

**В. А. Казарян, П. Г. Цыбульский
Ю. М. Богданов, В. И. Салохин**

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ
ГАЗОНЕФТЕПРОДУКТОВ
В ОТЛОЖЕНИЯХ КАМЕННОЙ СОЛИ**

Под редакцией
В. А. Казаряна



Москва ♦ Ижевск

2010

Эксплуатация подземных хранилищ газонефтепродуктов в отложениях каменной соли / В. А. Казарян [и др.] ; под ред. В. А. Казаряна. — Москва : Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2010. — 455 с. : ил. — (Современные нефтегазовые технологии). — Библиография : с. 453—455.

УДК 622.691.24 + 622.692.24

ББК 33

Ч/З №1 — 5 экз.

В книге рассматриваются актуальные вопросы, связанные с крупномасштабным подземным хранением газообразных и жидких продуктов в основном газонефтепродуктов в резервуарах, созданных в отложениях каменной соли.

Даётся анализ существующих и перспективных способов эксплуатации подземных хранилищ газонефтепродуктов. В разделе «Безрассольный способ эксплуатации хранилищ» приводится способ эксплуатации с применением газоструйных компрессоров. Показана техническая и экономическая целесообразность применения газоструйных компрессоров при эксплуатации подземных хранилищ газообразных продуктов.

Изложена технология строительства и эксплуатации подземных и наземных рассолохранилищ. Даются рекомендации по поддержанию стабильной концентрации и объёма рассола в рассолохранилище в различных климатических условиях эксплуатации.

Рассматривается применение струйных аппаратов при строительстве и эксплуатации подземных хранилищ. Излагается методика расчёта основных параметров струйных аппаратов.

Приводятся результаты исследования влажности природного газа при эксплуатации подземных хранилищ, созданных в отложениях каменной соли.

Рассматривается процесс изменения влагосодержания природного газа при его закачке в подземный резервуар, хранении и отборе из подземного резервуара.

Рассматривается технология первого заполнения хранимым продуктом подземного резервуара. Рассматриваются конструкции эксплуатационных скважин и их ремонт.

Книга представляет интерес для инженерно-технических работников газовой, нефтяной, нефтеперерабатывающей, нефтехимической промышленности, а также для студентов, аспирантов и научных работников соответствующего профиля.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	12
1. НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗОНЕФТЕ- ПРОДУКТОВ.....	17
1.1. Неравномерность газопотребления – объективная реальность в условиях РФ	18
1.2. Температурные условия, определяющие динамику поставок газа	24
1.2.1. Нормативные документы, определяющие условия теплоснабжения потребителей	26
1.3. Запасы газа в ПХГ	29
1.4. Использование запасов газа в ПХГ в зависимости от климатических условий отопительного периода	32
1.5. Неравномерность потребления нефтепродуктов.....	36
2. СПОСОБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗОНЕФТЕПРОДУКТОВ	39
2.1. Рассольный способ эксплуатации подземных хранилищ жидких продуктов	40
2.1.1. Эксплуатация подземных хранилищ жидких продуктов с использованием наземного рассолохранилища	42
2.1.2. Эксплуатация подземных хранилищ жидких продуктов с использованием подземного рассолохранилища.....	44
2.1.3. Эксплуатация подземных хранилищ жидких продуктов с использованием природных минерализованных вод	47
2.2. Распределение давления хранимого продукта и рассола по высоте резервуара.....	54

