

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	13
Глава 1. Краткие сведения о магистральных трубопроводах и технологии перекачки нефти, нефтепродуктов и газа.....	15
1.1. Назначение, состав, классификация и категории магистральных трубопроводов.....	15
1.2. Конструктивные решения магистральных трубопроводов.....	17
1.3. Выбор трассы магистральных трубопроводов.....	22
1.4. Технологический расчет магистрального нефтепровода.....	24
1.4.1. Определение диаметра трубопровода, выбор насосного оборудования, определение числа перекачивающих станций (НПС).	25
1.4.2. Расстановка нефтеперекачивающих станций по трассе нефтепровода.....	35
1.4.3. Расчет режимов эксплуатации нефтепровода.....	37
1.5. Технологический расчет магистрального газопровода.....	39
1.5.1. Выбор рабочего давления, определение числа компрессорных станций (КС) и расстояния между ними.....	39
1.5.2. Уточненный тепловой и гидравлический расчет участка газопровода между двумя соседними КС.....	44
1.5.3. Выбор типа газоперекачивающего агрегата (ГПА) и расчет режима работы КС.....	46
1.6. Примеры расчетов.....	51
Глава 2. Прочность и устойчивость подземных трубопроводов.....	74
2.1. Нагрузки и воздействия.....	74
2.2. Прочность подземных трубопроводов.....	88
2.2.1. Расчетные характеристики материалов.....	89
2.2.2. Определение толщины стенки трубопровода.....	91
2.2.3. Проверка прочности трубопровода в продольном направлении.....	94
2.3. Устойчивость подземных трубопроводов.....	101
2.3.1. Устойчивость трубопровода в жесткопластичной грунтовой среде.....	102
2.3.1.1. Прямолинейный участок подземного трубопровода.....	102
2.3.1.2. Упругоизогнутый криволинейный участок подземного трубопровода.....	104
2.3.1.3. Проверка общей устойчивости наземных трубопроводов в насыпи.....	105
2.3.2. Устойчивость трубопровода в упругой грунтовой среде.....	110
2.4. Продольные перемещения подземных трубопроводов.....	111

2.4.1. Расчет продольных перемещений полубесконечного трубопровода.....	112	3.6.1. Параметры разрабатываемых траншей.....	192
2.4.1.1. Наличие упругой связи.....	113	3.6.2. Выбор землеройной техники и технологии производства работ..	195
2.4.1.2. Наличие пластичной связи.....	115	3.7. Сварочно-монтажные работы.....	210
2.4.2. Расчет продольных перемещений на участках сопряжения различных конструктивных схем прокладки.....	116	3.7.1. Расчет оптимальных режимов сварки.....	211
2.5. Расчеты соединительных деталей трубопроводов.....	119	3.7.1.1. Ручная электродуговая сварка.....	212
2.5.1. Расчет отводов.....	119	3.7.1.2. Механизированная электродуговая сварка.....	214
2.5.2. Расчет тройников.....	120	3.7.1.3. Электроконтактная сварка.....	216
2.5.3. Расчет переходников.....	122	3.7.2. Техническое нормирование сварочных работ.....	220
2.5.4. Расчет днищ.....	125	3.7.2.1. Нормирование различных методов сварки.....	222
2.6. Расчет радиусов упругого изгиба на криволинейных участках трассы.....	126	3.7.2.2. Нормирование расхода материалов.....	223
2.6.1. Горизонтальный поворот.....	126	3.7.3. Расчет состава бригады, выполняющей сварку неповоротных стыков поточно-расчлененным способом.....	226
2.6.2. Вертикальный поворот.....	129	3.7.4. Контроль качества сварочно-монтажных работ.....	226
2.7. Примеры расчетов.....	131	3.8. Изоляционно-укладочные работы.....	228
Глава 3. Организация и технология строительства линейной части в нормальных условиях.....	151	3.8.1. Способы проведения изоляционно-укладочных работ.....	229
3.1. Структура организации строительного производства.....	151	3.8.2. Расчет напряженного состояния трубопровода при совмещенном способе укладки.....	235
3.2. Продолжительность строительства трубопроводов.....	154	3.8.3. Расчет напряженного состояния трубопровода при раздельном способе укладки.....	239
