

В.А. Харитонов

СТРОИТЕЛЬСТВО МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА НЕФТИ И ГАЗА



В.А. Харитонов

**СТРОИТЕЛЬСТВО
МАГИСТРАЛЬНОГО
ТРУБОПРОВОДА
НЕФТИ И ГАЗА**



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2008

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «ВХ и МП» МГСУ

Ю.П. Правдивец;

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «ОСП» МГСУ,

директор ЦНИИОМТП *П.П. Олейник;*

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «ТСП» МГСУ

А.А. Афанасьев

Харитонов В.А.

Строительство магистрального трубопровода нефти и газа: / Монография: – М.:
Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 488 с.

ISBN 978-5-93093-583-7

В в составе 16 глав и 7 приложений изложены вопросы проектирования и строительства объектов трубопроводного транспорта в различных природно-климатических и инженерно-геологических условиях. Даны основные принципы организации, управления и технологии строительного производства.

В разделе I «Изыскания и проектирование» дана краткая справка развития трубопроводного транспорта, изложены правовые вопросы и основные условия проведения экологической экспертизы, даны основные требования к информационной базе, вопросам оптимального проектирования объектов линейного и сосредоточенного строительства, содержанию экспертной оценки проекта и процедуре рассмотрения и утверждения проектных решений.

В разделе II «Организация и управление строительством» изложены общие требования по организации строительного производства и эксплуатации строительной техники, даны рекомендации по вопросам подготовительных работ при строительстве линейных, сосредоточенных и подводных переходов. Отдельными главами даны рекомендации по управлению и планированию работ, освещены вопросы формирования стройплощадок и условия обеспечения материально-техническими ресурсами.

В разделе III «Технология строительного производства» представлены 4 главы, посвященные вопросам строительства линейных и сосредоточенных объектов в различных грунтовых условиях, систем связи, строительству подводных трубопроводов, особенностям транспортных работ.

Практически в каждую главу включен параграф, посвященный охране окружающей природной среды.

Представленный материал может служить учебным пособием для студентов технических вузов, а также проектировщиков и строителей.

ISBN 978-5-93093-583-7

© Харитонов В.А., 2008

© Издательство АСВ, 2008

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	13
ВВЕДЕНИЕ	14
РАЗДЕЛ I. ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ	16
Глава 1. Общие положения	16
1.1. История развития трубопроводного транспорта	16
1.2. Современные требования к строительству объектов трубопроводного транспорта	21
1.3. Правовые вопросы строительства магистрального трубопровода	22
1.4. Экология трубопроводного транспорта	27
1.4.1. Сроки и порядок проведения экологической экспертизы	28
1.4.2. Основные этапы проведения экологической экспертизы	30
1.4.3. Оценка воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду (ОВОС)	31
1.4.4. Государственная и общественная экологическая экспертиза	32
1.4.5. Порядок и организация работ по проведению экологической экспертизы	34
1.4.6. Информационная база для проведения экологической экспертизы	35
Контрольные вопросы и задания к главе 1	37
Глава 2. Изыскания и трассирование трубопроводов	38
2.1. Методы изысканий	38
2.1.1. Общие положения	38
2.1.2. Аэрокосмические съемки в инженерных изысканиях	40
2.1.3. Аэрокосмические геоинформационные технологии в изысканиях и строительстве	41
2.2. Трассирование трубопроводных линий	51
2.3. Оптимизация прокладываемых трасс	52
2.4. Выбор участков для размещения терминалов нефти и сжиженного газа	53
2.4.1. Причальные сооружения	56
2.4.2. Емкости для хранения нефти, нефтепродуктов и сжиженного газа	57
2.5. Инженерно-экологические изыскания	58
Контрольные вопросы и задания к главе 2	61
Глава 3. Проектирование объектов трубопроводного транспорта	62
3.1. Этапы и стадии проектирования, содержание проектной документации	62
3.1.1. Общие положения	62

3.1.2. Системный подход к информационному обеспечению трассирования трубопроводов и дорог	63
3.1.3. Методология изучения природных условий района трассирования	64
3.1.4. Техничко-экономическое обоснование строительства (ТЭО, проект) объекта	65
3.2. Организационно-технологическое проектирование	68
3.3. Оптимизация проектных решений	69
3.4. Выбор вариантов производства работ и оценка их стоимости	70
3.5. Проектирование объектов строительства в условиях производственных и экономических рисков	71
3.5.1. Взаимосвязи производственной деятельности и риска	72
3.5.2. Характеристика факторов микросреды производственной деятельности	77
3.6. Согласование, экспертиза и утверждение проектно-сметной документации	79
3.7. Проектирование мероприятий по охране окружающей среды	80
Контрольные вопросы и задания к главе 3	81
Рекомендуемая литература к разделу I	81

РАЗДЕЛ II. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ

Глава 4. Основные положения организации строительства магистральных трубопроводов	83
4.1. Общие положения	83
4.1.1. Особенности строительства объектов трубопроводного транспорта	83
4.1.2. Требования к организации строительного производства	85
4.2. Организационные вопросы разработки проектов строительства	87
4.2.1. Общая часть	87
4.2.2. Требования к выбору параметров строительства трубопроводов	88
4.2.3. Техничко-экономическое обоснование проектирования и строительства	89
4.2.3.1. Основные технико-экономические сведения, необходимые для обоснования целесообразности строительства трубопровода	90
4.2.3.2. Экономика строительства трубопровода и его инфраструктуры	92
4.2.3.3. Показатели оценки народнохозяйственной эффективности строительства трубопровода	93
4.2.3.4. Общая оценка целесообразности строительства варианта трубопровода	93
4.3. Требования к заданию и составу проекта трубопровода	94
4.3.1. Общие положения	94
4.3.2. Материалы изыскания трассы трубопровода, являющиеся исходными для разработки организации строительства	96

