

Авторы : В.Д. Гребнев, Д.А. Мартюшев Г.П. Хижняк,
УДК 622.276

Строительство нефтегазопромысловых объектов. Учебное пособие.
Авторы В.Д. Гребнев, Д.А. Мартюшев Г.П. Хижняк,; Перм. нац. исслед.
политехн. ун-т. Пермь, 2012. - 115 с.

Учебное пособие «Строительство нефтегазопромысловых объектов» разработано в соответствии с требованиями ГОС высшего профессионального образования к обязательному минимуму содержания основных образовательных программ по направлению подготовки дипломированного специалиста (инженера) 130500 - «Нефтегазовое дело» по специальности 130503.65 - «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений». Пособие предназначено для студентов заочной и очной формы обучения.

В пособии приведен перечень объектов, строящихся на нефтяных и газовых месторождениях, особенности их строительства. Рассмотрена технология строительства нефтегазопромысловых объектов. В учебном пособии подробно освещены вопросы проектирования и управления строительными объектами, указаны особенности строительства объектов в условиях Крайнего Севера. Даны рекомендации по внедрению комплектно-блочного строительства объектов на нефтяных и газовых промыслах, показаны наиболее эффективные способы диагностирования трубопроводов.

Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет,

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Перечень объектов, строящихся для добычи, подготовки, транспорта и реализации нефти и газа. Перечень строительных и монтажных работ.....	11
1.1. Фонтанные скважины	11
1.2. Механизированные скважины	11
1.3. Обустройство кустов нефтяных и газовых скважин	12
1.4. Групповая замерная установка	13
1.5. Дожимная насосная станция	14
1.6. Нефтепроводы и газопроводы	16
1.7. Подземная укладка нефтепроводов, соединение двух трубопроводов одинакового диаметра	17
1.8. Установка путевого подогрева нефти	18
1.9. Факельные системы с трубопроводами	19
1.10. Установка для ввода реагента в трубопровод	20
1.11. Центральный пункт сбора и подготовки нефти, газа и воды.....	20
1.12. Объекты поддержания пластового давления	22
1.13. Объекты и сооружения электроснабжения и связи	24
1.14. Автомобильные дороги	26
Глава 2. Особенности строительства нефтегазопромысловых объектов.....	28
Глава 3. Понятия и принципы управления нефтегазостроительными проектами.....	34
Глава 4. Проектные и изыскательские работы	39
Глава 5. Технология строительства нефтегазопромысловых объектов.....	52
Глава 6. Строительство объектов на головных сооружениях	64
Глава 7. Строительство трубопроводов различного назначения	77
Глава 8. Основные виды работ при строительстве нефтегазопромысловых объектов	82

Глава 9. Защита нефтепромыслового оборудования и трубопроводов от коррозии	88
Глава 10. Особенности строительство объектов в условиях Крайнего Севера	93
Глава 11. Комплектно-блочный метод строительства нефтегазопромысловых объектов	99
Глава 12. Диагностика и испытание трубопроводов	101
Глава 13. Ввод в эксплуатацию нефтяных объектов	107
Глава 14. Материалы, машины и механизмы, применяемые при строительстве	109
Список литературы	113

Введение

Роль нефти и газа в жизни человека и общества.

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) играет особую роль в хозяйстве любого государства, без его продукции невозможно функционирование экономики. Несмотря на возрастающие затраты при поиске, добыче и переработке нефти и газа, их потребление постоянно возрастает. В текущем году суммарная мировая добыча нефти ожидается в объеме 3,9 млрд. тонн, а газа более 3-х трлн. кубических метров. В общем балансе мирового производства энергоресурсов нефть и газ снижают свою долю, что не происходит в России (табл. 1, 2.1, 2.2, 2.3).

Таблица 1

Мировое производство энергоресурсов

Энергоресурсы	1980		2000		2020	
	млн.т усл.топ	%	млн.т усл.топ	%	млн.т усл.топ	%
Уголь	2737	27,1	5700	31,3	9200	30,9
Нефть	4693	46,5	4700	25,6	4300	14,4
Газ природный	1843	18,3	4000	21,9	4000	13,4
Ядерная энергия	211	2,1	2200	12,1	6800	22,8
Гидроэнергия	602	6,0	750	4,7	1600	5,4
Другие виды энергоресурсов	—	—	700	4,2	3900	13,1
Общее производство энергоресурсов	10086	100	18100	100	29800	100

В структуре потребления доминирующее положение сохраняется за топливно-энергетическими ресурсами органического происхождения – более 90 %. Остальное – энергия АЭС, ГЭС и возобновляемых источников.

В России добыча нефти и газа ежегодно возрастает: 2000 г. – 323,5; 2002 г. – 380; 2003 г. – 421; 2004 г. – 459,3; 2005 г. – 470,2; 2006 г. – 480,5; 2007 г. – 490,9; 2008 г. – 488,5; 2009 г. – 494,2; 2010 г. – 505,1; 2011 г. – 509 млн.т. 2012 г. - 511 млн.т. (прогноз).

В 2010 году добыто газа 650 млрд. кубических метров, в том числе на экспорт 182 млрд.м³. В 2011 году добыча газа составила 671 млрд. м³ [3]. Разумнее сегодня резко увеличивать добычу угля, но этот процесс более затратный и трудоемкий. Доля нефтяной отрасли в доходах консолидированного бюджета России составляет 32 %, плюс газовая отрасль 9 %. Большая доля бюджета страны формируется за счет экспорта нефти: 2000 г – 144,4; 2004 г – 257,6; 2005 г – 253,6; 2006 г– 248,4; 2007 г – 258,5; 2008 г – 243, 2009 – 171,9, 2011 – 210,9 млн. т.

В 2008 году в дальнее зарубежье продано 184,4 млрд..м³. газа, что на 9,4 % выше уровня 2007 года, 2011г – 198,2 млрд.м³. Эксплуатационный фонд нефтяных скважин составляет 158755, из них добывающих 130559 скважин. Пока не будет найден новый безопасный вид энергии при интенсивном развитии мировой экономики, потребление газа, нефти и нефтепродуктов будет расти.

Учеными предлагается увеличение добычи нефти и в последующие годы. В работе [18] приведены четыре варианта объемов добычи нефти в Российской Федерации до 2030 года (рис. 1) Первый вариант оптимистический предусматривает максимальную добычу нефти в объеме 601 млн. тонн нефти в 2025 году, в 2030 году – 591 млн. тонн. Вторым вариантом благоприятным прогнозируется максимальная добыча нефти в объеме 594 млн. тонн в 2021 году, в 2030 году – 560 млн. тонн. Умеренный вариант предусматривает добычу нефти в 2030 году в объеме 540 млн. тонн. Оценивая сегодняшнюю ситуацию с добычей нефти в компаниях наиболее реальным можно считать четвертый вариант. В зависимости от объемов добычи, потребления нефти и газа будут формироваться объемы строительных и строительного-монтажных работ.

Таблица 2.1

Объемы потребления энергоресурсов

Название ПЭР	Объем потребления ПЭР, млн. тонн условного топлива (т.у.т.) / %				
	1990	2000	2010	2020	2030
Промышленно развитые страны					
Нефть	2950/43,4	3340/42,5	3650/42,0	3880/41,5	3900/40,0
Газ	1355/19,9	1804/23,0	2065/23,7	2370/25,3	2645/27,1
Уголь	1335/19,6	1345/17,1	1450/16,7	1480/15,9	1510/15,5
Атомная энергия	589/8,7	746/9,5	750/8,6	780/8,3	775/7,9
Гидроэнергия и другие возобн. источники	572/8,4	623/7,9	780/9,0	845/9,0	925/9,5
Соединенные Штаты Америки					
Нефть	1215/40	1360/39,3	1540/40,0	1620/39,6	1620/38,8
Газ	707/23,2	813/23,5	826/21,5	900/22,1	900/21,6
Уголь	680/22,4	800/23,1	940/24,5	985/24,0	1030/24,7
Атомная энергия	219/7,2	277/8,0	275/7,2	295/7,2	295/7,1
Гидроэнергия и др.	220/7,2	213/6,1	260/6,8	290/7,1	325/7,8
Развивающиеся страны					
Нефть	1144/39,0	1730/40,5	2345/37,6	2880/34,9	3375/32,8
Газ	328/11,2	744/17,4	1170/18,7	1780/21,5	2480/24,1
Уголь	1155/39,3	1330/31,3	1895/30,4	2490/30,1	3055/29,7
Атомная энергия	40/1,3	70/1,6	122/2,0	220/2,7	240/2,3
Гидроэнергия и др.	270/9,2	393/9,2	705/11,3	895/10,8	1140/11,1
Китайская народная Республика					
Нефть	165/17,0	340/27,4	507/28,0	650/25,1	790/22,7
Газ	18/1,9	40/3,2	110/6,1	185/7,2	260/7,6
Уголь	741/76,3	763/61,6	945/52,2	1435/55,5	2010/57,8

Атомная энергия	—	6/0,5	28/1,5	60/2,3	140/4,0
Гидроэнергия и др.	47/4,8	90/7,3	220/12,2	255/9,9	275/7,9

Продолжение таблицы 2.1

Россия					
Нефть	370/29,1	230/24,8	270/25,5	275/23,6	285/21,6
Газ	540/42,6	450/48,7	490/46,9	540/46,2	595/45,1
Уголь	260/20,7	145/16,0	165/15,9	200/16,9	240/18,2
Атомная энергия	40/3,1	40/4,4	60/5,9	85/7,3	120/9,5
Гидроэнергия и др.	55/4,5	55/6,1	60/5,8	70/6,0	80/6,0

Таблица 2.2

Объемы потребления первичных энергоресурсов

	Объемы потребления первичных энергоресурсов (ПЭР) млн. т.у.т.				
	1990 г.	2000 г.	2010 г.	2020 г.	2030 г.
Промышленно развитые страны, в том числе США	6801	7858	8695	9335	9755
Развивающиеся страны, в том числе КНР	2937	4267	6237	8265	10290
Страны СНГ и Восточной Европы, в том числе Россия	2583	1825	2038	2475	2845
Мир в целом	12321	13950	16970	20095	22890

Примечание: т.у.т. – (тонна условного топлива) – теплота сгорания одного килограмма твердого условного топлива или одного кубического метра газообразного 29,3 МДж (7000 ккал).

Таблица 2.3

Темпы прироста внутреннего валового продукта (ВВП) и темпы потребления
энергоресурсов

	Среднегодовые темпы прироста ВВП / темпы потребления			
	ПЭР в %			
	1991- 2000	2001-2010	2011- 2020	2021-2030
Промышленно развитые страны, в том числе	2,4/1,2	2,4/0,7	2,3/0,6	2,1/0,4
США	2,9/1,2	2,9/1,0	2,8/0,6	2,7/0,2
Развивающиеся страны,	5,2/3,5	5,3/3,5	4,9/2,6	4,1/2,0
В том числе КНР	9,7/3,5	7,0/3,5	5,2/3,5	4,5/2,8
Страны СНГ и Восточной Европы, в том числе	-1,3/-3,1	5,7/1,0	4,5/1,8	4,1/1,3
Россия	-2,3/-2,7	4,8/1,2	3,8/1,8	3,2/0,9
Мир в целом	2,9/1,2	3,8/1,8	3,4/1,6	3,2/1,2

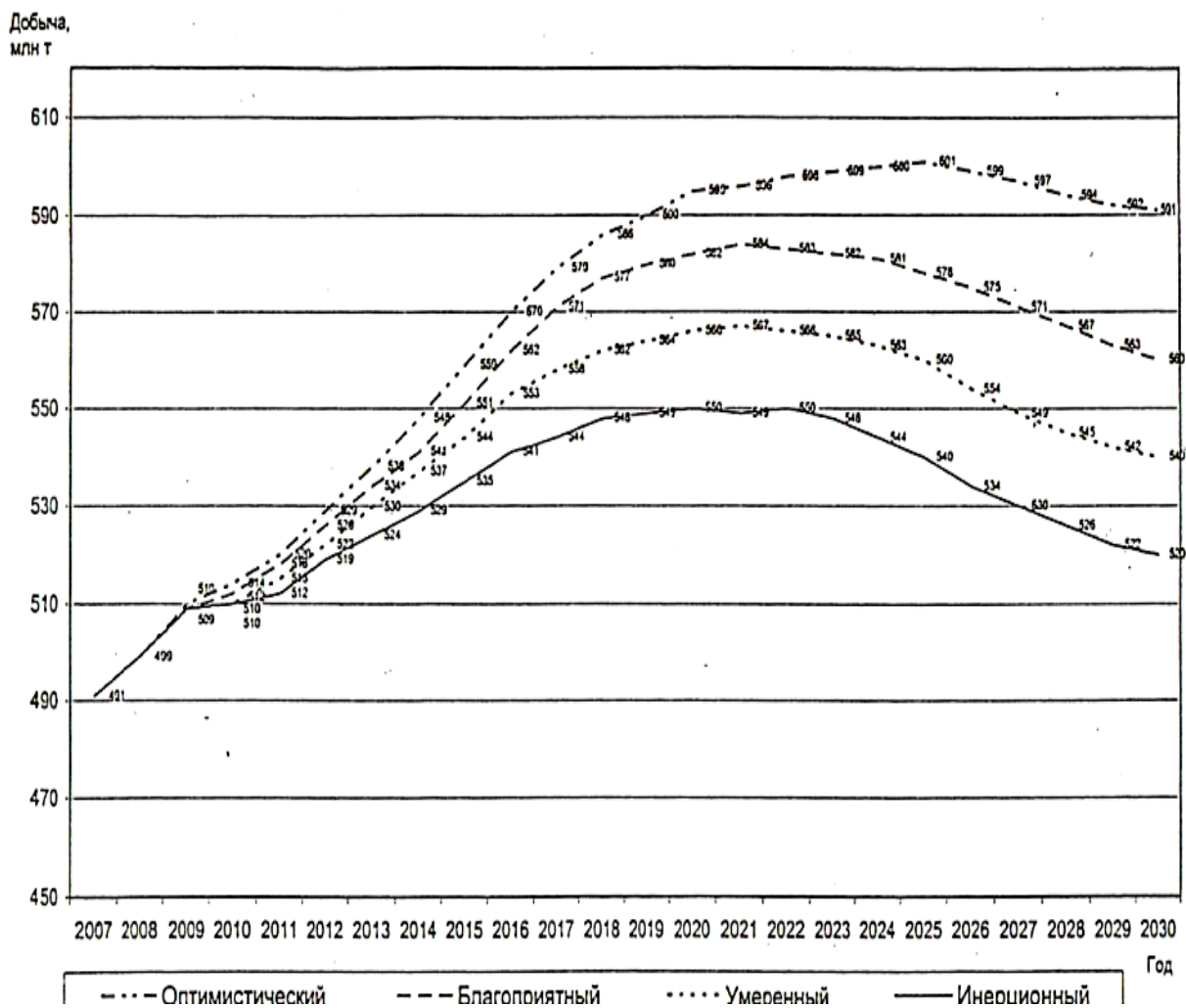


Рис.1. Прогноз добычи нефти в России до 2030 года

Чтобы обеспечить запланированный рост объемов добычи нефти и газа в условиях снижения добычи углеводородов в освоенных районах, потребуются огромные капитальные вложения на освоение новых районов. Добыча нефти, попутного нефтяного и природного газа ведется на нефтяных и газовых промыслах, которые представляют собой комплекс скважин и других многочисленных объектов. Вопросы строительства нефтяных и газовых скважин рассматриваются в специальном курсе. В дисциплине «Строительство нефтегазопромысловых объектов» изучаются вопросы проектирования, сооружения и сдачи в эксплуатацию обустроенных кустов скважин, нефте – и газосборных коллекторов, объектов подготовки нефти и газа, систем поддержания пластового давления, резервуарных парков и т.д.

