

НЕФТЕГАЗОВЫЙ ИНЖИНИРИНГ

**СПРАВОЧНИК
ИНЖЕНЕРА-НЕФТЯНИКА
ТОМ III**

**НАЗЕМНЫЕ
СООРУЖЕНИЯ
И ТЕХНОЛОГИИ
ОБУСТРОЙСТВА**



Оглавление

От редакционного совета серии	xxiii
Предисловие	xxv
Введение	xxvii
ГЛАВА 1. Подготовка нефти и газа	1
1.1. Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа	1
1.2. Определение терминов	2
1.3. Функции промышленных установок	4
1.3.1. Основной технологический процесс	4
1.3.2. Дополнительные технологические процессы	4
1.3.3. Вспомогательные системы	4
1.4. Пример установки для подготовки нефти	5
1.4.1. Сепарация	5
1.4.2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти	7
1.4.3. Очистка попутной воды	8
1.5. Установка комплексной подготовки газа	9
1.5.1. Подогрев	9
1.5.2. Сепарация	10
1.5.3. Охлаждение	10
1.5.4. Очистка газа	11
1.5.5. Сушка (дегидратация) газа	11
1.5.6. Газопереработка	12
1.5.7. Стабилизация	12
1.5.8. Компримирование	13
1.6. Управление технологическим процессом	13
1.7. Безопасность конструкции	14
1.7.1. Основная защита	14
1.7.2. Вспомогательная защита	14
ГЛАВА 2. Сепараторы нефти и газа	17
2.1. Введение	17
2.1.1. Общая часть	17
2.1.2. Скважинные флюиды и их характеристики	21
2.1.3. Элементы сепаратора	23

2.1.4.	Вертикальные и горизонтальные сепараторы	23
2.1.5.	Эффективность работы сепаратора	23
2.1.6.	Внутренние элементы	24
2.1.7.	Специфические проблемы	40
2.2.	Примеры сепараторов	49
2.3.	Определение размеров сепаратора	57
2.3.1.	Общие сведения	57
2.3.2.	Теория осаждения	58
2.3.3.	Время удержания	61
2.3.4.	Определение параметров каплеуловителя	62
2.3.5.	Длина цилиндрической части резервуара	63
2.3.6.	Определение размера патрубка	63
2.4.	Примеры определения размеров сепаратора	65
2.4.1.	Пример 2.1: Вертикальный двухфазный сепаратор с сетчатой прокладкой в качестве каплеуловителя	65
2.4.2.	Пример 2.2: Горизонтальный двухфазный сепаратор	66
2.4.3.	Пример 2.3: Вертикальный трехфазный сепаратор	68
ГЛАВА 3.	Разделение водонефтяных эмульсий	73
3.1.	Введение	73
3.2.	Эмульсии	74
3.2.1.	Определение понятия	74
3.2.2.	Как образуются нефтяные эмульсии	75
3.2.3.	Эмульгаторы	75
3.2.4.	Предотвращение образования эмульсий	76
3.2.5.	Стабильность эмульсий	77
3.2.6.	Влияние эмульсий на вязкость флюида	77
3.2.7.	Опробование и анализ нефтяных эмульсий	77
3.3.	Методы разделения эмульсий	79
3.3.1.	Нагревание	79
3.3.2.	Химические деэмульгаторы	84
3.3.3.	Перемешивание	88
3.3.4.	Коалесцирующие пластины	88
3.3.5.	Электростатическая коалесценция	89
3.3.6.	Мокрая очистка	91
3.3.7.	Фильтрация	91
3.3.8.	Волокнистая набивка	92
3.3.9.	Гравитационное осаждение	93
3.3.10.	Время выдержки	93
3.3.11.	Центрифугирование	94
3.3.12.	Дистилляция	94
3.4.	Обессоливание	95