4.3.3. Технорабочий и технический проекты строительства.....	99
4.3.4. Рабочие чертежи линейной части и сосредоточенных объектов.....	100
4.3.5. Сметная документация.....	103
4.3.6. Нормы продолжительности строительства.....	103
4.3.7. Охрана окружающей среды.....	105
Контрольные вопросы и задания к главе 4.....	112
Глава 5. Подготовка строительного производства.....	113
5.1. Общие требования к организации и управлению подготовительного этапа работ.....	113
5.1.1. Требования к проектам организации строительства и производства работ.....	115
5.1.2. Содержание проекта организации строительства.....	117
5.2. Подготовительные работы на стройплощадках в отдаленных районах и в условиях бездорожья.....	119
5.2.1. Разбивка трассы.....	119
5.2.2. Расчистка и подготовка трассы для строительства.....	119
5.2.3. Устройство вдольтрассового проезда.....	121
5.2.4. Методы производства работ основного периода.....	122
5.2.5. Инженерная подготовка площадки строительства.....	125
5.2.6. Устройство фундаментов.....	126
5.2.7. Монтаж металлических конструкций.....	127
5.2.8. Транспортирование и монтаж мобильных контейнерных зданий и сооружений.....	127
5.3. Подготовительные работы при строительстве линейных сооружений.....	128
5.4. Подготовительные работы при строительстве сосредоточенных объектов....	133
5.5. Подготовительные работы при реконструкции и восстановлении объекта....	135
5.6. Подготовительные работы для строительства подводных переходов.....	138
5.6.1. Подготовительные работы при траншейном методе строительства ПП.....	140
5.6.2. Подготовительные работы для строительства ПП методом наклонно-направленного бурения.....	142
Контрольные вопросы и задания к главе 5.....	144
Глава 6. Управление строительным производством.....	145
6.1. Общие положения.....	145
6.1.1. Процесс управления.....	145
6.1.2. Организационно-функциональная структура системы управления.....	147
6.1.3. Принципы рациональной организации системы управления.....	148
6.1.4. Методы, модели и технология управления нефтегазовым строительством.....	150

6.1.5. Организационные, материально-технические и социально-экономические факторы, влияющие на производственные процессы.....	153
6.2. Планирование процессов строительства.....	157
6.2.1. Общие положения.....	157
6.2.2. Основы производственного планирования объектов строительства	159
6.2.3. Принципы составления краткосрочного плана производства строительно-монтажных работ.....	163
6.2.3.1. Недельно-суточное планирование производства строительно-монтажных работ.....	163
6.3. Управление и координация строительного производства.....	167
6.4. Контроль качества строительной продукции.....	171
6.4.1. Общие положения.....	171
6.4.2. Современные методы аппаратурной диагностики трубопроводов	173
6.4.2.1. Рентгеновская дефектоскопия трубопроводов	173
6.4.2.2. Магнитографическая дефектоскопия трубопроводов.....	174
6.4.2.3. Контроль напряженного состояния трубопровода.....	175
6.4.2.4. Контроль деформации стенки трубы.....	175
6.4.2.5. Контроль искривления продольной оси трубопровода	175
6.4.2.6. Контроль повреждения стенки трубопровода	175
6.5. Организационная структура строительных организаций.....	177
6.5.1. Общие положения.....	177
6.5.2. Стационарные строительные организации	178
6.5.3. Мобильные строительные организации	179
6.6. Поточная организация строительного производства	181
6.6.1. Общие положения.....	181
6.6.2. Принципы проектирования строительных потоков	182
6.7. Диспетчеризация в строительстве трубопроводного транспорта.....	183
6.7.1. Общие положения.....	183
6.7.2. Диспетчерская форма управления	184
6.7.3. Эффективность диспетчеризации в строительства трубопроводов	186
6.8. Контроль и мониторинг окружающей среды.....	187
Контрольные вопросы и задания к главе 6.....	192
Глава 7. Планирование и организация строительного производства	193
7.1. Общие положения.....	193
7.2. Основы планирования и организации строительства	193
7.2.1. Календарное планирование строительства объектов трубопроводного транспорта.....	193
7.2.2. Составление графика производства работ	198

7.2.3. Организация и планирование монтажных работ, выполняемых с транспортных средств.....	200
7.3 Планирование и организация строительства сосредоточенных объектов.....	201
7.4. Организация и планирование строительства линейных объектов.....	205
7.5. Особенности организации и календарного планирования производственных процессов при реконструкции.....	211
7.5.1. Разработка календарного плана реконструкции объектов и комплексов	213
7.5.2. Календарный план (график) определения необходимых ресурсов	215
Контрольные вопросы и задания к главе 7.....	216

Глава 8. Стройгенплан. Принципы формирования стройплощадки

8.1. Общие требования к проектированию стройплощадки.....	217
8.2. Подготовка территории стройплощадок для объектов магистральных трубопроводов.....	218
8.2.1. Стройгенплан линейной части трубопроводного транспорта.....	219
8.2.2. Стройгенплан сосредоточенных объектов трубопроводного транспорта	221
8.3. Основные виды и назначение стройгенпланов.....	221
8.3.1. Общеплощадочный стройгенплан	222
8.3.2. Объектный стройгенплан	227
8.4. Временное водо- и энергоснабжение стройплощадки.....	228
8.4.1. Водоснабжение и водопотребление	228
8.4.2. Временное электроснабжение строительной площадки.....	231
8.5. Мобильные здания и сооружения	233
8.6. Тыловые базы, приобъектные временные склады, площадки для укрупнения монтажных элементов и конвейерной (поточной) сборки	235
8.6.1. Общие положения.....	235
8.6.2. Определение необходимых производственных запасов.....	236
8.6.2.1. Классификация складов	237
8.6.2.2. Расчет складских помещений	238
8.6.3. Устройство временных и приобъектных складов	239
Контрольные вопросы и задания к главе 8.....	240

Глава 9. Устройство временных дорог и пунктов приема летательных аппаратов

9.1. Общие требования и рекомендации.....	241
9.2. Технология строительства вдольтрассовых дорог	246
9.3. Строительство вертодромов, аэродромов и пунктов приема дирижаблей	248
Контрольные вопросы и задания к главе 9.....	252

Глава 10. Организация перевалочных и опорных баз строительства	253
10.1. Общие положения и рекомендации	253
10.2. Перевалочные базы.....	254
10.2.1. Требования к обустройству территории перевалочной базы.....	254
10.2.2. Устройства для приема и отправки грузов в жидком состоянии.....	256
10.2.3. Устройства для пневмоперегрузки пылевидных грузов.....	259
10.3. Определение необходимых запасов.....	260
10.4. Внутрибазовые дороги	261
10.5. Организация взаимодействия различных грузоперевозок на перевалочных базах	262
Контрольные вопросы и задания к главе 10.....	265
Глава 11. Материально-техническое обеспечение трубопроводного строительства	266
11.1. Общие положения.....	266
11.2. Особенности материально-технической базы строительства	268
11.2.1. Строительно-монтажные подразделения	268
11.2.2. Промышленно-производственные строительные организации	269
11.2.3. Инфраструктурное звено в составе МТБС	269
11.3. Производственно-техническая комплектация строительных процессов.....	272
11.4. Основные принципы организации, размещения и развития материально-технической базы строительства.....	276
11.5. Формирование стоимости предметов материально-технического снабжения	277
11.6. Учет и контроль расходов строительных материалов и конструкций	280
11.7. Организация эксплуатации машинного и транспортного парка строительства	281
11.7.1. Общие положения	281
11.7.2. Организация работ.....	282
11.7.3. Новая техника, собственность и аренда	285
11.8. Традиции и современность в материально-техническом обеспечении.....	285
11.8.1. Способы материально-технического обеспечения строительства	286
11.8.2. Опыт западных компаний в МТО	287
Контрольные вопросы и задания к главе 11.....	288
Глава 12. Организация и эксплуатация парка строительной техники	289
12.1. Общие положения.....	289
12.2. Структура и состав парка машин для строительства объектов трубопроводного транспорта.....	291
12.2.1. Техника для транспортных и погрузочно-разгрузочных работ	291
12.2.2. Технические средства для подготовительных работ и устройства просек	295