3.3. Практические задачи, решаемые в процессе организации строительства магистральных трубопроводов.....	158	3.8.4. Расчет напряженного состояния при укладке изолированного трубопровода.....	242
3.3.1. Определение числа комплексных трубопроводостроительных потоков (КТП).....	159	3.9. Очистка полости и испытание трубопроводов.....	246
3.3.2. Определение границ осуществления КТП.....	162	3.9.1. Выбор оборудования.....	247
3.3.3. Обеспечение синхронности производства отдельных видов работ в составе КТП.....	163	3.9.2. Определение технологических параметров.....	250
3.3.4. Расчет транспортной схемы строительства магистрального трубопровода.....	164	3.9.2.1. Промывка трубопроводов.....	250
3.3.5. Поточное строительство малых переходов трубопровода через естественные и искусственные преграды.....	168	3.9.2.2. Продувка трубопровода.....	253
3.4. Подготовительные работы.....	170	3.9.3. Расчет продолжительности выполнения работ по очистке полости, испытанию и удалению воды (ОПИУ или ОПИ).....	257
3.5. Погрузочно-разгрузочные и транспортные работы.....	174	3.9.4. Определение периодичности испытаний линейной части магистральных нефтепроводов.....	264
3.5.1. Такелажная оснастка, вспомогательные и грузоподъемные средства.....	174	3.9.5. Определение оптимальных параметров полного удаления воды из трубопровода.....	265
3.5.2. Расчет такелажных средств и приспособлений.....	180	3.9.6. Особенности гидротестирования трубопроводов при отрицательных температурах.....	272
3.5.2.1. Расчет канатов.....	180	3.9.7. Определение изменения испытательного давления в зависимости от изменения температуры воды.....	273
3.5.2.2. Расчет траверс.....	181	3.10. Электрохимическая защита трубопроводов от коррозии.....	275
3.5.2.3. Расчет гибких строп.....	184	3.10.1. Расчет основных параметров катодной защиты.....	275
3.5.3. Расчет напряженного состояния труб при погрузо-разгрузочных и транспортных работах.....	184	3.10.2. Совместная катодная защита параллельно уложенных подземных трубопроводов.....	292
3.5.4. Определение количества транспортных средств.....	191	3.10.3. Расчет основных параметров протекторной защиты.....	294
3.6. Земляные работы.....	192	3.10.4. Расчет основных параметров электродренажной защиты.....	298
		3.11. Примеры расчетов.....	302

Глава 4. Прокладка трубопроводов в особых природных условиях....	339		
4.1. Прокладка трубопроводов на сильно пересеченной местности.....	339		
4.1.1. Устойчивость насыпного откоса.....	340		
4.1.2. Расчет напряженного состояния трубопроводов на продольных уклонах в период монтажа.....	344		
4.1.3. Расчет напряженного состояния трубопроводов, подверженных воздействию оползающих грунтов.....	346		
4.1.3.1. Оползневая подвижка грунта на продольных уклонах...	347		
4.1.3.2. Поперечные оползневые подвижки грунта.....	348		
4.1.4. Расчет основных параметров буровзрывных работ при строительстве трубопроводов в горах.....	351		
4.1.5. Расчет напряженного состояния трубопровода при тоннельной прокладке.....	357		
4.2. Прокладка трубопровода через болота и обводненные участки.....	360		
4.2.1. Расчет устойчивости трубопровода против всплытия на болотах при различных способах балластировки.....	361		
4.2.2. Фильтрационный расчет при строительстве трубопроводов на болотах и заболоченных землях.....	381		
4.2.3. Определение параметров взрывных работ при устройстве траншей и каналов на болотах.....	384		
4.3. Прокладка трубопроводов на многолетнемерзлых, просадочных и пучинистых грунтах.....	387		
4.3.1. Тепловое взаимодействие трубопровода с многолетнемерзлым грунтом.....	391		
4.3.1.1. Подземная укладка трубопровода.....	391		
4.3.1.2. Наземная укладка трубопровода.....	393		
4.3.2. Механическое взаимодействие трубопровода с вечномерзлым грунтом при продольном перемещении.....	395		
4.3.3. Расчет теплоизоляции трубопроводов, прокладываемых на многолетнемерзлых грунтах.....	397		