3.4.1.	Эффективность перемешивания	97
3.4.2.	Разбавляющая вода	97
3.4.3.	Рециркуляция воды	98
3.4.4.	Качество воды на выходе	98
3.4.5.	Растворимость воды в сырой нефти	99
3.4.6.	Несмешиваемость нефтей	99
3.4.7.	Аналитические методы	100
3.5.	Оборудование для разделения эмульсий	101
3.5.1.	Водоотделители	103
3.5.2.	Резервуары для хранения	105
3.5.3.	Баки-отстойники.	106
3.5.4.	Вертикальные разделители эмульсий	114
3.5.5.	Горизонтальные разделители эмульсий	116
3.5.6.	Электростатические коагуляторы	119
3.5.7.	Рабочие параметры	132
3.6.	Основные элементы системы	134
3.6.1.	Электроснабжение	134
3.6.2.	Изоляторы	135
3.6.3.	Электроды	136
3.6.4.	Системы распределения жидкостей	137
3.6.5.	Контрольно-измерительные приборы и системы защиты	138
3.6.6.	Системы удаления твердых частиц	139
3.6.7.	Смесительные устройства	143
3.6.8.	Регуляторы и индикаторы уровня	144
3.6.9.	Детекторы воды в нефти (приборы для мониторинга водо- догрязевого отстоя)	145
3.7.	Операционные ограничения	145
3.7.1.	Обработка эмульсий, добытых на объектах с использо- ванием третичных методов увеличения нефтеотдачи	145
3.7.2.	Осветление воды, добываемой попутно с эмульсиями	146
3.7.3.	Горелки и огневые трубы	146
3.7.4.	Коррозия	147
3.8.	Экономические аспекты технологий разделения нефтяных эмуль- сий	149

ГЛАВА 4. Водоочистные устройства, используемые при проведении ра- бот на нефть и газ	159
4.1. Введение	159
4.2. Захоронение или закачка попутной воды (пара)	160
4.2.1. Отделение воды от свободных углеводородов	160
4.2.2. Устройства для гравитационной сепарации	163
4.2.3. Установки газовой флотации	172

4.2.4.	Нефтеотделительные гидроциклоны	174
4.2.5.	Центрифуги	178
4.2.6.	Фильтры со скорлупой грецких орехов	178
4.2.7.	Удаление растворенных углеводов из воды	179
4.2.8.	Удаление твердой взвеси из попутной воды	182
4.2.9.	Обработка твердых примесей	188
4.2.10.	Удаление растворенных твердых примесей из воды	189
4.2.11.	Производство пара	201
4.3.	Очистка поверхностной воды для закачивания в пласт	207
4.3.1.	Удаление твердой взвеси из воды, предназначенной для закачки в пласт	207
4.3.2.	Удаление растворенного газа (кислорода)	212
4.3.3.	Биологический контроль	217
4.3.4.	Удаление сульфатов	218
4.4.	Химические средства водоочистки	220
4.4.1.	Водоосветлители (флокулянты)	222
4.4.2.	Предотвращение отложения твердых осадков	223
4.4.3.	Химические ингибиторы образования отложений	223
4.4.4.	Методы подбора ингибиторов образования отложений	224
4.4.5.	Механизмы химического воздействия	224
4.4.6.	Защита от коррозии	225
4.4.7.	Бактериальный контроль	227
4.4.8.	Тестирование биоцидов	229
4.4.9.	Поглотитель растворенного кислорода	230
4.4.10.	Пеногаситель	230
4.4.11.	Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	230
4.5.	Выбор конструкционных материалов для водоочистного обо- удования	231
4.5.1.	Материалы для оборудования систем очистки попутной воды	231
4.5.2.	Материалы, обеспечивающие нормальную эксплуатацию	231
4.5.3.	Материалы для эксплуатации в агрессивных средах	232
4.5.4.	Материалы для защиты от трения	233
4.5.5.	Материалы для очистных устройств для морской воды	234
4.5.6.	Материалы для паронагнетательных систем	235
ГЛАВА 5. Комплексная подготовка газа		240
5.1.	Цели подготовки газа	240
5.2.	Стандартные требования к товарному газу	240
5.3.	Обессеривание высокосернистого газа	242
5.3.1.	Определение высокосернистого газа	242
5.3.2.	Другие соединения серы	243