12.2.3. Техника для земляных работ	295
12.2.4. Технические средства для сварочных работ	296
12.2.5. Техника для монтажа и изготовления элементов труб	298
12.2.6. Технические средства для изоляционно-укладочных работ	298
12.2.7. Техника для подводно-технических работ	299
12.3. Организационные формы эксплуатации машинного парка	299
12.4. Комплексная механизация в трубопроводном строительстве	301
12.5. Организация технического обслуживания и ремонта строительной техники	302
12.6. Оптимизация использования и развития парка строительной техники	305
Контрольные вопросы и задания к главе 12	307
Рекомендуемая литература к разделу II	308

РАЗДЕЛ III. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глава 13. Технология линейного строительства

13.1. Введение	309
13.2. Земляные работы	310
13.2.1. Общие положения	310
13.2.2. Разработка траншей в нормальных условиях и в мерзлых грунтах в зимнее время	312
13.2.3. Разработка траншей в условиях болот и обводненной местности	316
13.2.4. Защита трубопровода от всплывания на обводненных участках	318
13.2.4.1. Обеспечение устойчивости трубопроводов с помощью пригрузов	318
13.2.4.2. Закрепление трубопроводов с помощью анкерных устройств	322
13.2.4.3. Закрепление трубопроводов балластировкой грунтом с использованием синтетических материалов	327
13.2.4.4. Балластировка трубопроводов закрепленными грунтами	329
13.2.4.5. Закрепление трубопроводов полимерно-контейнерными балластирующими устройствами	330
13.2.5. Разработка траншей в горных условиях	330
13.2.6. Особенности выполнения земляных работ в условиях пустынь и орошаемых земель	331
13.2.7. Засыпка траншей и рекультивация земель	332
13.3. Монтаж труб и сварочные работы	334
13.3.1. Укладка трубопровода в траншею	334
13.3.2. Определение параметров технологии укладки трубопровода в траншею	336
13.3.3. Сварочно-монтажные работы	338
13.3.3.1. Сварочные материалы	339

13.3.3.2. Подготовка труб к сборке	339
13.3.3.3. Газокислородная резка	340
13.3.3.4. Предварительный подогрев	343
13.4. Изоляция трубопровода и электрохимзащита	349
13.4.1. Изоляция трубопровода	349
13.4.1.1. Изоляционные материалы на битумно-резиновой основе.....	351
13.4.1.2. Изоляционные материалы на основе полимеров.....	353
13.4.2. Электрохимзащита трубопроводов.....	356
13.5. Очистка внутренней полости и испытание трубопровода	358
13.5.1. Очистка полости трубопроводов.....	359
13.5.1.1. Продувка подземных трубопроводов	361
13.5.1.2. Продувка надземных трубопроводов.....	362
13.5.1.3. Промывка трубопроводов	363
13.5.1.4. Предварительная очистка трубопроводов протягиванием механических очистных устройств.....	363
13.5.2. Испытание магистральных трубопроводов на прочность и проверка на герметичность.....	364
13.5.2.1. Гидравлическое испытание.....	365
13.5.2.2. Пневматическое испытание	366
13.5.2.3. Комбинированный способ испытания	367
Контрольные вопросы и задания к главе 13.....	369

Глава 14. Организация и технология строительства сосредоточенных объектов.....

14.1. Общие положения.....	370
14.2. Насосные и компрессорные станции, терминалы	371
14.3. Строительство резервуарных парков нефти и газа	377
14.3.1. Проектирование резервуарного парка	379
14.3.1.1. Конструкции резервуаров	380
14.3.1.2. Оборудование резервуаров	381
14.3.1.3. Строительство резервуаров.....	381
14.3.2. Строительство внутриплощадочных коммуникаций	384
14.3.3. Строительство подземных хранилищ	386
14.3.3.1. Общие сведения	386
14.3.3.2. Монтаж наземных сооружений нефтегазохранилищ.....	388
14.3.3.3. Установка вертикальных аппаратов	388
14.3.3.4. Установка горизонтальных аппаратов.....	393
14.4. Строительство систем связи	394
14.5. Строительство причальных и наливных устройств	395
14.5.1. Конструктивные решения	395

14.5.2. Шлангующие устройства	397
14.6. Экологические мероприятия на территории НС, КС, резервуарных парков и терминалов.....	397
Контрольные вопросы и задания к главе 14.....	399
Глава 15. Технология строительства подводных трубопроводов	400
15.1. Общие положения.....	400
15.2. Методы строительства подводных переходов.....	401
15.3. Траншейный метод устройства дюкера.....	402
15.3.1. Земляные работы.....	402
15.3.2. Расчетная ширина подводной траншеи	405
15.3.3. Сварочно-монтажные работы.....	410
15.3.4. Очистка полости трубопровода.....	411
15.3.5. Испытание на прочность и проверка на герметичность	411
15.3.6. Изоляционные работы на подводных трубопроводах	412
15.3.7. Футеровка подводных трубопроводов.....	413
15.3.8. Балластировка подводных трубопроводов.....	414
15.3.9. Укладка подводных трубопроводов.....	415
15.3.9.1. Укладка трубопроводов протаскиванием по дну водной преграды	415
15.3.9.2. Укладка трубопровода свободным погружением.....	418
15.3.9.3. Укладка трубопроводов с плавучих опор.....	419
15.3.9.4. Укладка трубопровода с трубоукладочного судна.....	420
15.4. Строительство подводных переходов методом наклонного бурения	420
15.4.1. Сущность метода	420
15.4.2. Расчет продолжительности строительства подводного перехода	423
15.5. Метод микротоннелирования	425
15.6. Глубоководные морские трубопроводные системы.....	428
15.6.1. Укладка трубопроводов с трубоукладочных барж.....	430
15.6.1.1. Конструкция стрингеров трубоукладочных барж	433
15.6.1.2. Укладка трубопровода с судна, оборудованного барабаном.....	437
15.6.2. Технический контроль и приемка в эксплуатацию подводных трубопроводов.....	439
15.7. Основные требования по технике безопасности и охраны окружающей среды.....	443
Контрольные вопросы и задания к главе 15.....	444
Глава 16. Технология транспортных работ	445
16.1. Общие положения.....	445
16.2. Погрузочно-разгрузочные и транспортные работы	447