Глава 1. Укрупненный перечень строительства промышленных нефтепромысловых объектов и сооружений

1.1. Фонтанные скважины (рис. 1.1):

- строительные работы на приустьевой площадке и площадке ввода резиновых разделителей;
- обвязка устьевого арматуры с выкидной линией;
- якоря для крепления оттяжек ремонтного агрегата;
- трансформаторная подстанция;
- канализационная емкость – сборник;
- электрохимзащита трубопроводов и обсадной колонны.



Рис. 1.1. Фонтанная скважина с депарафинизационной установкой

1.2. Механизированные скважины (рис. 1.2):

- строительные работы на приустьевой площадке и площадке ввода резиновых разделителей;
- строительные работы на площадке под инвентарные приемные мостки и ремонтный агрегат;
- обвязка устьевого арматуры с выкидной линией; фундамент под станок качалку;

- якоря для крепления оттяжек ремонтного агрегата;
- трансформаторная подстанция;
- канализационная емкость – сборник;
- электрохимзащита трубопроводов и обсадной колонны;
- монтажные работы.



Рис. 1.2. Станок – качалка на фундаменте, сваренном из труб

1.3. Обустройство кустов нефтяных скважин (рис. 1.3):

- строительные работы на приустьевых площадках добывающих и нагнетательных скважин;
- замерная установка (АГЗУ);
- трансформаторная подстанция;
- выкидные и высоконапорные трубопроводы;
- электротехническое оборудование;
- дренажные емкости;

- вагон – домик для обогрева персонала;
- инженерные сети электроснабжения, контроля и управления;
- монтажные работы;
- обвалование куста скважин.



Рис. 1.3. Куст скважин. Станок – качалка, газовая, нагнетательная скважины

1.4. Групповая замерная установка (рис. 1.4):

- технологический замерный блок;
- аппаратный блок;
- дренажная емкость с трубопроводами сбора утечек;
- технологические трубопроводы;
- сети электропитания, освещения, контроля и управления.



Рис. 1.4. Автоматизированная групповая замерная установка (АГЗУ)

1.5. Дожимная насосная станция (ДНС) и установка (рис. 1.5):

- технологическая аппаратура и оборудование (сепараторы нефти, газосепараторы, буферные емкости, насосные блоки, блок вентиляции);
- блок ингибитора коррозии;
- аварийные дренажные емкости;
- установка закачки метанола;
- концевой сепаратор нефти;
- факельная система;
- компрессорная воздуха;
- технологические трубопроводы;
- силовое электрооборудование, заземление, освещение;
- операторная (при варианте постоянного обслуживания);

- блок обогрева производственного персонала (при автоматизированном варианте);
- насосная уловленной нефти;
- насосная откачки шлама;
- шламонакопитель;
- насосная производственно-дождевых стоков;
- противопожарный резервуар;
- артезианская скважина с насосной станцией 1-го подъема;
- внутриплощадочные сети связи, контроля и управления, тепловые, водоснабжения, производственно-дождевой канализации, электроснабжения;
- электрохимзащита трубопроводов;
- межплощадочные проезды;
- блоки нагревателей;
- монтажные работы.



Рис. 1.5. Дожимная насосная станция, объект первой степени сепарации

1.6. Нефтепроводы и газопроводы (рис. 1.6, 1.7):

- трубопроводы;
- запорная арматура;
- электрохимзащита;
- водосборники и паровпускные стояки
- свеча аварийного выпуска газа;
- переходы через дороги;
- земляные работы;
- укладка и изоляция трубопроводов;
- испытание трубопроводов.



Рис. 1.6. Подземная укладка нефтепроводов, соединение двух трубопроводов одинакового диаметра

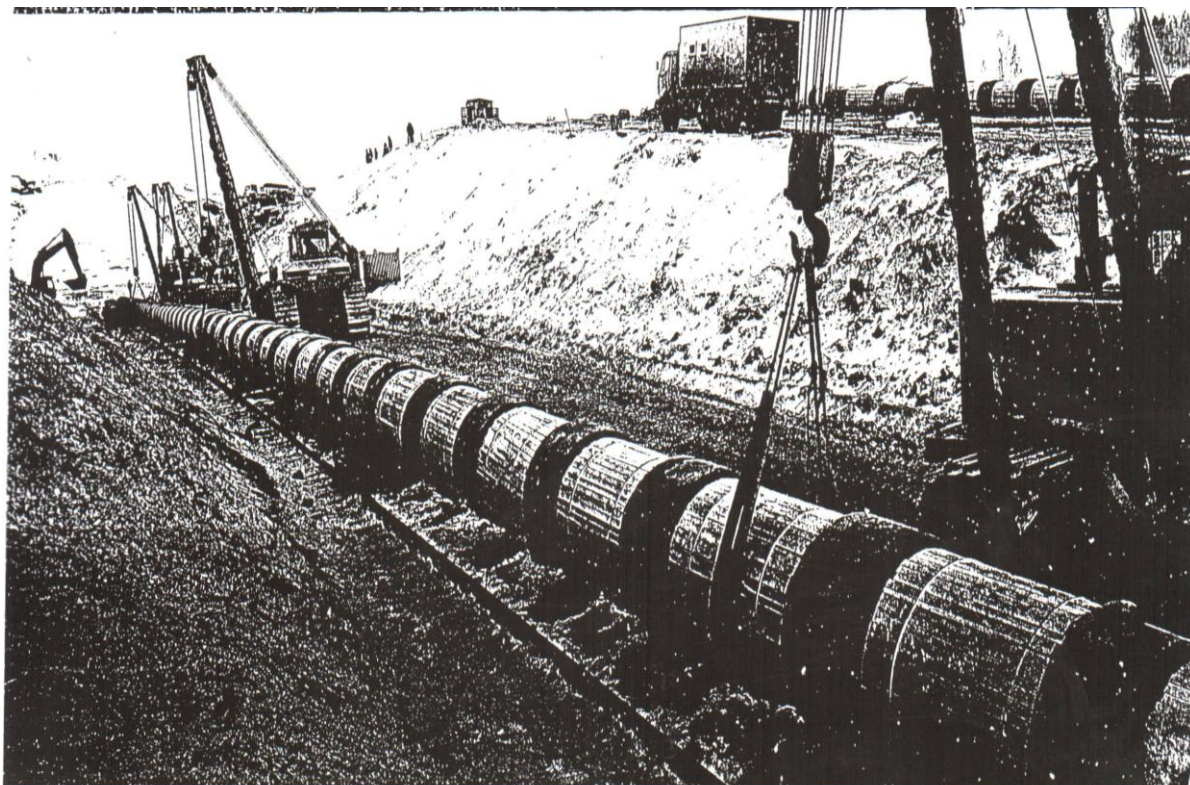


Рис. 1.7. Подготовка трубопровода к переходу через водную преграду

1.7. Газокомпрессорная станция для транспорта нефтяного (попутного) газа, газа конечных ступеней сепарации нефти и резервуаров (рис. 1.8):

- компрессорный блок;
- объекты подсобно-производственного и обслуживающего назначения (операторный пункт, бытовые помещения);
- РУ – 6 кВ и электрощитовая;
- технологические трубопроводы и инженерные коммуникации, в т.ч. электроснабжения, канализации, линии контроля и управления;
- металлоконструкции;
- строительные работы на площадке газокомпрессорной станции;
- монтажные работы;
- благоустройство.



Рис. 1.8. Здание газокomppressorной станции

1.8. Установка путевого подогрева нефти (рис. 1.9)

- блок путевого подогрева нефти;
- дренажная емкость с трубопроводами;
- технологические трубопроводы;
- сети и оборудование: освещения, электроснабжения, контроля и автоматизации.

Назначение

Предназначен для подогрева обезвоженной нефти, нефтяных эмульсий, вязкой нефти при транспортировании по трубопроводам, воды для различных технологических целей на нефтяных промыслах

1. Корпус печи
2. Труба дымовая
3. Горелка
4. Дренаж, Ду50
5. Вход нагреваемого продукта, Ду100, Ру64
6. Выход нагреваемого продукта, Ду100, Ру64
7. Полос швеллер №24

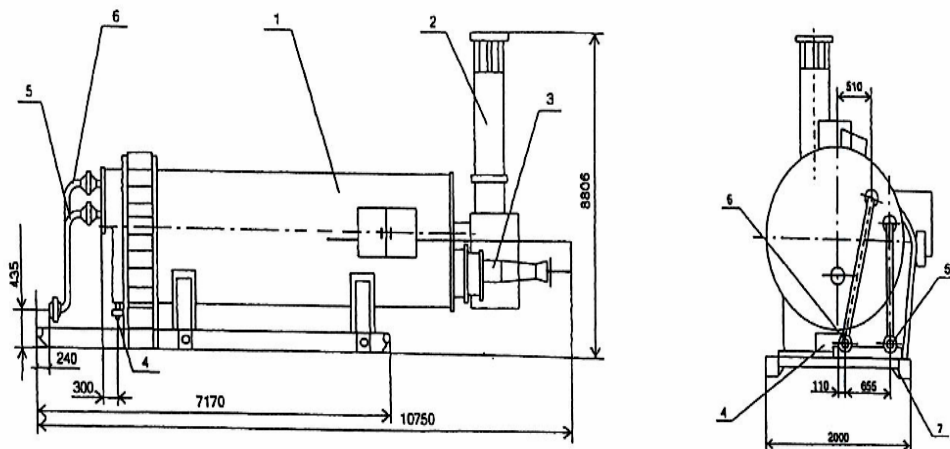
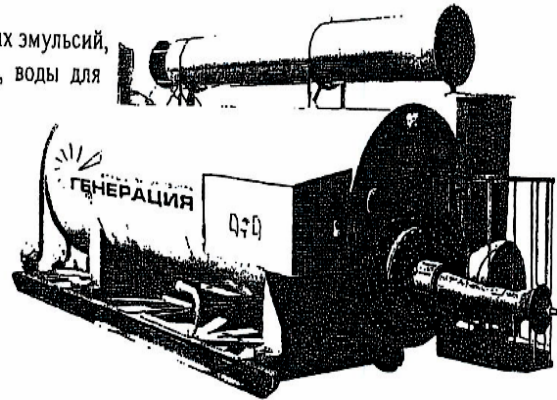


Рис. 1.9. Путьевой подогреватель

1.9. Факельные системы с трубопроводами (рис. 1.10)

- факельные стволы;
- факельные трубопроводы;
- устройство для зажигания факела;
- сепаратор, конденсатосборник с насосами;
- трубопровод топливного газа.



Рис. 1.10. Факельные системы

1.10. Установка для ввода реагента в трубопровод.

- блок дозирования реагента (БР-2,5л/ч; БР-10л/ч; БР-25л/ч);
- технологические трубопроводы;
- сети и оборудование освещения и электроснабжения;
- строительные работы на площадке ввода реагента.

1.11. Центральный пункт сбора и подготовки нефти, газа и воды (ЦПС)
(рис. 1.11):

- установка подготовки нефти;
- сепараторы конечной ступени сепарации;
- сооружения внешнего транспорта нефти (насосная внешней перекачки, площадка буферной емкости, узел учета товарной нефти);
- компрессорная воздушная;



Рис. 1.11. Главные сооружения (центральный пункт сбора и подготовки нефти и газа)

- установка подготовки нефти;
- сепараторы конечной ступени сепарации;
- сооружения внешнего транспорта нефти (насосная внешней перекачки, площадка буферной емкости, узел учета товарной нефти);
- компрессорная воздушная;
- компрессорный блок по улавливанию и транспортировке попутного газа из резервуаров и конечных сепараторов;

- газораспределительный пункт топливного газа;
- факельная система;
- реагентное хозяйство;
- блок ингибитора солеотложения;
- газокompрессорная станция;
- склады для хранения реагента;
- административно-бытовой корпус;
- дизельная электростанция;
- сооружения подготовки пластовых вод;
- шламонакопитель;
- сооружения пенного пожаротушения;
- межплощадочные автодороги.

1.12. Объекты поддержания пластового давления (рис. 1.12, 1.13, 1.14):

- нагнетательные скважины;
- строительные работы на приустьевой площадке нагнетательной скважины;
- кустовая насосная станция в капитальном исполнении;
- строительные работы по сооружению здания кустовой станции;
- монтаж насосного и вспомогательного оборудования;
- кустовая насосная станция в блочном исполнении;
- запорная арматура;
- устьевой расходомер;
- высоконапорный трубопровод с обогревом;
- водораспределительный пункт в блочном исполнении.