5.3.3.	Удаление CO ₂	243
5.3.4.	Обзор процесса десульфуризации	244
5.3.5.	Стандартное технологическое оборудование для десульфуризации сырого газа с помощью регенеративного растворителя	245
5.3.6.	Обессеривающие растворители.	246
5.3.7.	Регенеративные химические растворители	247
5.3.8.	Первичные амины	248
5.3.9.	Вторичные амины.	248
5.3.10.	Третичные амины	249
5.3.11.	Состав фирменных аминовых растворителей	249
5.3.12.	Горячий раствор углекислого калия (K ₂ CO ₃)	249
5.3.13.	Компьютерное моделирование процессов десульфуризации	250
5.3.14.	Оценка скорости циркуляции раствора	250
5.3.15.	Виды эксплуатационных проблем	250
5.4.	Физические растворители	253
5.4.1.	Процесс «Селексол» (процесс очистки газов от кислых компонентов посредством физической адсорбции)	254
5.4.2.	Процесс «Флюор»	255
5.4.3.	Процесс «Пуризол»	255
5.5.	Смешанный процесс	255
5.5.1.	Процесс «Сульфинол»	255
5.6.	Процесс восстановления/окисления (окислительно-восстановительный процесс)	255
5.7.	Нерегенеративные процессы с химическим растворителем (растворителем)	256
5.8.	Процессы дезодорирующей очистки соединениями свинца	257
5.8.1.	Фильтр для очистки высокосернистого газа (оксид железа)	258
5.8.2.	SulfaTreat (оксид железа)	258
5.8.3.	Молекулярные сита	258
5.9.	Программа отбора для оптимального выбора процесса	259
5.10.	Осушка природного газа	260
5.11.	Осушка с использованием гликоля	260
5.12.	Описание процесса	261
5.13.	Функция входного сепаратора	263
5.14.	Назначение контактора или абсорбционной колонны	263
5.15.	Назначение ребойлера (испарителя для повторного испарения)	267
5.16.	Снижение точки росы по воде	268
5.17.	Регенерация (восстановление) гликоля	269
5.18.	Методы повышения чистоты гликоля	270
5.19.	Компоненты системы циркуляции гликоля	272

5.19.1.	Циркуляционный насос гликоля	272
5.19.2.	Теплообмен	272
5.19.3.	Фильтры	273
5.19.4.	Уравнительный резервуар (сборник-разделитель)	273
5.19.5.	Фильтр предварительной очистки	273
5.19.6.	Гликолевый испарительный резервуар	274
5.19.7.	Гликолевый трубопровод.	274
5.20.	Контрольно-измерительные приборы и автоматика (КИПиА)	274
5.20.1.	Управление расходом газа	275
5.20.2.	Скорость циркуляции регенерированного гликоля	275
5.20.3.	Температура ребойлера	276
5.20.4.	Регулирование уровня жидкости	277
5.20.5.	Индикаторы давления и температуры	277
5.21.	Проектные решения контактора	278
5.22.	Определение точки росы по воде	278
5.23.	Список для проверки условий эксплуатации	279
5.24.	Диагностика неисправностей	280
5.24.1.	Вспенивание	280
5.24.2.	Коррозия	280
5.24.3.	Недостижение точки росы по воде	280
5.25.	Проблемы охраны окружающей среды	281
5.26.	Гликолевая осушка и контроль выбросов летучих органических соединений	281
5.27.	Осушка твердым поглотителем (адсорбентом)	283
5.28.	Стандартное технологическое оборудование	284
5.29.	Осушка растворимыми осушителями	284
5.30.	Контроль точки росы по воде и по углеводородам	288
5.30.1.	Ускоренная осушка твердым поглотителем (адсорбентом)	288
5.31.	Контроль точки росы путем искусственного охлаждения	289
5.32.	Процесс «ИФПЕКСОЛ»	292
5.33.	Методы извлечения газоконденсатных жидкостей	293
5.33.1.	Масло-абсорбционные установки (МАУ)	293
5.34.	Турбодетандерный процесс	295
5.34.1.	Предварительная подготовка газа	295
5.34.2.	Конструкция турбодетандера	296
5.35.	Дросселирование. Эффект Джоуля–Томсона	296
5.36.	Мембранная обработка для удаления CO ₂	297
ГЛАВА 6. Насосы		304
6.1.	Основы гидравлики и понятие потока	304
6.1.1.	Типы флюидов	304
6.1.2.	Типы насосов	304