16.2.1. Складирование труб	449
16.3. Схемы перевозок грузов для трубопроводного строительства.....	451
16.4. Формирование оптимальных схем перевозок.....	451
16.5. Транспортные перевозки.....	452
16.5.1. Наземные перевозки	457
16.5.2. Перевозки водным транспортом	457
16.5.3. Перевозки воздушным транспортом.....	457
16.6. Требования к сохранности перевозимых грузов	464
Контрольные вопросы и задания к главе 16.....	464
Рекомендуемая литература к разделу III	464
Приложение 1. Термины, понятия и определения	466
Приложение 2. Нормы продолжительности строительства некоторых объектов трубопроводных систем нефти и газа	476
Приложение 3. Нормативные документы по проектированию и строительству объектов трубопроводного транспорта.....	478
Приложение 4. Типологический ряд резервуаров нефти и нефтепродуктов	479
Приложение 5. Основные нормативы, ГОСТы и публикации по охране окружающей среды.....	480
Приложение 6. Основное оборудование и машины, используемые для строительства объектов трубопроводного транспорта	482
Приложение 7. Возможные нарушения окружающей среды при строительстве объектов трубопроводного транспорта.....	484

ПРЕДИСЛОВИЕ

На территории России построено много магистральных трубопроводных транспортных систем, соединяющих месторождения нефти и газа с потребителями. Протяженность трубопроводов на начало XXI века достигло 300 тыс. км, однако для нашей страны развитие магистральных трубопроводов является насущной проблемой, так как многие месторождения Севера европейской части, Сибири и Дальнего Востока, как правило, находятся в отдаленных и неосвоенных районах с практически полным отсутствием современных транспортных связей.

В создании трубопроводных систем нефти и газа принимает участие большое количество изыскателей, проектировщиков и строителей. Магистральным трубопроводам приходится преодолевать тундру и тайгу, степи и пустыни, болота и озера, взбираться на холмы и горы, повисать над ущельями и реками, пересекать автострады и железные дороги, нырять на дно больших рек, каналов и проливов, выходить за пределы государственных границ.

Прокладка многокилометрового магистрального трубопровода – это мероприятие, требующее серьезной организационно-управленческой работы и больших материальных затрат.

Например, построенный в конце XX столетия трансконтинентальный газопровод Уренгой - Помары - Ужгород протянулся от северных районов Западной Сибири до венгерской границы. Его протяженность 4451 км, диаметр труб 1420 мм, давление 7,5 МПа, производительность 32 млрд м³ газа в год. На линейной части газопровода трудились 20 тыс. строителей; построено 40 компрессорных станций; на строительстве ежедневно действовали 1074 экскаватора, 1275 бульдозеров, 1370 трубоукладчиков; переработано 130 млн м³ грунта; уложено 3 млн тонн труб; протяженность электросварных швов в соединениях труб составила 2200 км; преодолено 959 км болот, обводненных и заболоченных участков, пересечено 560 больших и малых рек; построено 53 благоустроенных поселка; рекультивировано 27 млн м² плодородных земель; использовано более 200 научно-технических новшеств и т. д.

С 2006 года ведется строительство нефтепровода Восточная Сибирь - Тихий океан (ВСТО) протяженностью 5000 км, первая очередь которого – от Тайшета до Сковородино – оценивается во многие млрд долл. США.

Продолжаются работы на шельфе Каспийского моря. Новые возможности открываются в арктических морях России, где сосредоточено 25% неосвоенных месторождений нефти и газа, в том числе огромный углеводородный потенциал Баренцева моря, который будет служить энергетической кладовой Европы. Здесь главными перспективными являются разработки Штокмановского и других месторождений на континентальном шельфе России.

Однако на шельфе северных морей приходится сталкиваться с двумя важными для строительства проблемами - жесткие ледовые условия и большая морская глубина. Суровый климат Арктики, лед, покрывающий поверхность моря круглый год, обуславливают применение принципиально новых технологий.

В последние годы начали строить и эксплуатировать морские ледостойкие стационарные платформы в северной акватории Каспия, на северо-восточной части шельфа о. Сахалин, на участках Варандей моря, а также на Приразломном месторождении Печорского моря.

Настоящая монография подготовлена в качестве учебного пособия для студентов, изучающих вопросы проектирования и строительства объектов трубопроводного транспорта нефти и газа в различных инженерно-геологических и климатических условиях России. Пособие может быть также полезно специалистам, повышающим квалификацию.

Книга подготовлена при содействии проектных и производственных организаций, представивших много полезной информации, которая позволила отразить новейшие достижения в области изысканий, проектирования и строительного производства.

Особую благодарность автор приносит ООО «ФРЭКОМ» и ИПСК «Темпобур».

ВВЕДЕНИЕ

Магистральные трубопроводы являются одним из наиболее экономичных и рациональных транспортных средств нефти, а в случае перемещения газообразных сред, если исключить возможность перевоза газа в сжиженном состоянии цистернами, - наиболее безопасным и рациональным видом транспорта. Также это один из самых капиталоемких видов транспорта с высоким уровнем энергонасыщенности, что требует для сохранности, надежности и безаварийной работы объектов трубопроводной инфраструктуры применения специальных инженерных решений.

В европейской части России и в Западной Сибири построена достаточно протяженная трубопроводная сеть, однако другие территории, особенно в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, в том числе в районах с разведанными месторождениями нефти и газа, не имеют транспортной связи с потребителями. Запасы углеводородного сырья в этих районах исчисляются сотнями миллионов тонн нефти и миллиардами кубометров газа, однако добывать их нельзя из-за отсутствия трубопроводного транспорта для доставки ценного топлива энергетикам и сырья для химической промышленности.

Практически Восточная Сибирь и Забайкалье вплоть до областей Дальнего Востока не имеют трубопроводного транспорта. На территории Дальнего Востока трубопроводный транспорт получил развитие только в трех регионах – на Сахалине, в Хабаровском крае и Якутии.

Самые протяженные в этих районах трубопроводные линии проложены для транспортировки сахалинской нефти и газа в Хабаровский край. Пропускная способность магистрального трубопровода Оха - Комсомольск в периоды полной загрузки Комсомольского-на-Амуре и Хабаровского нефтеперерабатывающих заводов - потребителей сахалинской нефти составляет 5 млн т в год. Ныне действующий магистральный трубопровод планируется продолжить до Хабаровска. В 1998 году сдан в эксплуатацию газопровод на участке Комсомольск-Солнечный (40 км), в 1999-м газопровод доведен до г. Амурска, а в 2005 году – до Хабаровска (около 400 км).

На территории Якутии нефте- и газопроводный транспорт находится в самом начале своего развития. Газопроводная сеть охватывает населенные пункты Таас, Тумус, Якутск, Покровск. Нефть подается по временному трубопроводу Талакан - Витим (110 км), действующему лишь в теплые периоды года.