2.3. Рассольный способ эксплуатации подземных хранилищ газообразных продуктов	59
2.4. Безрассольный способ эксплуатации подземных хранилищ газонефтепродуктов	62
2.4.1. Эксплуатация подземных хранилищ жидких продуктов с использованием энергии сжатого газа	62
2.5. Эксплуатация подземных хранилищ жидких продуктов с применением специального оборудования	70
2.6. Безрассольный способ эксплуатации подземных хранилищ газообразных продуктов	72
2.6.1. Безкомпрессорный способ эксплуатации подземных хранилищ газообразных продуктов	73
2.6.2. Компрессорный способ эксплуатации подземных хранилищ газообразных продуктов	75
2.7. Комбинированный способ эксплуатации подземных хранилищ газонефтепродуктов	83
3. РАССОЛОХРАНИЛИЩЕ	89
3.1. Инженерно-геологические и гидрогеологические условия строительства наземных рассолохранилищ	90
3.2. Определение объёма (вместимости) рассолохранилища	97
3.2.1. Подземное хранилище нефтепродуктов регионального назначения	99
3.2.2. Подземное хранилище в составе нефтеперерабатывающего завода	102
3.2.3. Подземное хранилище в системе государственного резерва	104
3.2.4. Вероятность совпадения независимых событий	105
3.3. Строительство рассолохранилищ	107
3.3.1. Строительство наземных рассолохранилищ	107
3.3.2. Строительство подземных рассолохранилищ	111

3.4. Испытание рассолохранилищ на герметичность.....	113
3.4.1. Испытание на герметичность наземного рассолохранилища	114
3.4.2. Испытание на герметичность подземного рассолохранилища	121
3.5. Эксплуатация рассолохранилищ.....	122
3.5.1. Эксплуатация наземных рассолохранилищ	123
3.5.2. Эксплуатация подземных рассолохранилищ	178
4. ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНЫХ АППАРАТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗОНЕФТЕПРОДУКТОВ.....	186
4.1. Использование газоструйных компрессоров в газонефтяной промышленности	188
4.2. Конструкции газоструйных компрессоров	195
4.3. Методика расчёта параметров газоструйных компрессоров .	211
4.4. Эксплуатация ПХГ в каменной соли с использованием газо- струйных компрессоров	224
4.4.1. Применение газоструйных компрессоров при закачке газа	228
4.4.2. Применение газоструйных компрессоров при отборе газа	233
4.4.3. Эффективность методов закачки и отбора газа с использо- ванием газоструйных компрессоров	238
4.5. Разнофазные струйные аппараты.....	240
4.5.1. Водовоздушные эжекторы для закачки газообразного нерастворителя	244
4.5.2. Влияние гидравлических параметров на работу эжектора	258
4.5.3. Влияние конструктивных параметров на работу эжектора.....	280

4.5.4. Конструкции водовоздушных эжекторов и установка их на скважине	298
4.5.5. Расчёт высоконапорных водовоздушных эжекторов	301
4.6. Струйные установки для отбора нефтепродуктов из подземных резервуаров	306
4.7. Струйные установки для интенсификации процесса создания выработок-ёмкостей	310
5. ИЗМЕНЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ	322
5.1. Режим закачки газа в подземный резервуар	342
5.2. Режим хранения газа в подземных резервуарах	350
5.3. Режим отбора газа из подземного резервуара	358
6. ПЕРВОЕ ЗАПОЛНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ХРАНИЛИЩ ГАЗОНЕФТЕПРОДУКТОВ	367
6.1. Технологические операции первоначального заполнения подземного резервуара хранимым продуктом	370
6.2. Исследование процесса отбора рассола из подземного резервуара при первоначальном заполнении природным газом	378
6.2.1. Физическое моделирование процесса отбора рассола из резервуара	380
6.2.2. Численное моделирование процесса отбора рассола из резервуара	383
6.2.3. Результаты расчётов	386
7. КОНСТРУКЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СКВАЖИН ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗОНЕФТЕПРОДУКТОВ	390
8. РЕМОНТ СКВАЖИН ПОДЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ГАЗОНЕФТЕПРОДУКТОВ	418
8.1. Ремонт скважины с установкой моста на участке «шей» подземного резервуара	420

8.2. Ремонт скважины с применением способа кристаллизации соли	421
8.3. Ремонт скважины с перфорацией основной обсадной колонны	449
8.4. Ремонт скважины с вырезанием участков основной обсадной колонны	451
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	453