6.1.3.	Конструкция насосной системы	305
6.2.	Законы гидравлики	306
6.2.1.	Введение	306
6.2.2.	Гидростатика	307
6.2.3.	Гидродинамика	311
6.3.	Центробежные насосы	315
6.3.1.	Введение	315
6.3.2.	Основные классификации	315
6.3.3.	Типы рабочих колес	316
6.3.4.	Количество рабочих колес	317
6.3.5.	Осевая нагрузка рабочего колеса	317
6.3.6.	Радиальная нагрузка рабочего колеса	318
6.3.7.	Быстроходность насоса	318
6.3.8.	Напорные характеристики насоса	319
6.3.9.	Напорная характеристика системы	322
6.3.10.	Регулирование расхода	322
6.3.11.	Обратные клапаны	323
6.3.12.	Клапан рециркуляции с минимальным расходом	324
6.3.13.	Изменение производительности	324
6.3.14.	Регулирование скорости	324
6.3.15.	Законы подобия	325
6.3.16.	Заливка насоса	326
6.3.17.	Рекомендации по установке	327
6.4.	Поршневые насосы прямого вытеснения	330
6.4.1.	Введение	330
6.4.2.	Роторные насосы	330
6.4.3.	Поршневые насосы с возвратно-поступательным движением	334
6.4.4.	Производительность поршневого насоса с возвратно-поступательным движением	336
6.4.5.	Рекомендации по установке	338
6.5.	Приводные механизмы насоса	340
6.5.1.	Общие сведения	340
6.5.2.	Электродвигатели	340
6.5.3.	Паровые турбины	340
6.5.4.	Турбодетандеры и гидравлические турбины	341
6.5.5.	Газовые турбины	341
6.5.6.	Двигатели внутреннего сгорания	342
ГЛАВА 7. Компрессоры		344
7.1.	Введение	344
7.1.1.	Общие сведения	344

7.2.	Классификация и типы компрессоров	346
7.2.1.	Поршневые компрессоры с возвратно-поступательным движением поршня	346
7.2.2.	Разъемные компрессоры	347
7.2.3.	Неразъемные компрессоры	347
7.2.4.	Ротационные компрессоры прямого вытеснения	347
7.2.5.	Центробежные компрессоры	349
7.3.	Теория компримирования	351
7.3.1.	Изоэнтропическое (адиабатное) сжатие	352
7.3.2.	Полиетропическое сжатие	352
7.3.3.	Напор	353
7.3.4.	Адиабатный (изоэнтропический) КПД	353
7.3.5.	Полиетропический КПД	354
7.3.6.	Коэффициент сжимаемости	354
7.3.7.	Расход газа (мощность)	354
7.3.8.	Степень сжатия	355
7.3.9.	Промежуточное охлаждение	356
7.3.10.	Потребляемая мощность	356
7.3.11.	Выбор компрессора	356
7.3.12.	Количество ступеней сжатия	357
7.4.	Центробежные компрессоры	358
7.4.1.	Основные компоненты	358
7.4.2.	Производительность компрессора	367
7.4.3.	Помпаж	367
7.4.4.	Блокировка расхода на нагнетании	369
7.4.5.	Технологическая установка	369
7.4.6.	Техническое обслуживание	373
7.5.	Поршневые компрессоры с возвратно-поступательным движением поршня	374
7.5.1.	Основные компоненты	374
7.5.2.	Производительность компрессора	380
7.5.3.	Технологическая установка	388
7.5.4.	Пульсации	390
7.5.5.	Факторы вибрации	391
7.5.6.	Охлаждение цилиндра	392
7.5.7.	Подача масла	393
7.6.	Заключение	395
ГЛАВА 8.	Первичные приводы	398
8.1.	Введение	398
8.2.	Поршневые двигатели возвратно-поступательного действия	398
8.2.1.	Двухтактный цикл	399