В перспективе с освоением новых нефтегазовых месторождений Сахалина нитку газопровода планируется продолжить из Хабаровска в Приморский край. Грандиозный проект прокладки магистрального нефте- и газопровода протяженностью более 6 тыс. км намечается по территории Якутии. При их строительстве якутские нефть и газ придут в Хабаровский и Приморский края, а также могут отправляться на экспорт в КНДР, Монголию и Республику Корея.

С 2006 года начато строительство нефтепровода от Тайшета (Иркутская обл.) по трассе, проходящей к северу от о. Байкал до ст. Сковородино и далее через Хабаровск до Владивостока к морскому экспортному терминалу. От этого нефтепровода будут построены ответвления на Монголию и Китай. Также намечено строительство магистрального трубопровода из Западной Сибири через территорию Алтая в Китай.

В текущем году намечено строительство Трансбалканского нефтепровода Бургас - Александруполис, проектная протяженность которого составит 280 км, а пропускная способность - 35 млн т нефти в год с возможным увеличением до 50 млн т. Трубопровод позволит транспортировать нефть из черноморских портов на рынки Европы, США и Азиатско-Тихоокеанского региона через Болгарию и Грецию. Трансбалканский нефтепровод пройдет в обход загруженных турецких проливов Босфор и Дарданеллы. В строительстве этого трубопровода доля России составит 51%, Болгарии и Греции будет принадлежать по 24,5%.

В 2005 году был построен газопровод Россия – Турция («Голубой поток») протяженностью 1200 км, в том числе по дну Черного моря длиной 378 км на глубинах до 2150 м.

Намечено строительство второй очереди Балтийской трубопроводной системы (БТС-2) от Ярославля до терминала «Приморск» (возле г. Выборг) мощностью до 80 млн т нефти в год, что позволит России полностью отказаться от транзита нефти через Белоруссию и Польшу в Европу по нефтепроводу «Дружба». Строительство БТС-2, оцениваемое в 2-2,5 млрд. долл., будет вестись в 2008–2009 годах.

В 2006 году были начаты подготовительные работы по строительству северо-европейского газопровода по дну Балтийского моря по трассе Грязовец – Выборг – Балтийское море – территория Германии или Дании – Бэктон (Англия) протяженностью 3000 км, в том числе по дну Балтийского моря длиной около 1200 км из труб диаметром 1400 мм с рабочим давлением 8,3–9,8 МПа.

Поскольку одним из способов повышения эффективности строительства трубопроводов является совместная реализация проектов нефте- и газопроводов по параллельным направлениям, целесообразно такие работы выполнять в комплексе с учетом развития всей инфраструктуры территории строительства.

По мере естественного снижения добычи на месторождениях нефти и газа существует необходимость до 2015 года ввести в эксплуатацию около 10 тыс. км только магистральных трубопроводов. В целом для трубопроводного строительства имеется обширное поле деятельности.

Следует отметить, что магистральные трубопроводы при нормальной работе являются экологически чистыми, однако при авариях могут вызвать большие экономические потери и нанести серьезный ущерб природе. Поэтому вопросам надежности и безопасности работы магистральных трубопроводов следует уделять максимальное внимание при их проектировании и строительстве, а также в период их эксплуатации.

Строительство магистральных трубопроводов имеет много специфических особенностей в связи с их большой протяженностью и необходимостью прохождения трассы через различные естественные преграды (реки, горы, болота и т.п.), а также устройство трубопроводов в сложных грунтовых условиях и по территориям со сложным рельефом местности.

Надежность работы трубопроводов обеспечивается соблюдением рекомендаций нормативных документов при их проектировании (строительных норм и правил, норм технологического проектирования) и неукоснительным соблюдением технических требований по строительству и эксплуатации.

Эксплуатационная служба должна постоянно вести наблюдения (контроль) за техническим состоянием объектов трубопроводной системы, осуществлять своевременную их профилактику и ремонтные работы, а при необходимости выполнять своевременную реконструкцию и техническое перевооружение, используя новейшие достижения науки и техники. Например, ежегодная приборная диагностика и ремонт трубопроводов осуществляются на нескольких тысячах километров устаревших линий различного диаметра.

В настоящей работе рассматриваются некоторые проблемы и задачи, имеющие место, при строительстве трубопроводного транспорта, и возможные методы и способы их решения. В ней изложены вопросы изысканий и трассирования трубопроводов, условия проектирования, организации и технологии строительства, в том числе подводных переходов через реки и по дну водоемов и морей, структура и методы управления строительными процессами, описаны вопросы организации и основные технологические процессы трубопроводного строительства, особенности материального обеспечения и транспортных работ в условиях бездорожья, описаны методы защиты окружающей среды и др. проблемы.

Настоящая книга будет полезна студентам в качестве учебного пособия при выполнении дипломных и курсовых проектов, а также проектировщикам и специалистам строительных организаций, работающим в сфере трубопроводного транспорта.

РАЗДЕЛ I. ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Глава 1. Общие положения

1.1. История развития трубопроводного транспорта

История отечественного трубопроводного строительства началась более ста лет назад, когда в 1878 году под руководством инженера В.Г. Шухова был проложен первый нефтепровод Балаханы – Черный город длиной лишь немногим более 9 км, диаметром 76 мм и пропускной способностью 1,3 тыс. тонн нефти в сутки. Этот небольшой трубопровод убедительно показал экономичность такого вида транспорта нефтяных грузов, став в те годы образцом инженерной мысли и родоначальником сегодняшней гигантской сети трубопроводных магистралей.

Надо отметить, что В.Г. Шухов не только спроектировал и построил первый трубопровод, но и заложил основы теории, которая и по сей день служит строителям трубопроводов, подвел фундамент под здание оригинальной русской школы трубопроводного транспорта, в которой с самого начала четко проявились рациональные направления в решении инженерно-технических задач.

Следом за первым трубопроводом появляются другие, и к 1883 году Балаханские промыслы уже имеют пять нефтепроводов суммарной пропускной способностью свыше 5,2 тыс. тонн нефти в сутки. Затраты на эти трубопроводы, соединившие промыслы в заводском районе, окупились в первый же год эксплуатации.

Строительство первых нефтепроводов подтвердило правильность и высокую эффективность пути коренного разрешения транспортной проблемы для нефтяных грузов, принципы которого обосновал еще в 70-х годах прошлого столетия Д.И. Менделеев. Он же первый подал мысль и о строительстве магистрального нефтепровода Баку – Батуми, который был построен в 1907 году. Это первый керосинопровод, который долгое время по своим техническим параметрам (протяженность 853 км, диаметр 203 мм, 16 насосных станций, рассчитан на перекачку 80 тыс. т керосина в месяц) оставался самым крупным в мире. Затем был построен нефтепровод Грозный - Махачкала длиной 162 км.