4.3.4. Расчет прямолинейных надземных трубопроводов со слабоизогнутыми компенсационными участками.....	401		
4.4. Прокладка трубопровода в районах горных разработок.....	405		
4.5. Прокладка трубопроводов в сейсмических районах.....	410		
4.6. Примеры расчетов.....	413		
Глава 5. Строительство переходов трубопроводов через естественные и искусственные препятствия.....	431		
5.1. Подводные переходы трубопроводов через водные преграды.....	432		
5.1.1. Расчет устойчивости подводного трубопровода.....	433		
5.1.2. Определение параметров балластировки подводных трубопроводов.....	436		
		5.1.3. Расчеты параметров укладки подводных трубопроводов на дно траншеи.....	438
		5.1.3.1. Параметры укладки подводных трубопроводов протаскиванием.....	438
		5.1.3.2. Параметры укладки подводных трубопроводов с поверхности воды.....	445
		5.1.4. Расчет берегоукреплений в створах подводных переходов.....	453
		5.1.5. Расчеты параметров укладки трубопроводов при наклонно-направленном бурении.....	460
		5.1.5.1. Расчет тяговой нагрузки.....	466
		5.1.5.2. Определение параметров бурового раствора.....	471
		5.1.5.3. Расчет параметров напряженно-деформированного состояния рабочего трубопровода.....	473
		5.2. Надземные переходы.....	478
		5.2.1. Расчет балочных переходов без компенсации продольных деформаций.....	481
		5.2.2. Расчет балочных переходов с компенсаторами.....	484
		5.2.2.1. Однопролетный балочный переход.....	484
		5.2.2.2. Многопролетный балочный переход.....	486
		5.2.2.3. Расчет компенсаторов.....	487
		5.2.2.4. Влияние высотного положения опор на напряженное состояние трубопровода.....	790
		5.2.3. Расчет балочных переходов с поддерживающим элементом в виде фермы.....	494
		5.2.4. Опоры балочных систем прокладки трубопроводов.....	498
		5.2.4.1. Применяемые типы опор и опорных частей.....	498
		5.2.4.2. Определение нагрузок, действующих на опоры трубопроводов.....	500
		5.2.5. Расчет вантового перехода.....	505
		5.2.6. Расчет гибкого висячего перехода.....	508
		5.2.6.1. Расчет несущего каната.....	508
		5.2.6.2. Расчет ветровых канатов.....	514
		5.2.6.3. Расчет пилонов.....	515
		5.2.6.4. Расчет нагрузок на опоры под пилоны и анкерные опоры.....	516
		5.2.7. Расчет арочного перехода.....	518
		5.3. Подземные переходы трубопроводов через железные и автомобильные дороги.....	522
		5.3.1. Расчет защитного футляра (кожуха) на прочность.....	524
		5.3.2. Оценка напряженно-деформированного состояния.....	533
		5.3.3. Выбор оборудования при строительстве трубопроводных переходов через дороги.....	535
		5.3.3.1. Прокладка труб способом прокола.....	538
		5.3.3.2. Прокладка труб способом продавливания.....	539

5.3.3.3. Прокладка труб способом горизонтального бурения.....	540		
5.4. Примеры расчетов.....	550		
Глава 6. Расчеты при обслуживании и ремонте трубопроводов.....	589		
6.1. Общие сведения об обслуживании и ремонте линейной части магистральных газонефтепроводов.....	589		
6.2. Определение основных параметров организации капитального ремонта линейной части магистральных трубопроводов.....	591		
6.3. Нагрузки, действующие на трубопровод при капитальном ремонте.....	596		
6.4. Расчет напряжений, возникающих в нефтепроводе при ремонте его с подъемом в траншее.....	602		
6.5. Расчет напряжений, возникающих в нефтепроводе при ремонте его без подъема.....	607		
6.6. Проверка прочности и устойчивости нефтепровода при капитальном ремонте.....	612		
6.7. Результаты расчетов технологических параметров ремонтных колонн при ремонте с подъемом нефтепроводов.....	616		
6.8. Расчет на прочность подземных трубопроводов при их демонтаже.....	623		
6.8.1. Последовательность расчета напряженно-деформированного состояния труб при демонтаже с вскрытием траншеи.....	622		
6.8.2. Расчет параметров демонтажа трубопровода без вскрытия траншеи.....	631		