8.2.2.	Четырехтактный цикл	400
8.2.3.	Цикл со сгоранием при постоянном давлении (цикл Дизеля)	401
8.2.4.	Двигатели без наддува и их сравнение с двигателями с турбонаддувом	403
8.2.5.	Выбросы выхлопных газов	404
8.2.6.	Семейства двигателей и взаимозаменяемость	407
8.2.7.	Моторные топлива	408
8.3.	Газотурбинные двигатели	409
8.3.1.	Максимальная температура цикла, ТВРТ	409
8.3.2.	Расход воздуха	410
8.3.3.	Ограничение скорости	411
8.3.4.	Ограничение рабочих температур	411
8.3.5.	Стандартные условия	411
8.3.6.	Оценка по площадке	411
8.3.7.	Температура воздуха на входе	412
8.3.8.	Поправка для производительности с учетом высоты	412
8.3.9.	Увеличение КПД турбины	412
8.3.10.	Типы газовых турбин	413
8.3.11.	Система воздухозабора.	416
8.3.12.	Выбросы выхлопных газов	417
8.3.13.	Виды топлива для турбин.	419
8.3.14.	Тепло выхлопных газов.	419
ГЛАВА 9.	Трубопроводы	420
9.1.	Введение	420
9.1.1.	Выкидная линия	420
9.1.2.	Соединительные трубопроводы	421
9.1.3.	Сборные/товарные трубопроводы	421
9.1.4.	Магистральный трубопровод	421
9.2.	Формулы для расчета снижения давления в трубопроводах	422
9.2.1.	Уравнение Бернулли	423
9.2.2.	Число Рейнольдса и коэффициент трения Му迪	424
9.2.3.	Падение давления для потока жидкости	428
9.2.4.	Падение давления для потока газа	430
9.2.5.	Многофазный поток	435
9.3.	Падение давления в клапанах и фитингах	441
9.3.1.	Коэффициенты сопротивления	441
9.3.2.	Коэффициенты расхода	446
9.3.3.	Эквивалентные длины	446
9.4.	Выбор толщины стенки трубопровода	447
9.4.1.	Отраслевые правила для трубопроводов	447

9.4.2.	Материалы для изготовления труб — основные принципы	449
9.4.3.	Расчет толщины стенок трубы с использованием <i>Стандарта ВЗ1.3</i>	452
9.4.4.	Расчет толщины стенок трубы с использованием <i>Стандарта ВЗ1.4</i>	453
9.4.5.	Расчет толщины стенок трубы в соответствии с требованиями <i>Стандарта ВЗ1.8</i>	454
9.4.6.	Расчет толщины стенки: сравнение стандартов	462
9.5.	Учет скорости потока	462
9.5.1.	Выбор диаметра трубопровода для транспортировки жидкостей	463
9.5.2.	Выбор диаметра газопровода	463
9.5.3.	Выбор диаметра трубопровода для перекачивания многофазных сред	464
9.6.	Номинальные значения давления для клапанов, фитингов и фланцев	465
9.6.1.	Номинальные значения давления	466
9.6.2.	Типы фланцев	466
9.6.3.	Материалы для прокладки	467
9.6.4.	Материалы для болтовых креплений	468
9.6.5.	Фитинги трубопроводов	469
9.6.6.	Минимальная толщина стенок труб и фитингов	470
9.6.7.	Патрубки	471
9.6.8.	Клапаны	471
9.6.9.	Распределительные клапаны и устройства для сброса давления (предохранительные устройства)	474
9.7.	Соединение элементов с различными классами давления	475
9.8.	Тепловое расширение трубы и опоры	478
9.8.1.	Раздача трубы.	478
9.8.2.	Размещение опор трубопровода	480
9.9.	Трубопроводы	480
9.9.1.	Сборные системы	480
9.9.2.	Магистральные трубопроводы.	481
9.9.3.	Наземные трубопроводы	481
9.9.4.	Подводные трубопроводы.	494
9.10.	Чистка трубопровода	504
9.10.1.	Устройства запуска и приема очистных скребков	506
9.10.2.	Выбор скребка	508
9.10.3.	Пробкоуловители	509
9.11.	Гидравлические испытания. Неразрушающие испытания и обследование	510
9.11.1.	Гидравлические испытания	510
9.12.	Контрольно-измерительные приборы и автоматика	514

ГЛАВА 10. Системы безопасности	519
10.1. Основные принципы безопасности	519
10.1.1. Введение	519
10.1.2. Основные принципы охраны труда и окружающей среды (ОС)	519
10.1.3. Дерево событий	520
10.1.4. Анализ опасностей	523
10.1.5. Первичная защита	524
10.2. Методические рекомендации	524
10.2.1. Введение	524
10.2.2. Регулируемые параметры процесса	525
10.2.3. Компоненты процесса	525
10.2.4. Нормальные рабочие диапазоны	525
10.2.5. Аномальные рабочие условия.	526
10.2.6. Последствия выбросов углеводородов	527
10.2.7. Предохранительные устройства	528
10.2.8. Системы безопасности технологического процесса	528
10.2.9. Меры по предотвращению возгорания	533
10.2.10. Нежелательные события	533
10.2.11. Анализ безопасности	535
10.2.12. Проведение анализа безопасности	538
10.3. Разгрузочные клапаны и системы аварийного сброса давления	540
10.3.1. Введение	540
10.3.2. Выбор разгрузочного устройства	540
10.4. Системы утилизации путем вентиляции и сжигания на факеле	560
10.4.1. Конструкция системы утилизации	560
10.4.2. Факельные сепараторы	561
10.4.3. Защита от обратной вспышки	561
10.4.4. Факельные стойки	565
ГЛАВА 11. Измерение расхода жидкостей и газов	579
11А. Жидкостная расходометрия	579
11А.1. Введение	579
11А.2. Расходомеры вытеснительного типа (РВТ) или объем- ные расходомеры	580
11А.3. Турбинные расходомеры	582
11А.4. Расходомеры Кориолиса	584
11А.5. Конструкция измерительных систем	586
11А.6. Показатели работы расходомера	588
11А.7. Выбор типа расходомера	589
11А.8. Калибровка расходомера	591