Исследования И.А. Тиме и расчеты Д.И. Менделеева, изобретение электросварки металла Н.Н. Бернадосом, работы И.П. Илимова, Н.Е. Жуковского, Д.А. Лачинова способствовали дальнейшему развитию трубопроводов для перекачки нефти, однако строительство трубопроводов шло медленно, и к 1917 году в России было построено всего 1357 км трубопроводов, в том числе 1147 км магистральных, а газопроводы вообще не сооружались. США к этому времени имели более 30 тыс. км магистральных нефте- и газопроводов.

В марте 1920 года в период затишья на фронтах Гражданской войны вышло постановление Совета рабочей и крестьянской обороны «О сооружении нефтепровода от Эмбинского нефтеносного района до Саратова». Параллельно нефтепроводу предполагалось проложить железную дорогу Александров Гай - Эмба. Объединенная стройка получила сокращенное название «Алгемба», и на ней начались работы, однако в условиях интервенции, хозяйственной разрухи и сложного военного положения строительство было прекращено.

Минуло десятилетие – и развитие топливной промышленности и трубопроводного транспорта стало конкретной и непосредственной частью развития экономики и основной индустриализации страны, ее социального преобразования.

Интенсивное наращивание нефтедобычи в Баку, Грозном, Майкопе существенно диктовало увеличение объемов строительства магистральных трубопроводов.

В 30-х годах XX столетия вступает в строй первый в России сварной нефтепровод Грозный – Туапсе (протяженность 618 км, диаметр 250 мм, рассчитанный на рабочее давление 50 кгс/см²). Следом за ним вводятся в эксплуатацию: нефтепровод Баку – Батуми (протяженность 832 км, диаметр 254 мм); керосинопровод Армавир – Трудовая (протяженность 486 км, диаметр 305 мм), при сооружении которого впервые в мировой практике применена электродуговая сварка; нефтепровод Эмба – Орск (протяженность 850 км, диаметр 325 мм), построен полностью из отечественных материалов и оснащен отечественным оборудованием; самый длинный в мире высоконапорный водовод Гурьев – Косчагыл (протяженность с отводами 640 км, диаметр 325 мм).

Открытие геологами новых провинций нефти в Татарии, Башкирии, Поволжье и первых месторождений газа создавало предпосылки для их промышленной разработки и предопределяло улучшение топливного баланса нашей страны.

Несмотря на сравнительно небольшой объем строительства, отечественная наука в области трубопроводного транспорта развивалась довольно успешно. Именно в это время ученые и инженеры прокладывали путь к современной технике и технологии, к научным основам отечественного трубопроводостроения. Серьезные, значительные работы были выполнены академиком Л.С. Лейбензоном, Е.О. Патонем, профессорами В.С. Яблонским, А.Ф. Притулой, В.Г. Тараном, Н.И. Белоконем, М.Н. Гудаевым, О.М. Иванцовым, Ю.П. Баталиным, инженерами А.А. Кашеевым, П.А. Фильновым и многими другими.

Впервые в мировой практике была применена электродуговая сварка, для изоляции - горячая мастика на основе битума. Появляются новые отечественные материалы, оборудование, машины и механизмы, например трубоукладчик, многоковшовый экскаватор, механический кран для опускания труб в траншею, бульдозер для засыпки траншей, механические трубочистки и др.

В 30-е годы районами сосредоточенного трубопроводного строительства становятся Татария, Башкирия, Удмуртия, Куйбышевская, Оренбургская и Пермская области. За эти годы в стране было проложено около 4 тыс. км магистральных трубопроводов различного назначения.

В период Второй мировой войны (1941–1945) строительство трубопроводов продолжалось для обеспечения народного хозяйства и военных операций. Весной 1942 года к блокадному Ленинграду (ныне Санкт-Петербург) был проложен по дну Ладоги на глубине 12 м бензопровод протяженностью 20 км, по которому поступало ежедневно до 600 т жидкого топлива. Это было спасение для войск Ленинградского фронта и кораблей Балтийского флота. В это же время с острова Сахалин на материк по дну пролива Невельского на глубине 30 м проложили другую подводную магистраль: нефтепровод Оха – Софийск для подачи горючего на промышленные предприятия Дальнего Востока и для кораблей Тихоокеанского флота.

Сооружение и ввод в действие первого дальнего отечественного газопровода Бугуруслан – Куйбышев протяженностью 160 км явилось начальным этапом создания основ теории и практики газопроводного строительства на дальние расстояния.

В декабре 1944 года было принято решение о строительстве газопровода с недавно открытого месторождения вблизи Саратова до Москвы (протяженность 800 км, диаметр 325 мм, давление 5,5 МПа), и через полтора года, в июле 1946-го, саратовский газ пришел в столицу. Опытное сжигание газа под котлами МОГЭС напротив Кремля в Москве превратилось в праздник для строителей и горожан.

Годы войны тяжело отразились на народном хозяйстве страны. Возрождающимся из руин заводам и фабрикам, сельскому и коммунальному хозяйствам необходимо было топливо. Именно поэтому, едва закончились линейные работы на газопроводе Саратов – Москва, строители полным ходом развернули строительство газопровода из Западной Украины на Киев, занялись газификацией эстонских сланцев.

Газопровод Дашава - Киев (протяженность 512 км, диаметр 529 мм) стал первым отечественным газопроводом большого диаметра, имевшим решающее значение для послевоенной экономики Украины. Его производительность в четыре раза превысила саратовскую магистраль. Эта трасса — начало производства линейных работ поточно-скоростным методом механизированными колоннами, новой организации и технологии контроля качества сварных соединений и изоляционных покрытий, становления научных концепций и инженерной практики сооружения магистралей дальнего транспорта газа, школа подготовки профессиональных кадров рабочих и инженеров, строителей и эксплуатационников.

Возрастающие масштабы трубопроводного строительства требовали создания не только фундаментальных научно-технических основ, но и скорейшего их внедрения в практику. Выполнению этой программы способствовало создание в 1948 году специализированного института - ВНИИСтройнефть (теперь ВНИИСТ - Всероссийский научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов). В стенах этого института начинается создание теории сооружения нефтяных и газовых магистралей, разрабатываются методы их расчета и проектирования, решаются вопросы организации и технологии прокладки, способы сварки и защиты от коррозии.

В это же время формируются научные и конструкторские подразделения, направленные на разработку и внедрение необходимых технических средств.

Убедительной победой российских специалистов явилось сооружение в 1956 году первой нитки газопровода Ставрополь - Москва протяженностью 1310 км. Это была первая в нашей стране газовая магистраль из отечественных труб диаметром 720 мм, построенная всего лишь за год. Здесь впервые было положено начало комплексной механизации строительства, созданию мощных газотранспортных систем и единой газоснабжающей системы европейской части страны. Так появилась новая отрасль топливной энергетики – газовая промышленность. Через год вошел в строй действующих первый нефтепровод такого же диаметра Туймазы – Иркутск протяженностью 3682 км. Трубопроводный транспорт становится важной составной частью экономического организма страны.