Рис. 1.12. Кустовая насосная станция для закачки воды в нефтяные пласты для поддержания пластового давления



Рис. 1.13. Водозабор, первый подъем

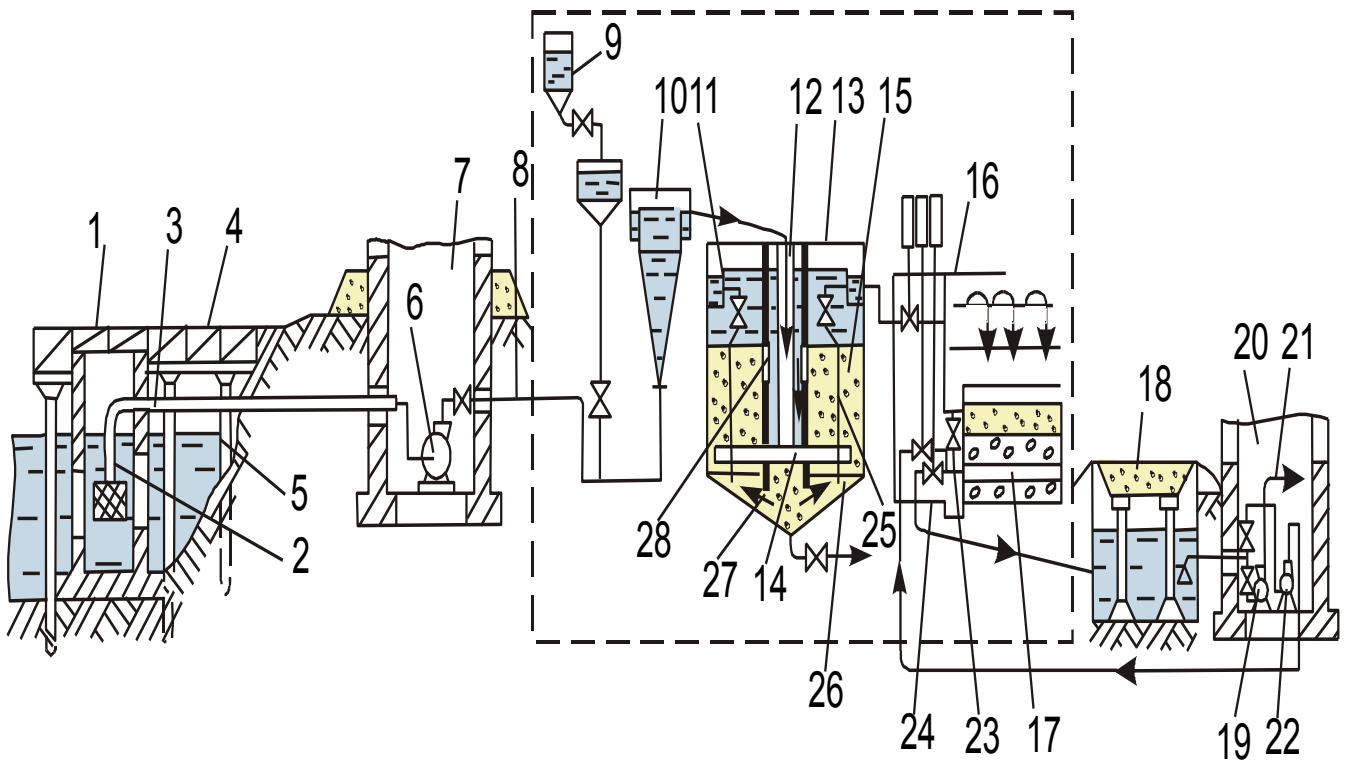


Рис. 1.14

Схема отбора воды из открытого водоема с водоочистой станцией

1 – колодец; 2 – приемная сетка; 3, 8, 21 – водоводы; 4 – мостик; 5 – сваи; 6, 19 – насосы; 7, 20 – насосные станции I и II подъема; 9 – дозатор; 10 – смеситель; 11 – лоток; 12 – центральная труба; 13 – осветитель; 14 – раздаточный коллектор; 15 – пространство для хлопьеобразования; 16 – гравийно-песчаные фильтры; 17 – коллектор; 18 – подземный резервуар; 19, 22 – насос для промывки песчаных фильтров; 23 – задвижка; 24 – лоток; 25 – трубки для отбора воды; 26 – глухое днище; 27 – конус отстойника; 28 – окна.

1.13. Водозаборные сооружения.

- оголовок;
- водоприемный колодец;
- насосная станция 1-го подъема;
- самотечные и всасывающие трубопроводы;
- фильтровальная станция с фильтрами и отстойниками;
- технологическое электротехническое оборудование;
- К и П и автоматика;

- реагентное хозяйство;
- насосная станция 2-го подъема;
- подземные резервуары для хранения воды;
- хлораторная;
- котельная;
- внутриплощадочные коммуникации;
- служебные и бытовые помещения;
- строительные работы на площадке водозаборных сооружений;
- монтажные работы;
- берегоукрепительные работы.

1.14. Объекты и сооружения электроснабжения и связи (рис. 1.15):

- земляные работы;
- устройство фундаментов;
- установка опор;
- подвеска оборудования и проводов;
- разъединительный пункт;
- переходы через препятствия;
- устройство заземления.

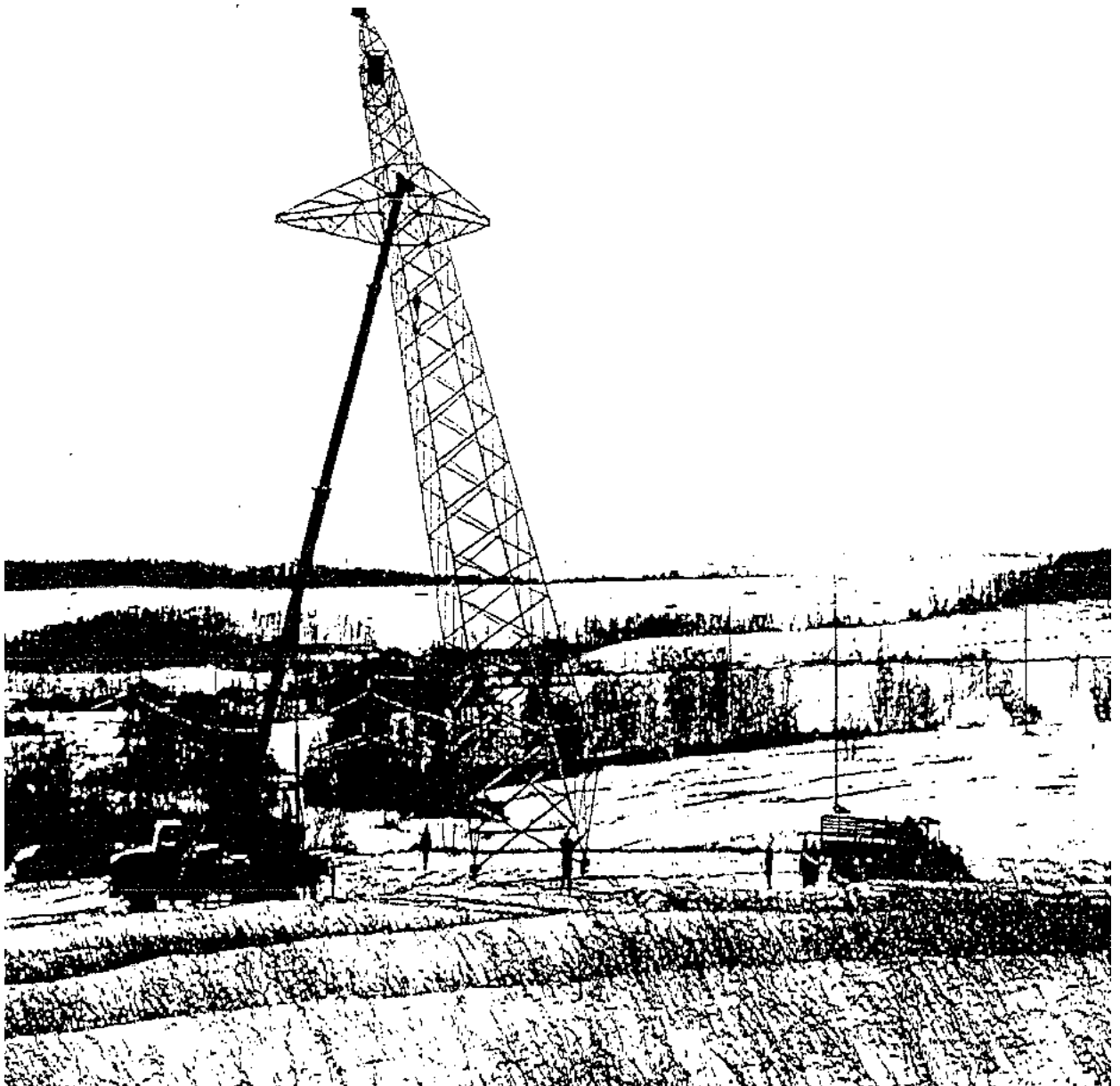


Рис. 1.15. Монтаж высоковольтной опоры

1.14. Автомобильные дороги, проезды (рис. 1.16; 1.17):

- земляное полотно;
- искусственные сооружения;
- дорожная одежда;
- строительные работы.



Рис.1.16. Строительство автодороги



Рис. 1.17. Автодорога с твердым покрытием

Глава 2. Особенности строительства нефтегазопромысловых объектов

Нефтегазопромысловое строительство является одним из видов промышленного строительства. Проектирование, строительство объектов нефтегазовой отрасли имеет ряд специфических особенностей. В первую очередь содержание проектов обустройства нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений зависит от размеров нефтяной или газовой залежи, от коллекторских свойств (пористости, проницаемости) залежи, качественных характеристик углеводородного продукта (вязкости, газового фактора, обводненности, наличие сероводорода, углекислоты, парафина). И самое главное, от объема извлекаемых запасов нефти, газа и газового конденсата.

Прежде, чем приступить к разработке проекта обустройства нефтяного или газового месторождения, необходимо иметь проект разработки этих месторождений, утвержденные балансовые и извлекаемые запасы, оформленный горный отвод. В зависимости от запасов углеводородного продукта выбираются варианты: строительство города для проживания будущего обслуживающего персонала, вахтовые поселки или привлечение местного населения. Нередко нефтяные и газовые месторождения располагаются в труднодоступных районах. Например, нефтяные месторождения Западной Сибири в большинстве случаев приурочены к болотистой местности (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Соотношение болот, пойм и суходолов

Месторождения	Площадь, в % к общей площади месторождения						Озера
	Суходол	Поймы	Типы болот			Всего	
			1	2	3		
Федоровское	17,8	—	29	14,7	14,6	58,3	23,9
Холмогорское	9,8	—	14,5	33,2	25,4	73,5	17,1
Муравленковское	10	—	30	20	20	70	20
Суторминское	15,3	0,6	11,9	28,4	36,6	76,9	7,2
Южно-Сургутское	26,7	69,1	4,3	—	—	4,3	—

Второй особенностью проектирования и строительства нефтяных и газовых объектов является их рассредоточенность. Например, одно из крупных в мире нефтяных месторождений Гавар (Саудовская Аравия) имеет размеры в плане 225х25 км и высоту 370 м, а газовое месторождение Уренгой 120х30 км при высоте 200 м [11], Баклановское нефтяное месторождение в Пермском крае растянуто в длину на 43 километра. Обустройство пробуренных скважин на одном нефтяном или газовом месторождении в количестве от десяти до нескольких тысяч требует соответствующие площади отвода земель во временное и постоянное пользование. Как правило, в одном районе редко функционирует одно месторождение, отсюда строятся межпромысловые трубопроводы. Отдельно строятся объекты подготовки нефти и газа для дальнейшего транспорта их в магистральные нефте – и газопроводы. Практически все нефтяные месторождения разрабатываются с поддержанием пластового давления, для чего строятся водозаборы с забором воды из различных источников, к каждой нагнетательной скважине прокладываются высоконапорные водоводы. Нефтегазопромысловые объекты обычно сооружаются одновременно с разбуриванием площадей месторождений, т.е. строительномонтажным организациям приходится, как правило, работать в условиях действующего предприятия. Третьей особенностью при проектировании и строительстве объектов в нефтегазовой отрасли является сооружение магистральных нефтепроводов, газопроводов и продуктопроводов. Данные трубопроводы прокладываются на протяжении нескольких тысяч километров, пересекают горные перевалы, моря, крупные реки (рис. 2.1, 2.2). По территории Пермского края проложены 16 магистральных газопроводов и 2 магистральных нефтепровода «Сургут – Полоцк» и «Холмогоры – Клин».