11А.9.	Система измерения количества и показателей качества нефти (СИКН)	592
11А.10.	Расчеты свойств потока и общая характеристика работы системы	595
11Б.	Газовая расходомерия	595
11Б.1.	Введение	595
11Б.2.	Диафрагменные расходомеры	596
11Б.3.	Турбинные газовые расходомеры	598
11Б.4.	Ультразвуковые расходомеры	601
11Б.5.	Расходомеры Кориолиса	604
ГЛАВА 12.	Электроэнергетические системы	610
12.1.	Введение	610
12.2.	Электротехнические нормы и правила	610
12.3.	Источники питания	610
12.4.	Определение размера и выбор источника питания	611
12.5.	Электрические распределительные системы	618
12.5.1.	Основная распределительная система и напряжения . . .	618
12.5.2.	Второй контур электроэнергетической системы	619
12.6.	Электрическое заземление	625
12.7.	Падение напряжения в электроэнергетических системах	627
12.7.1.	Падение напряжения при запуске двигателя (питание от трансформатора).	628
12.7.2.	Падение напряжения при запуске двигателя (питание от генератора)	629
12.8.	Коэффициент мощности и использование конденсаторов	630
12.9.	Классификация опасных участков	634
12.9.1.	Североамериканские стандарты	634
12.9.2.	Стандарты Международной электротехнической комиссии (IEC).	635
12.10.	Электродвигатели переменного тока	638
12.10.1.	Асинхронные электродвигатели	639
12.10.2.	Вращение ротора	642
12.10.3.	Синхронный двигатель	645
12.11.	Технические характеристики двигателя	646
12.11.1.	Напряжение и ток	646
12.11.2.	Мощность в лошадиных силах и киловаттах	646
12.11.3.	Номинальная скорость	647
12.11.4.	Коэффициент перегрузки	647
12.11.5.	Классы изоляции	647
12.11.6.	Конструкционное исполнение двигателей	648
12.11.7.	Кодовые обозначения при заторможенном роторе	649

12.11.8. Коэффициент полезного действия	650
12.12. Характеристики электродвигателей NEMA	650
12.12.1. Стандартные конструкции двигателя	650
12.12.2. Кривая зависимости скорости от крутящего момента	650
12.12.3. Начальный крутящий момент	651
12.12.4. Пусковой момент и максимальный (опрокидывающий) момент	651
12.12.5. Крутящий момент полной нагрузки	652
12.12.6. Пусковой ток и ток полной нагрузки	652
12.12.7. Двигатели особой конструкции	652
12.13. Методы запуска двигателя	653
12.13.1. Пуск при полном напряжении	653
12.13.2. Пуск с использованием автотрансформатора	653
12.13.3. Пуск при соединении по схеме «звезда–треугольник»	653
12.13.4. Запуск с использованием части обмотки	654
12.13.5. Мягкий пуск	654
12.14. Коэффициенты понижения номинального значения	654
12.14.1. Перепады напряжения	655
12.14.2. Частота	655
12.14.3. Высота над уровнем моря и температура	656
12.15. Приводы двигателя переменного тока	656
12.15.1. Отношение напряжения (В) к частоте (Гц)	657
12.15.2. Нагрузка при постоянном крутящем моменте	657
12.15.3. Нагрузка при постоянной мощности	657
12.15.4. Пуск при пониженном напряжении и частоте	658
12.15.5. Выбор двигателя	660
12.15.6. Расстояние между приводом и двигателем	660
12.15.7. Коэффициент перегрузки приводов переменного тока	660
12.16. Подбор соответствующего двигателя переменного тока для на- грузки	660
12.16.1. Таблицы нагрузочных характеристик	661
12.16.2. Расчет момента нагрузки	661
12.16.3. Центробежный насос	661
12.16.4. Винтовой привод	661
12.17. Корпусы	664
12.17.1. Открытый каплезащищенный корпус (ОКЗ)	664
12.17.2. Корпус закрытого типа невентилируемый (ЗТН)	664
12.17.3. Корпус закрытого типа с воздушным охлаждением (ЗТВО)	664
12.17.4. Взрывобезопасный корпус (ВБ)	664
12.18. Монтаж	665
12.18.1. Типоразмеры NEMA	665
12.19. Двигатели супер-NEMA	665