В самом строительном производстве происходят серьезные качественные изменения и формируются основные направления технического прогресса в трубопроводостроении. Это - увеличение диаметра труб; повышение мощностей и рабочего давления компрессорных и насосных станций; применение высококачественных изоляционных материалов рулонного типа и труб с заводским изоляционным покрытием; дальнейшее повышение уровня индустриализации и завершение комплексной механизации строительного-монтажных работ.

В трубопроводном строительстве появляется масштабность, сооружение нефтегазовых магистралей заносится в список особо важных строек пятилеток, закладываются основы их народнохозяйственного значения, к решению задач привлекаются не только научный потенциал, но и крупнейшие предприятия страны.

Возрастающие потребности народного хозяйства в нефти и газе, в продуктах их переработки, в продукции нефтехимического производства привели к необходимости создания новой энергетической провинции. Ею становится Западная Сибирь.

С полным правом можно утверждать, что Березовское месторождение газа, Шаимское и Усть-Балыкское - нефти, газопровод Игрим - Серов (протяженность 497 км, диаметр 1020 мм) и нефтепровод Шаим - Тюмень (протяженность 410 км, диаметр 529 мм) и другие объекты стали фундаментом, на котором вырос мощный западно – сибирский нефтегазовый комплекс.

Сооружение каждого трубопровода ставило перед учеными, проектантами и строителями свои специфические задачи, поскольку в северных районах Сибири особенно сложные природно-климатические условия, эти районы малообжитые, и на их территории практически отсутствуют дороги. Первые сибирские трубопроводы стали лабораторией для проверки принятых проектных и технологических решений, оборудования и механизмов приборов и транспортных средств в условиях Севера. Они дали мощный импульс к сооружению нефтепровода Усть-Балык – Омск (протяженность 964 км, диаметр 1020 мм), магистрали, с прокладки которой началась «эстафета гигантов» – трубопроводов Западной Сибири.

Одна из насосных станций нефтепровода, установленная на Усть-Балыкском месторождении в 1967 году, имела необычный вид - впервые в отечественной практике она была изготовлена в блочном исполнении, открыв эру блочно-комплектного метода строительства.

Характерная особенность отечественного трубопроводостроения - непрерывное увеличение диаметров сооружаемых газо-, нефте- и нефтепродуктопроводов. Благодаря трубопроводам нового технического класса – диаметром 1220 и 1420 мм, рабочим давлением 6,4 и 7,5 МПа – пропускная способность трубопроводного транспорта резко возросла.

В 70-е годы строители осваивают проблемы, связанные с сооружением трубопроводов в районах вечной мерзлоты. При строительстве газопровода Таас – Тумус – Якутск (протяженность 310 км, диаметр 529 мм) впервые используются свайные и ряжевые опоры, прокладывается самая северная в мире заполярная надземная газовая магистраль Мессояха – Норильск (протяженность 671 км, диаметр 720 мм).

Одновременно с сибирскими промыслами обустраиваются газоконденсатные комплексы в Оренбурге и Мубареке, прокладывается «горячий» нефтепровод Узень – Гурьев – Куйбышев (протяженность 1750 км, диаметр 1020 мм) для транспорта высокопарафинистой мангышлакской нефти в Поволжье, выполняется большой объем промыслового строительства в Татарии, Башкирии, в Туркмении, на Украине, Мангышлаке и в Оренбурге.

Специалисты нашей страны много раз оказывали техническое содействие в разработке и обустройстве нефтегазовых промыслов, в проектировании и строительстве трубопроводов, нефтебаз и других объектов за рубежом, среди которых можно упомянуть:

- северный участок первого Трансиранского магистрального газопровода (протяженность 487 км, диаметр 1016 мм);

- первая очередь первого национального нефтяного промысла в Ираке – Северная Румейла и нефтепровод Северная Румейла – Порт Фао (протяженность 138 км, диаметр 720 мм);

- вантовый переход через Амударью для газопровода Афганистан – СССР и обеспечения газом среднеазиатских республик;

- нефтебаза в Монголии, нефтепродуктопровод во Вьетнаме, система газопроводов в Болгарии и первый газопровод в Финляндию.

Намечается участие российских инвестиций и специалистов в проектировании и строительстве трансконтинентального трубопровода протяженностью в несколько тысяч километров в Южной Америке, который будет проложен по территории Венесуэлы, Бразилии и Аргентины.

В настоящее время продолжается процесс изысканий, проектирования и строительства трубопроводов для транспортирования нефти и газа по территории Восточной Сибири, Забайкалья и Дальнего Востока.

Начато строительство крупнейших трубопроводных систем от Байкала до Тихого океана с ответвлениями на Монголию и Китай.

Трубопроводостроение – ключевое звено в развитии топливной энергетики и улучшении энергоснабжения населения, оно создало все предпосылки для того, чтобы стать самостоятельной специализированной отраслью с высоким научно-техническим потенциалом, солидной энерговооруженностью и самостоятельной индустриальной базой.

Основными особенностями строительства трубопроводов являются следующие:

- большая протяженность;
- постоянное перемещение рабочего места строителей;
- необходимость регулярной передислокации прорабских участков и опорных баз материально-технического снабжения;
- мобильность и приспособленность строительной техники для работы в условиях бездорожья (болота, горные участки, водные преграды);
- организация труда и отдыха по специальным схемам и графикам, учитывающим конкретные условия района строительства.

К недостаткам строительного-монтажных работ (СМР), на что надо обращать постоянное внимание, – относятся дефекты в кольцевых сварных швах труб (непровары, смещения кромок, подрезы, резкие переходы от валика шва к металлу трубы и т.п.), а также гофры, вмятины, царапины, риски.

Одними из наиболее опасных дефектов, возникающих в процессе строительства трубопровода, являются комбинированные дефекты типа риски во вмятине, где высокая концентрация напряжений по дну риски сочетается с пониженными пластическими свойствами металла в процессе нанесения риски.

Нарушения технологии нанесения изоляционного покрытия (особенно некачественная подготовка поверхности трубы перед нанесением изоляции), повреждения изоляционного покрытия в процессе проведения СМР инициируют развитие коррозионных дефектов. В зонах отслоения изоляции это в ряде случаев связано с тем, что под слоем изоляции возникает так называемый парниковый эффект, вызванный разностью температур грунта и перекачиваемой нефти. Скорость развития коррозии на наружной поверхности трубопровода существенно зависит от условий его прокладки.

В южных районах России, где температура почвы более высокая, количество коррозионных дефектов заметно больше, чем в центральных. Значительную роль также играет коррозионная активность грунтов, состояние электрохимической и дренажной защиты.

