 7. Коэффициенты условий работы трубопровода	345
Приложение 8. Коэффициенты надежности по нагрузке от внутреннего рабочего давления в трубопроводе	346
Приложение 9. Коэффициенты надежности по материалу трубы	347
Приложение 10. Коэффициенты надежности по назначению трубопровода ..	348
Приложение 11. Физические характеристики стали	349
Приложение 12. Коэффициенты надежности по материалу трубопровода	350
Приложение 13. Механические характеристики различных марок сталей	351