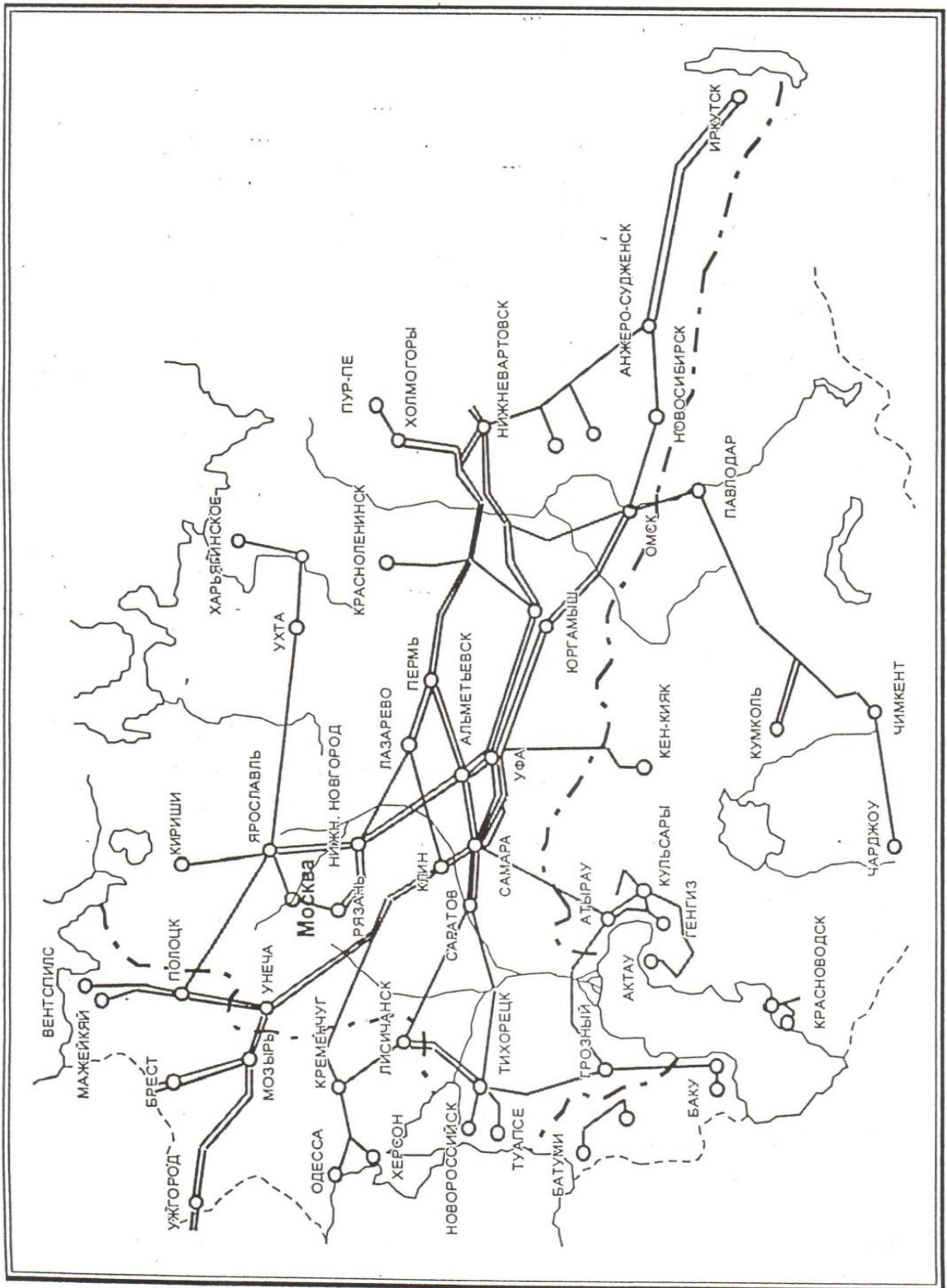


Рис. 2.1. Магистральные нефтепроводы России

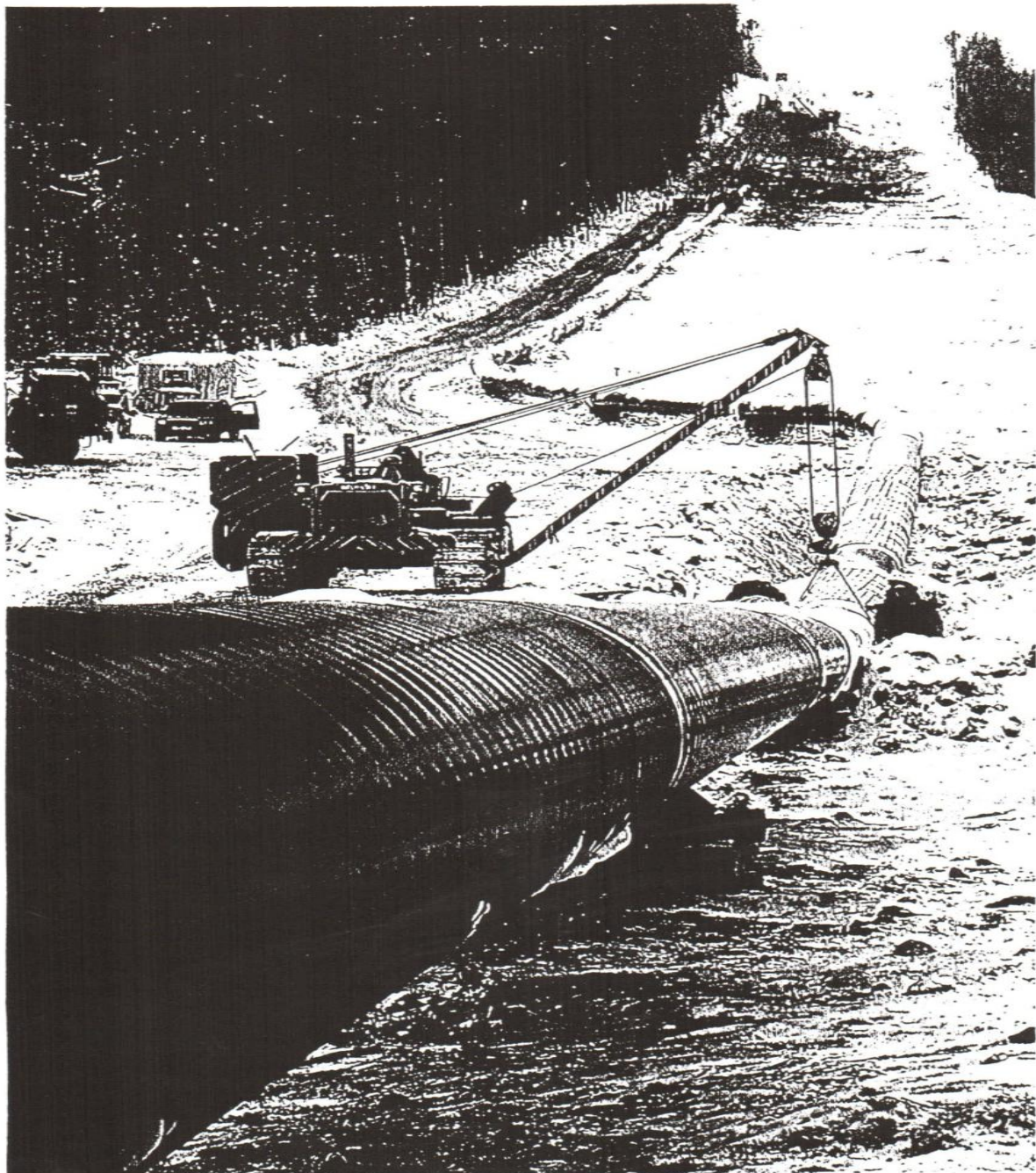


Рис. 2.2. Укладка нефтепровода

На территории нефтяных и газовых промыслов строятся линии электропередач (ЛЭП). К нефтяному месторождению строят, как правило, высоковольтную линию, на месторождении монтируют понижающую подстанцию. На каждой скважине, кроме фонтанных скважин, имеется электропривод, соответственно, к каждой скважине строится ЛЭП. К крупным нефтяным и газовым месторождениям строятся автомобильные

дороги с твердым покрытием, внутри промысловые дороги строятся в гравийном исполнении, прокладываются тракторные проезды. К строительным работам необходимо отнести вырубку леса для застраиваемых площадок, трасс для нефте – и газопроводов, рекультивацию земель.

Особого внимания и заботы при освоении нефтяных и газовых месторождений требует создание социальной структуры, в том числе мобильных полевых городков строителей с комплексом бытового обслуживания (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Общежития в вахтовом поселке

При строительстве нефтегазопромысловых объектов должно быть учтено, что все объекты работают в условиях пожаро – и взрывоопасности. К категории особо опасных объектов относятся насосные и компрессорные станции, особенно те, которые расположены внутри производственных зданий. По трубопроводам перекачивается нефть и газ с давлением до 10 МПа. Большинство перекачивающих агрегатов работают от высоковольтного электропривода. На центральном пункте сбора (ЦПС) смонтирован резервуарный парк с различным количеством резервуаров (от 5 до 20) емкостью 5 - 10 тыс. кубических метров каждый для подготовки и хранения нефти. Данный объект относится к особо опасным. Все объекты, обеспечивающие пожаробезопасность на нефтяных и газовых месторождениях при проектировании и строительстве, должны соответствовать утвержденным нормативам.

Глава 3. Понятия и принципы управления нефтегазостроительными проектами

Понятие проект объединяет разнообразные виды деятельности, характеризующиеся рядом общих признаков, таких как направленность на достижение конкретных целей, определенных результатов. Проект, включает в себя замысел (проблему), средства его реализации (решения проблемы). В работе [5] дана структура функций, подсистем и методов управления проектами (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Структура функций, подсистем и методов управления проектами

Функции управления проектами	Подсистемы управления проектами	Методы и средства управления
Иниционирование	Управление объектами	Бюджетирование
Планирование	Управление временем	Сметные расчеты
Организация	Управление стоимостью	Бухгалтерский расчет
Исполнение	Управление ресурсами	Оценки
Мониторинг	Управление человеческими ресурсами	Приемка
Контроль	Управление качеством	Экспертиза
Анализ	Управление рисками	Торги и контракты
Администрирование	Управление коммуникациями	Логистика
Координация	Управление изменениями	Сетевое моделирование
Завершение	Координационное управление	Календарное планирование

Каждая функция управления проектом действует не самостоятельно, они накладываются друг на друга (рис. 3.1). После введения Градостроительного кодекса при управлении нефтегазостроительными проектами особая значимость определена государственной экспертизе. Задачей государственной экспертизы является оценка соответствия проектной документации требованиям технических регламентов, в том числе санитарно–

эпидемиологическим, экологическим требованиям, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия, требованиям пожарной, промышленной, ядерной, радиационной безопасности, а также результатам инженерных изысканий.



Рис. 3.1. Наложение функций в пределах одной фазы жизненного цикла проекта.

Экспертная группа или частный эксперт дают оценку проекту, указывают его положительные и отрицательные последствия. Экспертизе, помимо технических аспектов, подлежат:

- расчет эффективности проекта;
- воздействие на окружающую среду;
- коммерческие перспективы, включая рыночную привлекательность и спрос на продукцию проекта;
- экономический анализ общих последствий проекта для национального развития;
- социальные последствия проекта;

- административно-управленческие аспекты, имеющие целью определить организационные возможности реализации проекта.

В связи с интегрированием российского нефтегазового комплекса в мировую экономику становится актуальным для специалистов нефтяников и газовиков знание международных процедур управления инвестиционными процессами. Большинство нефтяных и газовых компаний в своем составе имеют иностранный капитал. До недавнего времени организационные формы управления проектами были довольно просты. Денежные средства для вновь строящихся объектов концентрировались в Строительном банке, в зависимости от важности и стоимости объекта проект утверждался Советом Министров, Госпланом, Госстроем, Министерством, Производственным объединением. Заказчик, от имени Государства, заключал договор с проектным институтом, у которого был план проектных работ, и с Генподрядной строительной организацией. Как правило, Генподрядная организация тоже была определена заранее. Так как многие объекты сдавались с недоделками, появилась схема договора «под ключ», т.е. приемочная комиссия подписывала акт приемки работающего объекта с выдачей соответствующего продукта (рис. 3.2).

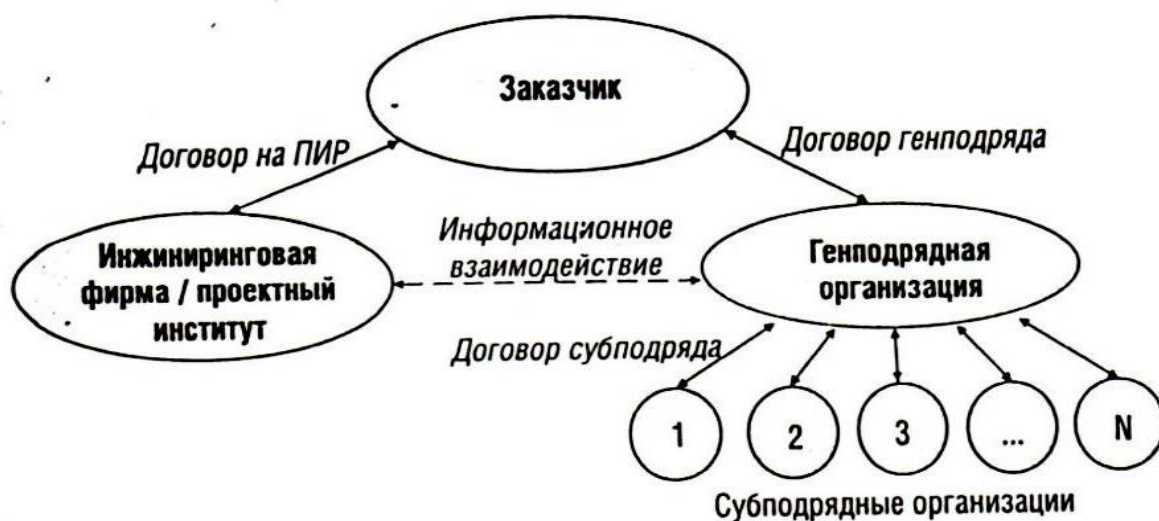


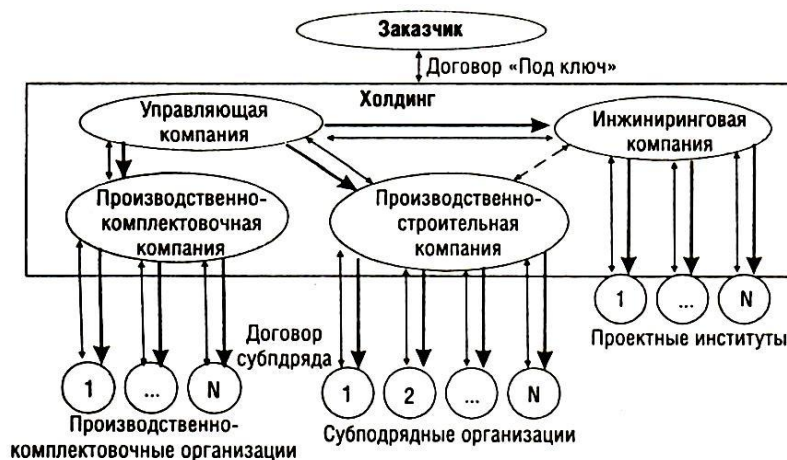
Рис. 3.2. Промежуточная схема «под ключ» взаимодействия участников нефтегазового проекта

С появлением иностранных инвесторов и акционеров появились международные нефтегазовые проекты (рис. 3.3, 3.4).



Рис. 3.3. Схема «проектного управления» взаимодействия участников международного нефтегазового проекта

Рис. 3.3



Модифицированная схема «под ключ» взаимодействия участников международного нефтегазового проекта

Рис. 3.4

В последнее время наиболее прогрессивной формой строительных объектов является – развивающийся проект или девелоперский. В этом варианте не просто создается какой-то нефтегазовый комплекс, а происходит постоянное организационное развитие данного комплекса и системы управления им, постоянный поиск все большего соответствия объекта и

требований к нему со стороны рынка, постоянное повышение эффективности его использования (рис. 3.5).