12.19.1. Размеры	665
12.19.2. Крутящий момент	666
12.19.3. Высота над уровнем моря и температура окружающей среды	666
12.19.4. Корпусы для двигателей супер-NEMA	666
ГЛАВА 13. Хранение нефтепродуктов	671
13.1. Резервуары для хранения	671
13.1.1. Типы резервуаров для хранения	671
13.1.2. Варианты хранения	675
13.1.3. Дыхательные клапаны резервуара	678
13.1.4. Замерный люк	679
13.1.5. Дыхание резервуара	679
13.1.6. Насосные операции и заправка	679
13.1.7. Системы газовой подушки	680
13.1.8. Действие факторов огня	681
13.1.9. Конструкция вентиляционной системы	681
13.1.10. Резервуары с плавающей крышей	683
13.1.11. Управление потерями продукта и требования обеспечения безопасности для резервуаров с плавающей крышей	683
13.1.12. Рабочая вместимость резервуаров с плавающей крышей	684
13.1.13. Контроль паров продукта в резервуарах с плавающей крышей	685
13.1.14. Вспомогательное оборудование резервуара	687
13.1.15. Контроль утечек жидкости из резервуаров	688
13.1.16. Изучение условий на производственном участке для размещения технологических резервуаров	692
13.1.17. Соединения резервуарного парка и эксплуатация	693
13.1.18. Резервуарный парк для хранения сероводородной нефти	696
13.1.19. Техническое обслуживание резервуарных парков	696
ГЛАВА 14. Морские и подводные сооружения	698
14.1. Введение	698
14.2. Исторический обзор	699
14.2.1. Несущие конструкции	699
14.2.2. Подводные системы	711
14.3. Стационарные стальные и бетонные основания гравитационного типа	711
14.3.1. Стационарные стальные конструкции	712
14.3.2. Бетонные конструкции гравитационного типа	721
14.4. Совместимые и плавучие системы	724

14.4.1.	Стационарные платформы на ферменной несущей конструкции и с растяжками	725
14.4.2.	Платформы с натяжными опорами	726
14.4.3.	Глубоководные плавучие буровые установки	728
14.4.4.	Донная фонтанная арматура и ее сравнение с надводной	730
14.4.5.	Плавучие нефтедобычные системы	731
14.5.	Подводные системы	735
14.6.	Обеспечение бесперебойного режима подачи потока	738
14.7.	Добыча в морских условиях	740
14.7.1.	Заканчивание скважин (освоение скважин после бурения)	740
14.7.2.	Технологическое оборудование	742
14.7.3.	Обслуживание и капитальный ремонт скважин	742
14.7.4.	Сбыт сырой нефти	744
14.7.5.	Сбыт газа	744
14.7.6.	Утилизация (сброс) воды	745
14.8.	Арктика	745
14.8.1.	Условия окружающей среды	745
14.9.	Требования к будущим технологиям	752
ГЛАВА 15.	Управление проектом обустройства нефтяного промысла	754
15.1.	Введение	754
15.2.	Определения	756
15.3.	Реализация проекта	772
15.3.1.	Инициирование проекта	772
15.3.2.	Выбор группы проекта	778
15.3.3.	Выбор проектной организации.	779
15.3.4.	Утверждение расходов и первоначальная смета расходов	780
15.3.5.	Утверждение партнерами	782
15.3.6.	Материально-техническое обеспечение	783
15.3.7.	Контроль и отчетность по ходу выполнения проекта и стоимости	786
15.3.8.	Управление персоналом	787
15.3.9.	Ввод в эксплуатацию и запуск	791
15.3.10.	Завершение проекта	792
Предметный указатель	793