На развитие коррозии на внутренней поверхности трубопровода большое влияние оказывает уровень подготовки нефти к транспортировке. Наличие серы создает предпосылки для развития внутренней коррозии. Также фактором, способствующим появлению и развитию дефектов внутренней коррозии, является применение горячекатаных труб с большой шероховатостью стенки.

Блуждающие токи в грунтовой среде существенно влияют на коррозионную стойкость металла трубы. Для защиты от такого рода агрессии используют средства электрохимзащиты. Своевременное устранение серьезных коррозионных дефектов по результатам внутритрубной диагностики, увеличение объемов ремонта изоляционных покрытий и реконструкции объектов электрохимзащиты способствовали тому, что в последние годы на магистральных нефтепроводах не было аварий по причине коррозии.

Следует отметить, что эффект разрушения на нефтепроводах значительно меньше, чем на газопроводах, но аварии на них имеют наиболее тяжелые экологические последствия. Доминирующую роль играет выход большого количества нефти при аварийном разливе. Физико-химическое воздействие продукта на почву и воду часто приводит к трудновосстанавливаемому (или практически не восстанавливаемому) режиму естественного самоочищения.

Разрушение трубопроводов по своему характеру вызывает техногенное воздействие, затрагивающее биохимические процессы, происходящие в атмосфере, в почве и водоемах. В период аварийных ситуаций концентрация нефти и нефтепродуктов в воде достигает 200–300 мг/л. Загрязнение рек и водоемов отрицательно сказывается на рыбных запасах регионов.

В системе трубопроводного транспорта используются различного рода резервуары для хранения нефти, нефтепродуктов и газов. Их сохранность и бесперебойная работа также являются условием надежности эксплуатации трубопроводов.

На всех основных стадиях жизненного цикла резервуара (при изготовлении, монтаже и эксплуатации) в элементах конструкции стальных вертикальных резервуаров могут возникать и развиваться дефекты. В процессе эксплуатации резервуары подвержены малоцикловому нагружению, обусловленному процессами налива-слива хранимого продукта, а также связанному с ним воздействию коррозионно-активных сред. Под действием этих факторов в конструктивных элементах резервуаров происходит накопление усталостных и коррозионных повреждений, способствующих росту дефектов, появившихся при изготовлении и монтаже, и зарождению новых дефектов.

Свойства металла резервуаров с течением времени претерпевают изменения, происходит старение металла, выражающееся в снижении трещиностойкости, повышении хрупкости. Неконтролируемое развитие дефектов под влиянием эксплуатационных факторов может приводить к отказам и авариям резервуаров.

1.2. Современные требования к строительству объектов трубопроводного транспорта

Трубопроводный транспорт нефти и газа является важнейшей частью топливно-энергетического комплекса, осуществляющего жизнеобеспечение населения и обеспечивающего нормальное функционирование хозяйственных объектов России.

К трубопроводам, выполняющим функции связующих артерий между промыслами и потребителями, которые могут находиться на расстоянии нескольких тысяч километров друг от друга, предъявляются следующие основные требования:

- обеспечение необходимой (расчетной) пропускной способности трубопровода при гарантированной конструктивной надежности;
- осуществление безопасности функционирования объектов системы, в том числе в экстремальных условиях;
- использование высоконадежного и долговечного оборудования с учетом его резервирования;
- применение при строительстве проектных решений, обеспечивающих минимизацию последствий аварийных ситуаций;
- контроль качества работ, исключающих преждевременный выход систем трубопроводного транспорта из режима нормальной эксплуатации;
- экологическая безопасность окружающей среды при строительстве и эксплуатации систем трубопроводного транспорта;

- использование материалов, инженерных решений и методов строительства, повышающих коррозионную стойкость трубопроводов;
- применение средств телемеханики для локализации аварийных ситуаций;
- использование конструктивных решений, обеспечивающих высокий уровень ремонтпригодности основных элементов трубопроводного транспорта;
- применение организационных решений и технологических методов строительства, исключающих активное воздействие на состояние окружающей среды.

Следует отметить, что трубопроводный транспорт по своей физической сущности и инженерным решениям наиболее безопасный способ доставки пожаро- и взрывоопасных жидких и газообразных углеводородов. Однако эта безопасность обеспечивается при выполнении целого ряда обязательных условий, в том числе:

- соблюдение всех нормативных требований при проектировании, строительстве и эксплуатации трубопроводных систем;
- создание системных функциональных резервов в виде многониточных газопроводов с перемычками, компрессорных и насосных станций с резервными агрегатами, подземных хранилищ газа и промежуточных резервуарных парков нефти и нефтепродуктов;
- использование при проектировании современных способов изысканий (аэрокосмических методов, ГИС- технологий и др.), автоматизированных процессов проектирования для поиска оптимальных решений;
- обеспечение гарантированного высокого качества строительства;
- высокий уровень автоматизации технологических процессов;
- обеспечение телекоммуникациями и современными средствами связи;
- использование современных средств диагностики и мониторинга трубопроводных систем (включая экологический) при своевременном и эффективном ремонте и работ по реконструкции для повышения производительности объектов системы;
- обслуживание трубопроводных систем высококвалифицированными кадрами;
- создание и квалифицированная организация аварийно-восстановительных служб и оснащение их современной техникой.

1.3. Правовые вопросы строительства магистрального трубопровода

Поскольку трубопроводный транспорт объективно является крупным и важным элементом транспортного комплекса, то термин «трубопроводное право» является необходимым при выполнении работ на экономическом и производственном поле с участием элементов магистрального трубопровода, протяженность которого достигает иногда нескольких тысяч километров, и он может пересекать границы субъектов Российской Федерации и порой выходить за государственную границу и становиться предметом международного права.

История развития российского законодательства о трубопроводном транспорте углеводородов насчитывает более ста лет. Впервые эта проблема была решена в четвертой редакции «Устава Горного Российской Империи», принятой в 1893 году. Устав Горный содержал специальную главу «О нефтепроводах». В ней регламентировался порядок прокладки и эксплуатации нефтепроводов, отвода земель, платежей за перекачку, доступа к трубопроводам, устанавливались требования к экологической и технической безопасности. В ст. 615 указывалось: «Владелец нефтепровода обязан вознаграждать всякий вред и убыток, могущий последовать от нефтепроводных труб и сооружений».

Научное издание

Вадим Андреевич Харитонов

**СТРОИТЕЛЬСТВО
МАГИСТРАЛЬНОГО
ТРУБОПРОВОДА
НЕФТИ И ГАЗА**

Компьютерная верстка: *Е.В. Орлов*
Редактор: *Г.М. Мубаракшина*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.
Подписано к печати 27.06.08. Формат 70х100/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. 31 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511
тел., факс: (495)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>