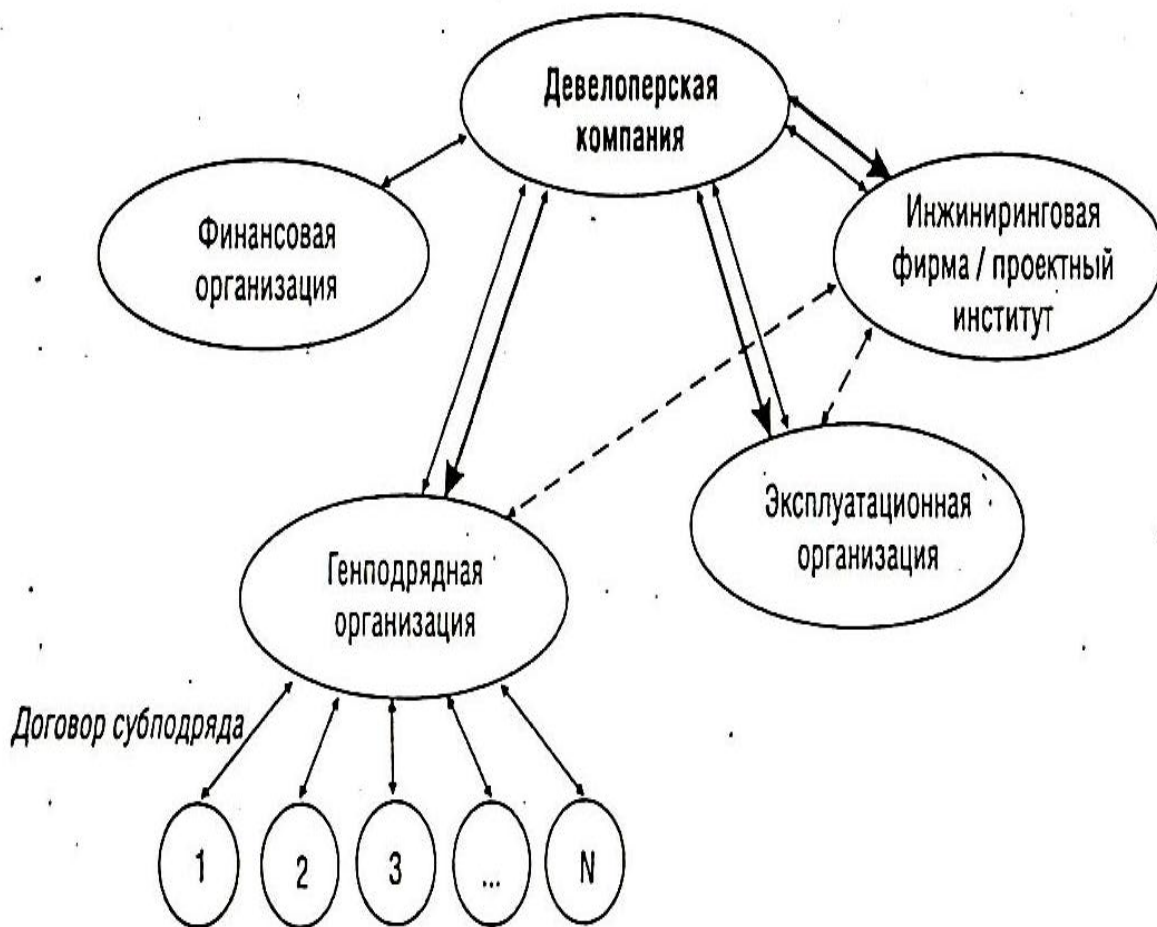


Рис. 3.5. Девелоперская схема инвестиционного-строительного нефтегазового проекта.

Глава 4. Проектные и изыскательские работы.

4.1. Изыскательские работы.

Проектирование и строительство сооружений выполняется на основе инженерных изысканий, в результате которых изучают экономические и природные условия района строительства. Как правило, проектные организации в своем составе имеют подразделение со специальной техникой, оборудованием, приборами для проведения изыскательских работ или заключают договор с сервисной организацией. Изыскатели изучают состав грунта, где будет строиться проектируемый объект, зону промерзания в наиболее холодное время года, подъем грунтовых вод, их минерализацию, розу ветров и т.д. Следующим этапом, предшествующим началу проектирования, являются многочисленные согласования, отвод земли в постоянное и временное пользование. Заказчик вместе с проектной организацией ищут свободные мощности и согласовывают подключение к электрическим сетям, водопотреблению, канализации и т.д.

4.2. Проектно-сметная документация (ПСД) при обустройстве нефтяных и газовых месторождений.

Разработка проектной документации проводится на основании Закона РФ «Об инвестиционной деятельности в РФ осуществляемой в форме капитальных вложений» № 22-ФЗ от 2 января 2000 г. и в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 27 декабря 2000 г. № 1008 «О порядке проведения государственной экспертизы градостроительной, предпроектной и проектной документации», а также рекомендованными Госстроем для разработки проектно-сметной документации «Порядком разработки, согласования, утверждения и состава обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений» (СП 11-101-95) и «Инструкцией о порядке разработки, согласования, утверждения и состава проектной документации на строительство предприятий, зданий и

сооружений» СНиП 11-02-95, СНиП 12-01-2004 «Организация строительства», Госстрой России, 2004 г., введен с 1 января 2005 г.

Определенные изменения в процессе разработки проектной документации внес одобренный Советом Федерации 24 декабря 2004 г. Градостроительный кодекс РФ, который был введен с 1 января 2005 г. федеральным законом РФ от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ. Эти изменения касаются, прежде всего, комплекса требований по проведению обязательной государственной экспертизы проектной документации на объекты надзора и выдачи разрешений на ввод объекта в эксплуатацию. На каждый проект должно быть выдано экспертное заключение независимым экспертом или организацией, имеющей лицензию на право проведения экспертных заключений. Принципиальная схема разработки, согласования и утверждения предпроектной и проектной документации на строительство нефтегазопромысловых объектов приведена в таб.4.1. Как правило, предпроектная и проектная подготовка строительства состоит из четырех основных этапов [5].

На первом этапе определяется инвестиционный замысел, где определяются цели инвестирования, назначение и мощность объекта строительства, номенклатура продукции, место размещения объекта. Проводится оценка возможностей инвестирования и достижения намеченных технико-экономических показателей.

На втором этапе, на основании полученной информации идет разработка обоснований инвестиций в строительство, выбирается конкретный участок, согласовывается с органами исполнительной власти, разрабатывается проектная документация.

На третьем этапе осуществляется согласование, экспертиза и утверждение проектной документации, выполняется технико-экономическое обоснование (ТЭО) строительства.

Таблица 4.1.

Принципиальная схема разработки, согласования и утверждения
предпроектной и проектной документации на строительство

Определение целей инвестирования	Назначение и мощность объекта. Номенклатура продукции(услуг). Выявление возможных вариантов размещения объектов. Условия финансирования. Предварительные условия природопользования.	Инвестиционный замысел. Ходатайство (декларация) о намерениях.	Получение предварительных технических условий
Разработка обоснования инвестиций в строительство	Назначение и мощность объекта; Выбор рационального размещения земельного участка, включая инженерные сети и коммуникации. Принципиальные технические решения по основному объекту, инженерным сетям и коммуникациям. Потребность в сырье , электроэнергии, воде, топливе; Воздействие на окружающую среду. Декларация о безопасности объекта; Экономическая эффективность строительства.	Обоснование инвестиций в строительство объекта	Заключение (согласование) намечаемых решений органами местной администрации. Государственная экспертиза. Утверждение (одобрение) обоснования инвестиций в установленном порядке
	Детализация технологических, архитектурно-строительных и других решений по выбранному варианту земельного участка. Утверждение технико-экономического проекта объекта. Разработка мероприятий по охране окружающей среды. Разработка землеустроительного объекта.	Разработка проекта на строительство объекта и внеплощадочных инженерных сетей.	Государственная экспертиза проекта. Утверждение проекта в установленном порядке. Ходатайство об изъятии и предоставлении земельного участка и размещении на строительство.
Разработка рабочей документации	Разработка рабочей документации в соответствии с решениями утвержденного проекта.	Разработка рабочей документации	Заявление для разрешения выполнения строительномонтажных работ

На четвертом этапе разрабатывается рабочая документация и оформляется разрешение на выполнение строительно-монтажных работ. В соответствии с Градостроительным кодексом проектная документация представляет собой документацию, содержащую материалы в текстовой форме и в виде карт, схем и определяющую архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции объектов капитального строительства.

Проектная документация разрабатывается преимущественно на конкурсной основе, в том числе через торги подряда (тендер). Проектирование объектов строительства должно осуществляться юридическими и физическими лицами, получившими в установленном порядке право на соответствующий вид деятельности.

Вся документация, в соответствии с которой ведется добыча нефти и газа, делится на две большие группы: технологическая и проектно – сметная. В технологической документации решаются, главным образом, вопросы, относящиеся к подземной части – количество скважин, их взаимное расположение, добывные возможности залежей (месторождений), прогноз динамики показателей разработки на длительную перспективу. Конкретное содержание технологической документации, порядок ее экспертизы и утверждения рассматриваются в цикле специальных дисциплин. Утвержденная технологическая документация дает право на разбуривание месторождения или его участка эксплуатационным фондом скважин и на составление проекта обустройства месторождения или его части для добычи нефти и газа по утвержденным технологиям.

Порядок проектирования и строительства нефтяных, газовых, нагнетательных и специальных скважин рассматривается при изучении дисциплины «Бурение нефтяных и газовых скважин». Правильнее данную дисциплину нужно называть «Строительство нефтяных и газовых скважин», так как процесс бурения скважины занимает менее 50%, как по времени, так

и по затратам. В данном пособии рассматриваются вопросы составления проектной документации только при обустройстве нефтяных и газовых месторождений. Уникальные и крупные нефтяные месторождения с извлекаемыми запасами от 500 млн. т до нескольких миллиардов тонн вводятся в разработку на протяжении многих лет, соответственно проектирование ведется в несколько стадий (табл. 4.1).

Стадии проектирования

Таблица 4.1

	Извлекаемые запасы млн.т		
	до 20	50 - 500	более 500
Технико - экономические соображения (ТЭС)	—	—	+
Технико – экономический доклад (ТЭД)	—	—	+
Технико – экономическое обоснование (ТЭО)	+	+	+
Проект разработки	+	+	+
Технический проект	+	+	+
Техно – рабочий проект	+	+	+

Для примера приведем последовательность ввода в разработку Арланского нефтяного месторождения в Башкортостане (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Год открытия	Год утверждения проекта пробной эксплуатации	Завершение разведочных работ	Начало добычи нефти	Год утверждения запасов в ГКЗ	Год утверждения проекта разработки	Год утверждения проекта обустройства промышленной эксплуатации
1955	1956	1958	1958	1959	1965	1969

Из приведенной таблицы следует, что от открытия месторождения до утверждения проекта обустройства промышленной эксплуатации прошло 12

лет, это еще одно специфическое условие при проектировании обустройства нефтяных и газовых месторождений.

Одной из причин аварийных ситуаций в процессе добычи нефти и газа является недостаточная проработка вариантов, обеспечивающих надежную и безопасную работу спроектированного объекта. В правилах японской компании Toyota записано «ошибка, заложенная при проектировании объекта, приводит к десятикратным потерям при его строительстве и к стократным – при его эксплуатации» [25]. На наш взгляд, заказчики проектов недостаточно выделяют денежных средств на проектно-изыскательские работы. Приведем пример распределения средств на одном из новых нефтяных месторождений, проектируемых для разработки. Из таблицы 4.3 следует, что на проектно-изыскательские работы планируется израсходовать полтора процента от общих капитальных вложений на строящемся объекте.

Таблица 4.3

Структура капитальных вложений

Структура капитальных вложений	млн. руб.	% от общих кап. вложений
Капитальные вложения на обустройство: всего	450	100
Проектно-изыскательские работы	8,3	1,5
Научно-исследовательские работы	17,9	3,9
Геологоразведочные работы	9,5	2,1
Конструкторские работы	1,9	0,4
Обустройство месторождения	412,4	91,6

4.3. Проектная документация, на основании которой ведется строительство нефтегазопромысловых объектов.

4.3.1. Организация проектных работ.

Проектные работы выполняют специализированные проектные организации. В качестве генерального проектировщика, чаще всего, выступают территориальные научно-исследовательские и проектные институты нефтяной промышленности (НИПИнефть). Данные организации работают на основе договоров, заключенных в соответствии с правилами о договорах на выполнение проектных и изыскательских работ с организациями – заказчиками. Заказчики являются владельцами или распорядителями финансовых средств для выполнения этих работ. Генеральные проектировщики в пределах выделенных финансовых средств, при необходимости могут заключать субподрядные договоры со специализированными проектными организациями для выполнения специфических проектных работ (выполнение инженерных изысканий под площадки трассы, проектирование объектов водоснабжения, электроснабжения, теплотрасс и т.д.).

4.3.2. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) проектирования и строительства.

При проектировании крупных объектов, например, магистральных трубопроводов, составляется ТЭО, являющееся предпроектным документом, в котором уточняются и дополняются схемы развития и размещения промышленности в части обоснования районов прохождения намечаемого к проектированию и строительству магистрального трубопровода. Его производительности по виду транспортируемого продукта, обеспечения его этим продуктом (газ, нефть, нефтепродукты, вода и т. д.), основных технологических и строительных решений, а также важнейших технико-экономических показателей трубопровода как промышленно-транспортного объекта и объекта строительства.

На стадии ТЭО выполняется общая пояснительная записка, составляется генеральный план, сметная документация, рассматриваются вопросы охраны окружающей среды, гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций. Для объектов, строящихся по проектам массового и повторного применения, а также других технически несложных объектов на основе обоснования инвестиций в строительство, может разрабатываться рабочий проект (утвержденная часть и рабочая документация).

Основным документом, регулирующим правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответственность сторон, является договор (контракт), заключенный заказчиком с привлекаемыми им организациями для разработки проектной документации. А так же проектными, проектно-строительными организациями, другими юридическими и физическими лицами. Неотъемлемой частью договора (контракта) должно быть задание на проектирование.

4.3.3. Задание на проектирование

Задание на проектирование составляется совместно заказчиком и проектной организацией. Рекомендуемый состав и содержание задания на проектирование для объектов производственного назначения:

1. Основание для проектирования.
2. Вид строительства.
3. Стадийность проектирования.
4. Требования по вариантной конкурсной разработке.
5. Особые условия строительства.
6. Основные технико-экономические показатели объекта.
7. Требования к качеству, конкурентноспособности и экологическим параметрам продукции.
8. Требования к технологии, режиму предприятия.
9. Требования к архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям.

10. Выделение очередей и пусковых комплектов, требования по перспективному расширению предприятия.

11. Требования и условия к разработке природоохранных мер и мероприятий

12. Требования по ассимиляции производства.

13. Требования по разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

14. Требования по выполнению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ.

15. Состав демонстрационных материалов.