6.8.3. Расчет параметров демонтажа трубопровода с частичным удалением грунта засыпки.....	635		
6.9. Прогнозный расчет размыва грунта засыпки трубопровода на склоне.....	637		
6.9.1. Расчет дождевой эрозии склона с постоянным уклоном.....	637		
6.9.2. Расчет дождевой эрозии на склонах с переменным уклоном.....	641		
6.10. Прогнозный расчет роста и оценка параметров оврагов.....	643		
6.11. Расчет устройств для закрепления вершин оврагов.....	645		
6.11.1. Конструкции устройств для закрепления вершин оврагов.....	645		
6.11.2. Расчет быстротока.....	648		
6.11.3. Расчет дренажной подушки.....	649		
6.12. Примеры расчетов.....	650		
Глава 7. Расчеты надежности газонефтепроводов.....	653		
7.1. Общие представления о надежности газонефтепроводов.....	653		
7.2. Расчет вероятности отказа стенки трубы.....	660		
7.3. Метод контроля состояния изоляционного покрытия при эксплуатации по ГОСТ Р51164-98.....	663		
7.3.1. Основные представления об электрохимической коррозии подземных трубопроводов.....	663		
7.3.2. Сущность и основные параметры комплексной защиты подземных трубопроводов от коррозии.....	665		
7.3.3. Контроль защитных потенциалов и определение переходного сопротивления изоляции.....	670		
7.4. Оценка малоциклового долговечности трубопровода по стадии зарождения трещины.....	672		
7.5. Расчет остаточного ресурса стенки нефтепровода по характеристикам циклической трещиностойкости.....	675		
7.6. Расчет параметров остаточного ресурса в условиях стресс-коррозии..	678		
7.6.1. Оценка максимально допустимой глубины стресс-коррозионного дефекта при рабочем давлении.....	678		
7.6.2. Определение остаточного ресурса трубопровода с учетом фактической скорости стресс-коррозионного дефекта.....	680		
7.7. Расчет остаточного ресурса трубопровода по минимальной вероятной толщине стенки трубы.....	682		
7.7.1. Общие положения и последовательность расчета.....	682		
7.7.2. Расчет отбраковочной толщины стенки для промышленных трубопроводов.....	684		
7.7.3. Расчет отбраковочной толщины стенки магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов.....	686		
7.7.4. Определение отбраковочной толщины стенки магистральных газопроводов и отводов.....	688		
7.8. Вероятностный расчет остаточного ресурса трубопровода с учетом общего коррозионно-эрозионного износа стенки трубы.....	689		
7.9. Расчет напряженного-деформированного состояния криволинейных участков трубопроводов, находящихся в эксплуатации.....	696		
7.10. Примеры расчетов.....	701		
Список литературы.....	718		
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	726		
Приложение А. Общие данные.....	727		
Приложение Б. Геометрические характеристики и масса труб.....	743		
Приложение В. Характеристики изолированных труб.....	748		
Приложение Г. Перечень технических условий на трубы.....	749		
Приложение Д. Категории участков магистральных трубопроводов.....	772		
Приложение Е. Коэффициенты Q-H характеристики нефтяных магистральных насосов серии НМ.....	780		
Приложение Ж. Коэффициенты Q-H характеристики нефтяных подпорных насосов серии НПВ.....	783		
Приложение З. Расчетные разрывные усилия канатов.....	785		
Приложение И. Основные сведения о защитных покрытиях трубопроводов.....	791		

Приложение К. Номограмма для определения конечного переходного сопротивления „труба – земля”.....	797
Приложение Л. Удельное электрическое сопротивление грунтов.....	798
Приложение М. Этапы, величины давлений и продолжительность испытаний трубопроводов на прочность и проверки их на герметичность	800
Приложение Н. Характеристика 1 м длины трубы с балластными грузами.....	804
Приложение О. Теоретические коэффициенты концентрации напряжений на дефектах строительного и эксплуатационного происхождения.....	805
Приложение П. Карты районирования территории Российской Федерации по климатическим характеристикам.....	807