Для конкретного объекта строительства нефтепровода типовое задание на проектирование состоит из следующих пунктов:

- начальная, конечная и промежуточные точки нефтепровода;
- производительность трубопровода для первой очереди и при полном развитии;
- диаметр и протяженность магистрали;
- тип перекачивающих агрегатов;
- способ перекачки (обычная, последовательная, горячая);
- начальные сроки строительства, порядок его осуществления и ввод мощностей по очереди;
- наименование генеральной проектной и строительной организации.

В задании на проектирование должно быть отражено основание для проектирования (перечень документов), вид строительства, районы строительства и их природно-климатическая характеристика, мощности проектируемого объекта (годовая добыча нефти и газа), требования по охране окружающей среды и др.

4.3.4. Технорабочий (технический) проект строительства нефтегазопромысловых объектов.

Технорабочий проект является одной из основных составных частей проектно-сметной документации и состоит из следующих разделов:

- общая пояснительная записка с кратким содержанием проекта, результатами сопоставления вариантов, на основе которых приняты проектные решения, характеристиками комплекса проектируемых сооружений с освещением всех вопросов его строительства и эксплуатации, данными о проведенных согласованиях и т. д.;
- технико-экономическая часть;
- генеральный план, транспортировка и восстановление (рекультивация) нарушенных земель; организация труда, система управления предприятием, связь и сигнализация;
- строительная часть;
- сметная часть;
- жилищно-гражданское строительство;
- паспорт проекта.

4.3.5. Проект организации строительства (ПОС).

Проект организации строительства входит в состав технорабочего (технического) проекта и служит основанием для планирования капитальных вложений и обеспечения строительства материально-техническими ресурсами и кадрами. ПОС разрабатывает ведущая проектная организация, при этом решаются следующие основные вопросы:

- очередность выполнения внеплощадных и внутриплощадных подготовительных работ;
- концентрация основных материально - технических ресурсов и рабочих кадров на объекте;

- непрерывность и поточность производства строительного-монтажных и специальных работ при равномерном расходовании материальных ресурсов, производственных мощностей и рабочей силы;
- комплексная механизация всех видов строительных работ;
- бесперебойное обслуживание строительства транспортом общего и специального назначения в соответствии с графиком строительства;
- система мероприятий по организации труда;
- диспетчеризация строительного производства;
- контроль качества строительного-монтажных и специальных работ;
- применение передвижных полевых жилых городков повышенной комфортности;
- соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности;
- землепользование и охрана окружающей среды.

4.3.6. Строительный генеральный план (стройгенплан) объекта.

Это основной документ в ПОС. Его составляют на топографической основе по материалам изысканий площадок и трасс в приемлемом масштабе, обычно 1: 10000 до 1:100000. Стройгенплан позволяет наиболее полно отразить общую схему организации строительства в соответствии с инженерно – геологическими, климатическими, топографическими и прочими условиями, а также со схемой соответствующих железных и автомобильных дорог, водных путей, линий связи и т.д. На стройгенплане изображают географическое положение объекта в рамках ситуационного плана и в соответствующих условных обозначениях показывают расположение строящихся объектов и транспортных коммуникаций. Специфика развития нефтяного месторождения в процессе его разработки обусловлена состоянием его изученности. В течение всего периода эксплуатации месторождения, его изучают, уточняют показатели. Поэтому «генеральная схема промышленного обустройства» – важнейший документ

планомерного и рационального развития производственных мощностей при освоении и разработке месторождения не только в начальный период обустройства, но и при последующем развитии мощностей.

4.4. Подготовка строительного производства

При строительстве нефтегазопромысловых объектов значительную долю в комплексе строительного производства занимает подготовка строительного производства. Подготовительные работы так же важны, как материально-техническое обеспечение, механизация, транспорт, организация труда, оперативное планирование, диспетчеризация, организация контроля качества. Применительно к строительству объектов нефтяной и газовой промышленности подготовка строительного производства включает несколько мероприятий.

4.4.1. Организационные подготовительные мероприятия

Организационные подготовительные мероприятия включают в себя решение вопросов об условиях использования для нужд строительства транспортных и инженерных коммуникаций, основание для разработки стройгенплана и транспортной схемы строительства, линий связи, ЛЭП, водопроводов и др.; предприятий строительной индустрии, сооружений теплоэнергетики; решение о порядке использования местных строительных материалов (песка, гравия, лесоматериалов); распределение работ по исполнителям.

4.4.2. Внеплощадочные подготовительные работы.

К подготовительным работам можно отнести строительство перевалочных баз для труб и материалов, для машин, механизмов и оборудования, конструкций, изделий, блочных и блочно - комплектных устройств, разгрузочных площадок, причалов, железнодорожных веток,

дорог различного типа, линий связи, полевых жилых городков, складов горючесмазочных материалов, баз и отделов рабочего снабжения.

4.4.3. Внутриплощадочные подготовительные работы.

К подготовительным работам относятся: создание геодезической разбивочной основы для строительства, снос и перенос строений и коммуникаций, инженерная подготовка строительных площадок, создание общеплощадочного складского хозяйства, монтаж инвентарных зданий, возведение постоянных зданий и сооружений, используемых временно для нужд строительства, обеспечение площадок водоснабжением, связью, выполнение работ по рекультивации земель и охране окружающей среды, создание промежуточных трубосварочных и трубоизоляционных баз и др.

Глава 5. Технология строительства нефтегазопромысловых объектов.

5.1. Понятие о технологии строительного производства.

В общем виде понятие технология - это совокупность средств и способов воздействия на предмет труда. В работе [5] понятие технологии дается в следующей редакции: это сочетание квалификационных навыков, оборудования, инфраструктуры, инструментов и соответствующих знаний, необходимых для осуществления желаемых преобразований в материалах, информации, людях, решении задач. Способ преобразования сырья в искомые продукты и услуги, механизм работы по превращению исходных элементов труда в итоговые результаты, являющиеся целью деятельности организации. Основу технологии составляет техника – средства труда, с помощью которых и происходят желаемые преобразования. Можно утверждать, что уровень техники определяет уровень технологии.

Технология строительного производства - это совокупность средств и способов воздействия на предмет труда (строительные материалы, конструкции, изделия) для его превращения в готовую продукцию строительства с возможно более высокими качественными свойствами при наименьших затратах трудовых и материальных ресурсов и с максимальным использованием технических параметров оборудования, машин, механизмов и исходных материалов.

Во второй главе отмечалось, что нефтегазопромысловые объекты, как правило, размещаются на вновь осваиваемых площадях. При каждом новом строительстве объектов необходимо выполнять большой объем подготовительных работ. Этот этап включает в себя рубку леса, его реализацию, корчевку пней, устройство временных дорог. Для обустройства крупных нефтяных или газовых месторождений необходимо прокладывать железную дорогу с погрузоразгрузочной базой, жилые дома. Площадки для размещения техники, корпуса для ее обслуживания. Резервуары для накопления горючего и смазочных материалов. В условиях Западной Сибири

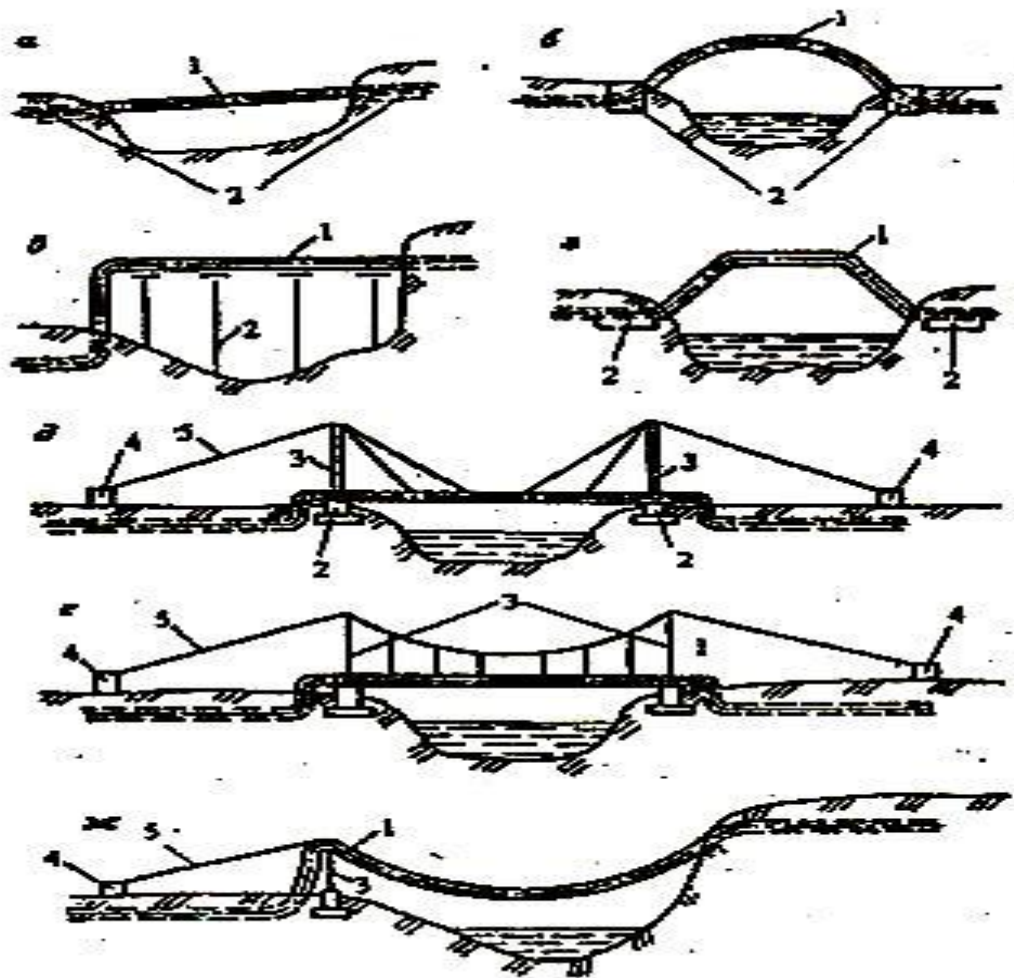
отсыпка или намыв грунта под будущие кусты, дороги, площадки под будущие объекты (производственные базы, вахтовые поселки, объекты электроснабжения). Для временного и постоянного размещения работающего персонала необходима питьевая вода, тепло, столовые, медицинские пункты, бани, канализационные сооружения и т. д.

При выходе нефтяников или газовиков в новый район совместно с будущими эксплуатационниками обустраивают свои площадки строительные организации и буровые предприятия.

Сооружение водных переправ и переходов через овраги. С выходом в новые районы, строительные, буровые и нефтегазодобывающие предприятия должны завозить тяжеловесное оборудование. Появляется необходимость возведения временных речных переправ, переходов через овраги, болотистые участки. Наиболее надежной и быстро возводимой переправой через реки является понтонная переправа (рис. 5.1). Эксплуатация понтонной переправы может осуществляться 11-11,5 месяцев в году. На зимний период понтоны не убираются, за счет них укрепляется ледовая переправа. Понтоны убираются только перед паводком на время движения льда. Демонтаж понтона очень прост, каждый понтон поочередно отогревается с помощью ППУ и автокраном грузится на панелевоз, по не демонтированным понтонам вывозится на берег. Данная технология возведения понтонной переправы была реализована на реке Пяку-Пур в Западной Сибири и позволила перевозить все большегрузные аппараты до строительства капитального моста. Для небольших рек и оврагов можно за короткий срок монтировать вантовые или висячие мосты. На рис. 5.2 показаны схемы прокладки трубопроводов через небольшие реки и овраги. Подобные устройства (вариант *д* и *е*) можно оборудовать для передвижения техники. На болотистых участках, с наступлением морозов, снег трамбуется с помощью легких гусеничных танкеток, что способствует быстрому промерзанию болота и организации проезда для техники.



Рис. 5.1. Понтонный мост через реку



а - однопролетный балочный переход, б - арочный переход,
 в - балочный переход с компенсатором, г - трапецеидальный переход,
 д - вантовый переход, е - висячий переход, ж - переход в виде провисающей
 нити.

1- трубопровод, 2- опора, 3- пилот, 4- якорь, 5- несущий трос.

Рис. 5.2. Надземные системы переходов через естественные и искусственные препятствия

Строительство трубопроводов различных диаметров, линий электропередач на заболоченных участках осуществляется только после замерзания болот.

5.2. Обустройство кустовых площадок.

Кроме разведочных скважин, практически на всех нефтяных месторождениях бурение ведется кустовым способом, т.е. забои скважин располагают согласно проектной сетке от 250 метров и более друг от друга, а устья скважин располагают в одну линию на расстоянии 5 метров между скважинами. На кустах с большим количеством скважин целесообразно формировать группы по пять скважин и между группами делать разрыв в 15 метров. В разных проектах может быть другое расположение устьев скважин.

После оформления горного отвода в целом на нефтяное или газовое месторождение, оформляется временный и постоянный земельный отвод для будущего куста скважин. Согласно нормативам для разведочных скважин земля отводится только во временное пользование размером от 1,7 до 2,5 га в зависимости от бурового станка для нефтяных и 3,5 га для газовых скважин. Для эксплуатационных скважин земля отводится в постоянное и во временное пользование. Во временное пользование земля отводится на время бурения скважин. На кустовых площадках земля отводится для первой скважины во временное (постоянное) пользование площадью от 1,6 (0,36) га до 2,1 (0,36), на каждую последующую скважину добавляется 0,5 (0,1) га. В условиях нормального грунта, после геодезической разбивки площадки куста, бульдозерами снимается растительный слой почвы и укладывается в гурты. Вся площадка куста отсыпается песчано-гравийной смесью.

К каждой будущей нефтяной скважине в вырытой траншее прокладывается нефтепровод расчетного диаметра, а к нагнетательной скважине прокладывается водовод. Водовод заглубляется, согласно проекту, ниже уровня промерзания грунта.

К кусту строится линия электропередач, как правило, 6 кВ. На площадке в 25 метрах от ближайшей скважины монтируется трансформаторный пункт, от которого к каждой скважине прокладывается кабель. В зависимости от проекта и способа эксплуатации скважины, кабели могут укладываться в траншею, на стойки или сооружается специальная эстакада (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Один из вариантов прокладки кабельных линий на кусте скважин

На таком же расстоянии от ближайшей скважины заглубляется канализационная емкость, к которой от скважин в траншеях укладываются трубы для аварийного слива нефти или слива жидкости при ремонте скважин. При фонтанной, газлифтной добыче нефти и на скважинах оборудованных электроцентробежными насосами вокруг устья скважины укладываются железобетонные плиты с бордюрным выступом. На месте установки подъемника для ремонта скважин заглубляются бетонные блоки. Там, где не пользуются передвижными мостками для укладки насосно-компрессорных труб, монтируются стационарные мостки (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Агрегат А-50М для подъема насосно-компрессорных труб со стационарными мостками

На скважинах, оборудованных станками-качалками, монтируется фундамент. Фундаменты для установки станка-качалки выполняются в нескольких вариантах. Наиболее распространенный вариант фундамента под станок-качалку блочный, в зависимости от грунтовых условий фундамент может быть выполнен в свайном варианте. Качалки с поднятым редуктором устанавливают на плиты, уложенные на грунт с подсыпкой песчано-гравийной смесью. Для очистки насосно-компрессорных труб от парафина в 15 метрах от устья скважины устанавливают депарафинизационную установку (АДУ).

В зависимости от количества скважин на кусте для замера дебитов каждой скважины монтируют автоматизированные групповые установки (АГЗУ). К АГЗУ могут быть подключены от 8 до 16 скважин (рис. 1.4, 5.5).

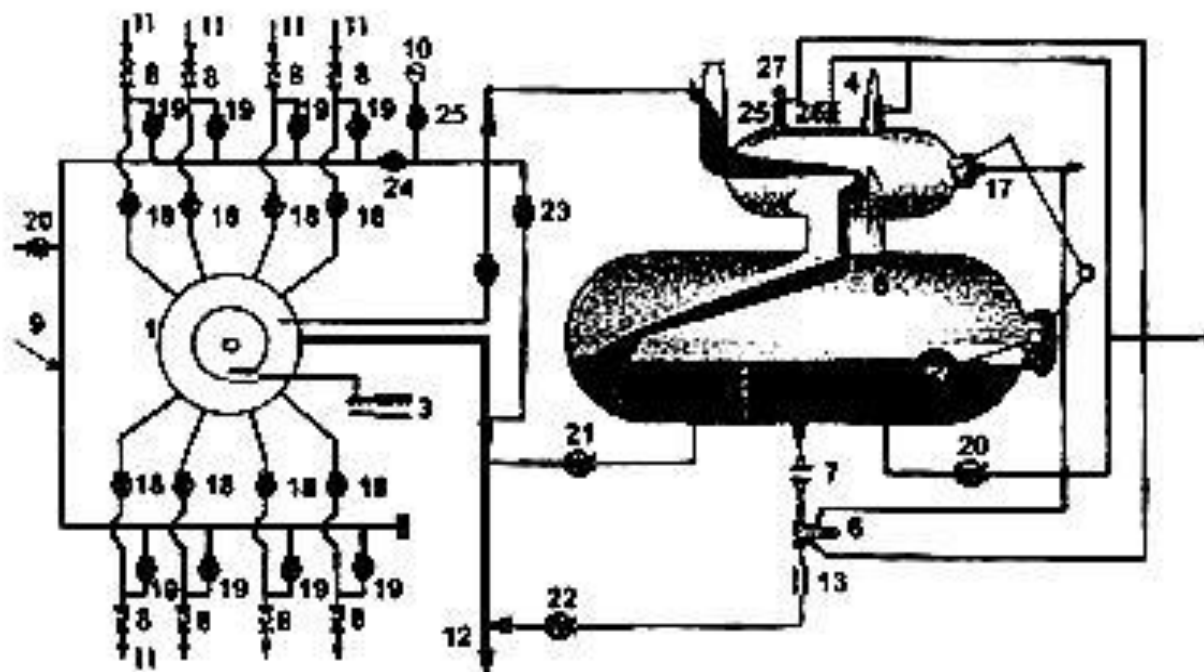


Рис. 5.5. Принципиальная схема групповой замерной установки

1. Переключатель скважинный многоходовой.
2. Поплавок.
3. Электропривод.
- 4, 6. Клапан предохранительный.
5. Замерная емкость.
- 7, 8, 18, 19 – задвижки.

АГЗУ изготавливается в блочном исполнении, монтируется на уложенные плиты. При высоком газовом факторе (100 и более кубических метров на тонну нефти) газ пульсирует в трубах внутри АГЗУ, по этой причине АГЗУ может терять устойчивость. Однако какого-либо крепления к плитам или специального фундамента не требуется. Фиксирующим элементом являются подводящие заглубленные трубопроводы. От АГЗУ нефтегазовая смесь с группы скважин поступает по заглубленному трубопроводу на дожимную насосную станцию (ДНС) или на установку предварительного сброса воды (УПСВ).

5.3. Строительные и монтажные работы при сооружении дожимной насосной станции (ДНС)

Дожимная насосная станция или установка предварительного сброса воды являются сложными и ответственными объектами, куда собирается газо-вода-нефтяная смесь от многих АГЗУ, (рис. 1.5, 5.6). На дожимной насосной станции происходит первая ступень сепарации смеси, поэтому на подготовленной площадке монтируются минимум два сепаратора различной емкости от 25 до 200 м³ в зависимости от объема сепарируемой жидкости. Для откачки отсепарированной жидкости устанавливаются минимум два насосных агрегата на общей раме с электродвигателем.

Для установки сепараторов и насосных агрегатов готовятся фундаменты. Существует несколько вариантов подготовки фундаментов. Блочный вариант, когда экскаватором копается котлован на глубину промерзания земли, подсыпается песчано-гравийной смесью. На песчано-гравийную смесь укладываются железобетонные подушки, на них монтируются железобетонные блоки. Как для горизонтальных сепараторов, так и для насосных агрегатов фундаменты нивелируются, закладываются анкерные болты, к которым крепится рама насосного агрегата и седловидные опоры для установки горизонтальных емкостей. В последнее время распространен способ изготовления фундаментов в свайном исполнении. С помощью кранов или трубоукладчиков на фундаменты устанавливаются сепараторы и насосные агрегаты. К сепараторам и насосным агрегатам подключаются трубопроводы, запорная и предохранительная арматура. Как правило, на строительную площадку завозятся смонтированные в заводских условиях комплекты (узлы) оборудования. Например, насос и двигатель монтируются на общей раме в отцентрированном положении. Под задвижки, фильтры выставляются железобетонные или металлические стойки, чтобы избежать напряженного состояния трубопроводов, как от собственного веса, так и от веса арматуры.

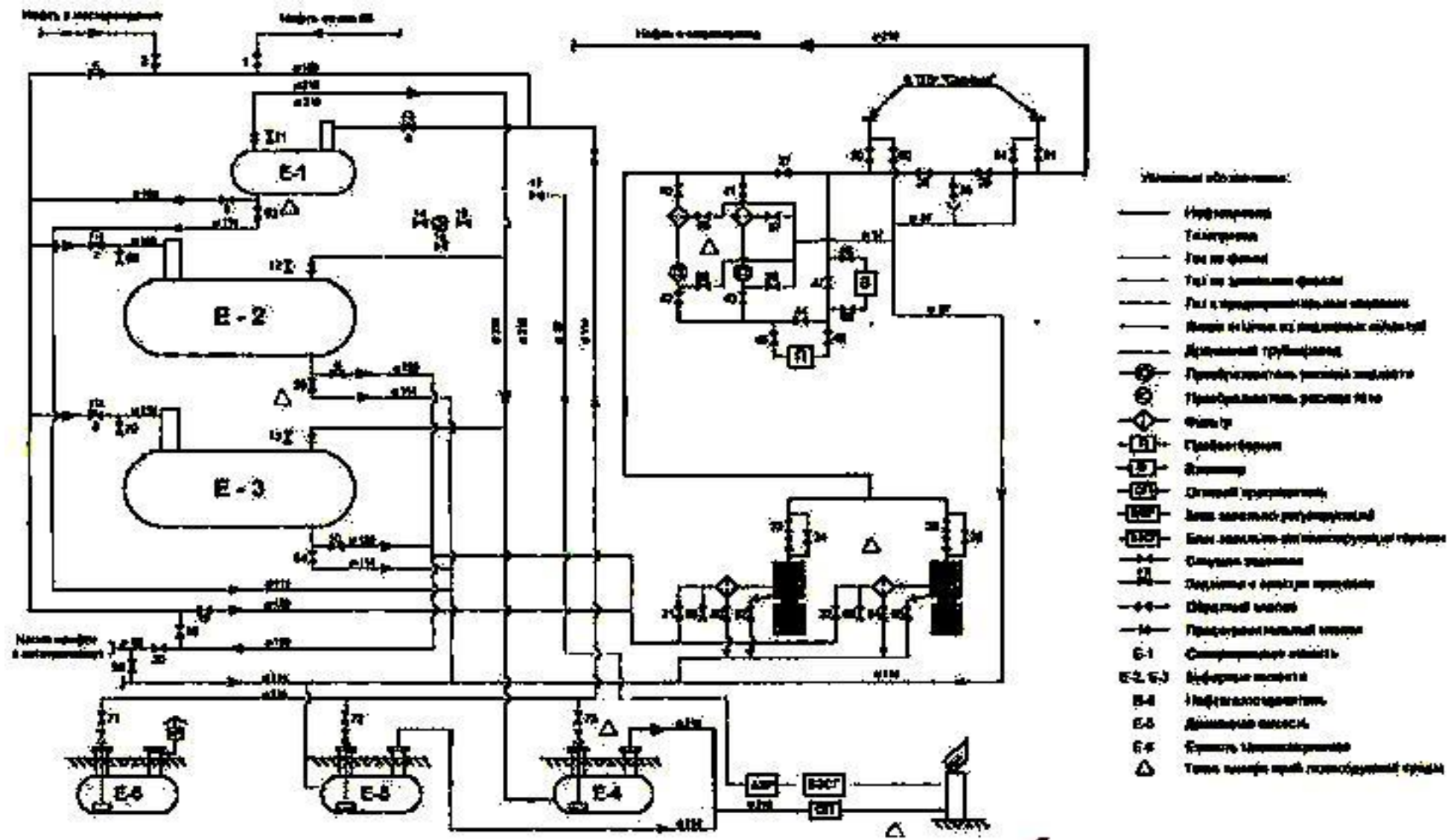


Рис. 5.6. Технологическая схема ДНС

5.4. Строительные и монтажные работы при сооружении компрессорной станции

Компрессорные станции для подготовки, компримирования и откачки попутного газа сооружаются в двух вариантах. Первый вариант, когда на месторождении строится здание в кирпичном или панельном исполнении, (рис. 1.7). Во втором варианте компрессорная станция монтируется из блоков, выполненных в заводском исполнении. В первом варианте выполняется типовой ленточный или свайный фундамент, на котором ведется кирпичная кладка стен или устанавливаются металлические колонны, на которые навешиваются панели. Обычно строители сначала готовят фундаменты для установки компрессорных блоков (рис. 5.7) с электро- или газовым приводом, устанавливают агрегаты на фундамент и в последнюю очередь возводят каркас здания. В здании обязательно монтируется кран - балка для замены или ремонта агрегатов. На территории компрессорной станции размещается система подготовки (осушка, охлаждение) газа, система пожаротушения, административно – бытовой блок в капитальном или блочном исполнении.

5.5. Сооружение факельной системы

Несмотря на то, что нормативы по сжиганию попутного газа, согласно Киотскому соглашению, постоянно ужесточаются, на нефтегазовых объектах необходимо иметь факельное устройство. Данное устройство используется в аварийных ситуациях, как на самом нефтедобывающем предприятии, так и у потребителей газа. Факельные системы выполняются в различных вариантах с установкой дренажной емкости для сбора капельной жидкости (рис. 1.9).



Рис. 5.7. Компрессор с электроприводом на монолитном фундаменте

Глава 6. Строительство объектов на головных сооружениях

6.1. Типовой перечень объектов, возводимых на головных сооружениях

Объект - «головные сооружения» получил название по причине начала (головой) магистрального нефтепровода. После дожимных насосных станций, установок предварительного сброса воды, отдельных разведочных скважин нефть, пластовая вода и попутный газ поступают на головные сооружения для их подготовки с последующей реализацией. Нефть – через коммерческий узел учета закачивается в магистральный нефтепровод организациям ООО «Транснефть», газ – на газопереработку, потребителям или на собственные нужды, пластовая вода, после ее подготовки, используется в системе поддержания пластового давления. Головные сооружения или центральный пункт сбора и подготовки нефти, газа и пластовой воды (ЦПС) ответственный и охраняемый объект в системе добычи нефти. Здесь расположен значительный резервуарный парк с неподготовленной и подготовленной для реализации нефти, компрессорная станция для компримирования и перекачки попутного газа, кустовая насосная станция для закачки попутной воды в нефтяные пласты, насосная внутренней и внешней перекачки нефти, коммерческий узел учета, комплекс объектов пожарной безопасности. Подготовка фундаментов, установка на фундаменты, обвязка арматурой горизонтальных сепараторов, отстойников, электродегидраторов выполняется точно так же, как и сепараторов на дожимных насосных станциях в разделе 5.3.

Установки по подготовке нефти УПН-250, 500, 1000, 3000 из-за опасности в эксплуатации редко используются на нефтяных промыслах (рис. 6.1, табл. 6.1).

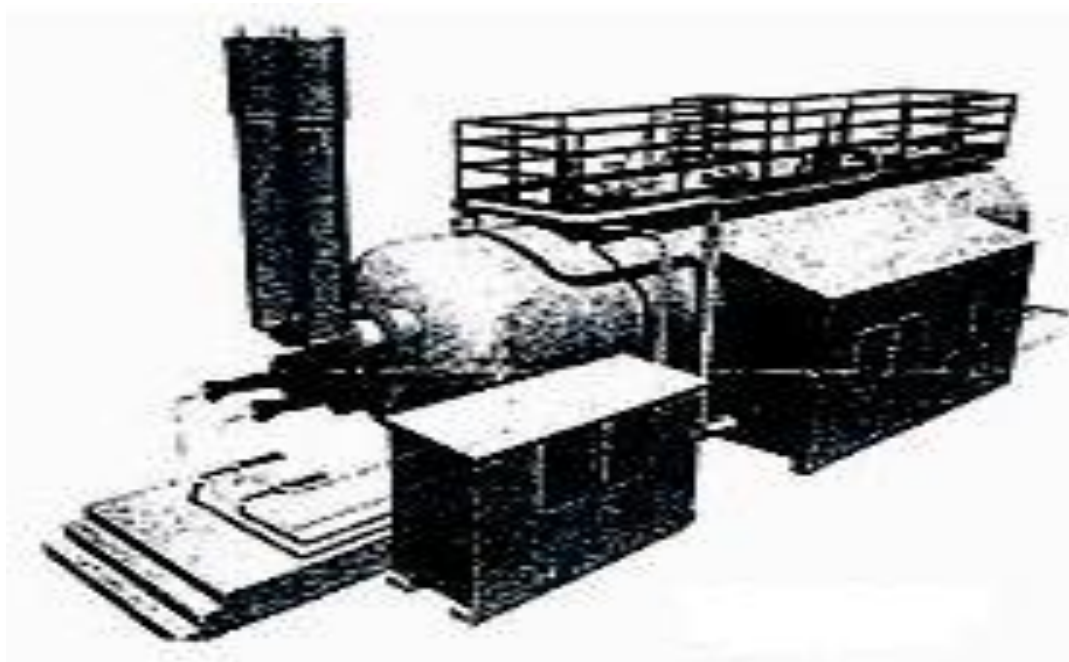


Рис. 6.1. Установка по подготовке нефти

Таблица 6.1.

Технологические характеристики установок по подготовке нефти для различной производительности по эмульсии

Наименование показателя	КПН-250	УПН-500	УПН-1000	УПН-3000
Производительность по эмульсии, т/сут	250	500	1000	3000
Тепловая мощность, МВт	0,3	0,63	1,25	3,75
Температура нагрева, ° С	80	80	80	80
Рабочее давление, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6
Обводненность нефти на входе, %, не более	20	20	20	20
Обводненность нефти на выходе, %, не более	0,5	0,5	0,5	0,5
Содержание солей в нефти на выходе, мг/дм ³	100	100	100	100
Масса, т	12	20	35	50

Широкое внедрение на нефтяных промыслах получили нагревающие трубчатые печи ПТБ-10, ПТБ-10А, ПТБ-10Э, ПТБ-5-40А, ПТБ-5-40Э (табл. 6.2, рис. 6.2). Трубчатые печи устанавливаются на железобетонные плиты с бордюрным ограничением, как правило, по две-три печи вместе, затем пожарный разрыв 15 м. и следующий блок печей. Данные печи удобны в эксплуатации, трубчатый пучок легко заменяется через крышу, в случае прогорания труб тушение осуществляется азотом из специальной вертикальной емкости высокого давления. Технологические характеристики наиболее распространенных печей приведены в таблице 6.2.



Рис. 6.2. Печь трубчатая блочная ПТБ-10А

Таблица 6.2

Технологические характеристики трубчатых блочных печей

	ПТБ-5-40А	ПТБ-4-40Э	ПТБ-10А	ПТБ-10Э
Тепловая мощность печи. МВт (Гкал/час)	7,3(6,3)	3,3-7 (3-6)	11,6(10)	5,5-13,9(5-12)
Производительность по нефтяной эмульсии т/ч	125-250	125-250	416,6	720-1800
Температура на входе, °С, °С	+10	+5	+5	+5
Температура на выходе из печи °С	90	90	90	90
Топливо	Природный или попутный газ			
Рабочее давление, МПа(кгс/см ²)	4(40)	4(40)	6,3(63)	6,3(63)
Расход топливного газа, м ³ /ч	720	800	1600	1700
Габаритные размеры, (длина,ширина,высота)м	10*4,4*8	9,7*3,5*8	14,1*5,1*10,4	15,7*3,52*8
Масса, т	29,8	29,3	47	48,7

6.2. Резервуарный парк головных сооружений.

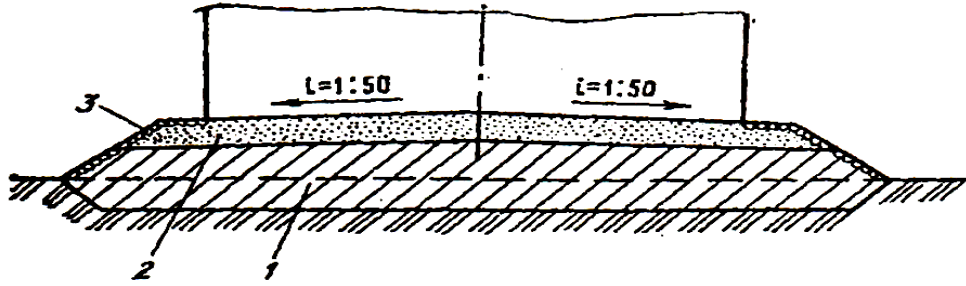
Резервуарный парк на нефтяных промыслах чаще всего комплектуется вертикальными стальными резервуарами (РВС) емкостью 5000 м³ (рис. 6.3). Резервуар удобен в эксплуатации, легко монтируется, с заводов поставляется

в блочном рулонном исполнении. Рулон корпуса со стойкой внутри, рулон днища и сегменты крыши. Фундамент резервуара выполняется в двух вариантах: в Волго-Уральском регионе – песчаная подушка (рис. 6.4). В Западной Сибири сооружается свайное поле (рис. 6.4.1). При первом варианте на выбранной площадке снимается грунт до плотика, засыпается песчано-гравийной смесью, верхняя часть засыпается пеком 20-30 см. Полотно хорошо укатывается катком с одновременной нивелировкой и обрабатывается горячим битумом или вязкой нефтью. На подготовленное полотно раскатывается рулон днища резервуара. Автокраном на кромку днища ставится рулон корпуса резервуара и раскручивается по краю днища с прихваткой электросваркой. После полного разворачивания рулона корпуса резервуара изнутри и снаружи проваривается вертикальный шов. Точно также по всей окружности провариваются швы между корпусом резервуара и днищем. В центр днища приваривается центральная стойка. К центральной стойке и к верхней части корпуса резервуара привариваются сегменты крыши. Затем устанавливаются дыхательные клапаны, световой люк и люк-лаз, лестница, привариваются патрубки для входа и выхода нефти. Внешняя часть резервуара красится, делаются необходимые надписи, внутренняя часть резервуара покрывается антикоррозийным составом. Для опрессовки резервуар заполняется водой и выдерживается в течение суток. Еще раз производится нивелировка резервуара по утору. Резервуары обваловываются по два в одной обваловке. Емкость обвалования должна быть не менее объема одного резервуара. Для предотвращения выхода газа из резервуаров через дыхательные клапаны в момент их наполнения крыши резервуаров соединяли общим газопроводом. На сегодня на промыслах внедряются установки, периодически отсасывающие газ из резервуаров и концевых сепараторов в газопровод. После выполнения всех необходимых работ составляется акт приемки резервуаров в эксплуатацию. С целью упрочнения фундамента для резервуаров емкостью 10 000 м³ и более по окружности

фундамента монтируется железобетонное кольцо, которое показано на рис. 6.4 цифрой 2.

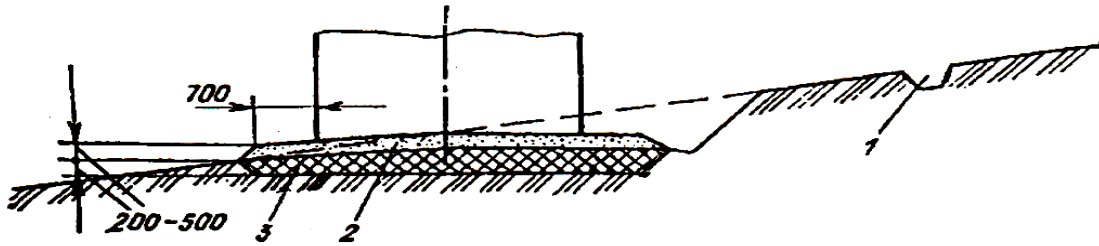


Рис. 6.3. Резервуары вертикальные стальные для хранения товарной и неподготовленной нефти



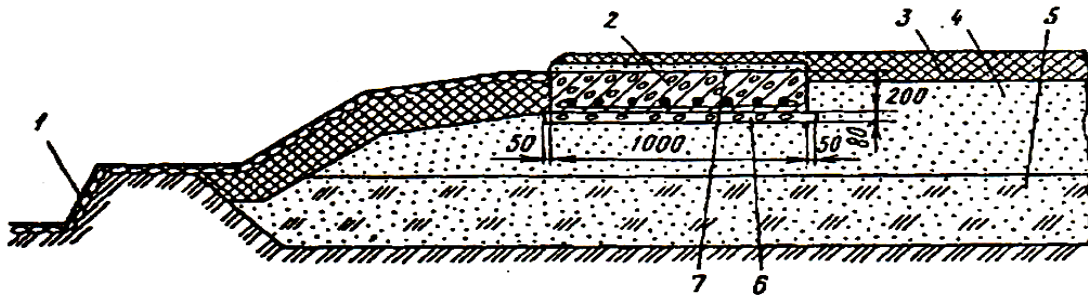
Фундамент под резервуары объемом 5000 м³:

1 - грунтовая подсыпка; 2 - песчаная подушка; 3 - отсыпка.



Фундамент под резервуары на косогорном участке:

1 - нагорная канава; 2 - песчаная подушка; 3 - грунтовая подсыпка.



Фундамент под резервуары объемом 10 000 м³:

**1 - кольцевая канава с отсыпкой; 2 - железобетонное кольцо;
3 - гидрофобный слой; 4 - песчаная подушка;
5 - грунтовая подсыпка; 6 - бетонная подготовка;
7 - выравнивающий цементный слой.**

Рис. 6.4. Фундаменты для вертикальных стальных резервуаров

По расположению резервуаров относительно планировочной отметки территории резервуарного парка различают резервуары следующих групп: - надземные, когда днище емкости находится выше планировочной отметки $Z_{по}$ (рис. 6.5 а, б);

- наземные, когда отметка дна Z_d равна планировочной отметке $Z_{по}$ или отметке поверхности естественного основания Z_0 (рис. 6.5 в);

- подземные, если разница между $Z_{по}$ и максимальным уровнем Z_{max} продукта в резервуаре равна или больше 0,2 м (рис. 6.5 г).

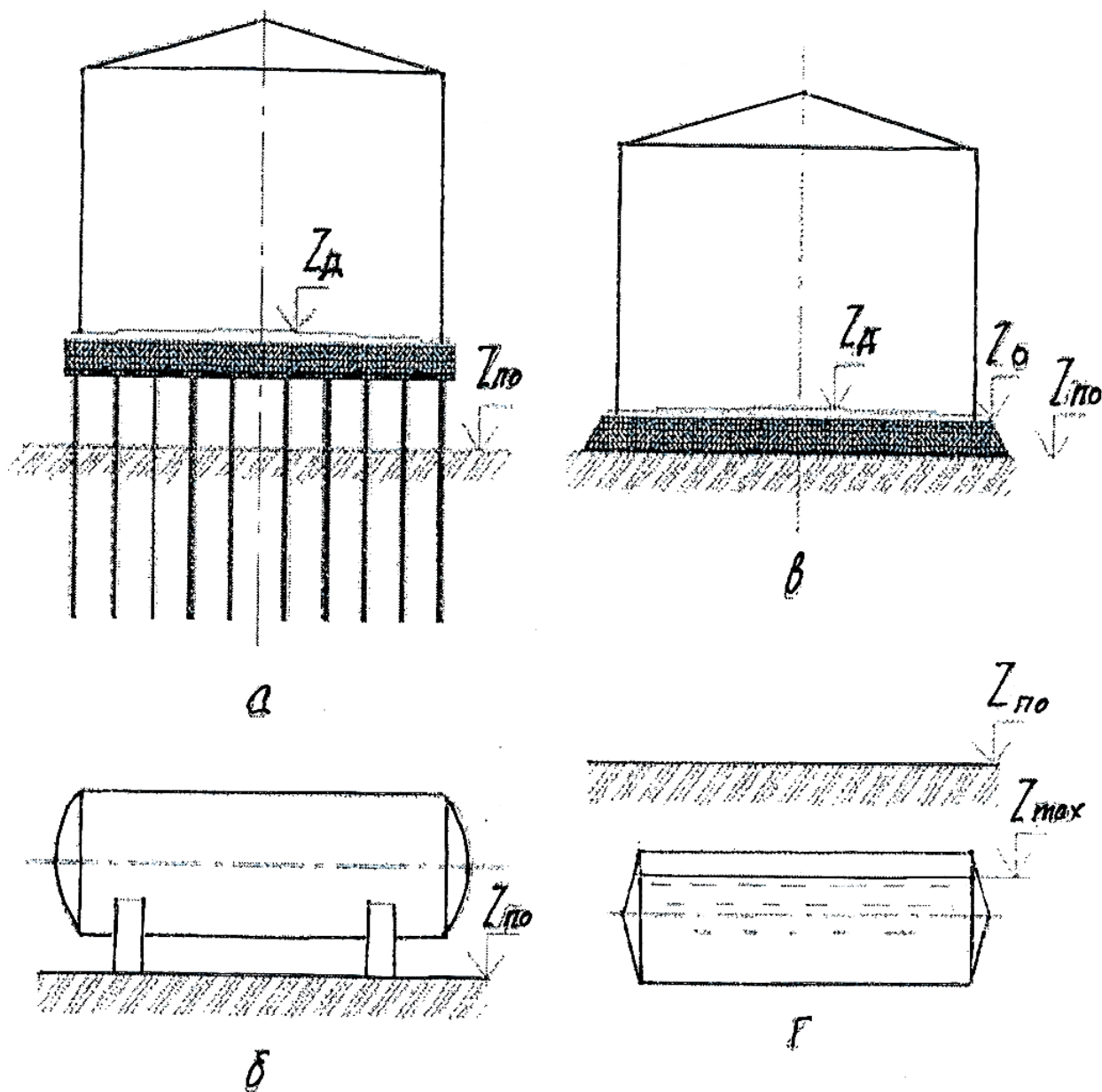


Рис. 6.5. Способы расположения емкостей относительно поверхности земли

Таблица 6.2

Основные данные вертикальных стальных цилиндрических резервуаров

Номинальный объем, м ³	Диаметр, м	Высота, м	Высота кровли, м		Резервуар без понтон		Резервуар со стальным пунктоном	
			конической	сферической	я вместимость,	масса, т	я вместимость,	масса, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	4,73	5,96	0,12	—	105	5,44	92	7,01
200	6,63	5,96	0,16	—	206	7,04	182	9,38
300	7,58	7,45	0,19	—	336	10,57	305	13,26
400	8,53	7,45	0,21	—	426	12,36	386	15,85
700	10,43	8,94	0,26	—	764	17,75	704	22,46
1000	12,33	8,94	0,31	2,5	1066	22,91	984	28,84
2000	15,18	11,92	0,38	3,0	2157	44,25	2010	51,44
3000	18,98	11,92	0,48	3,0	3370	62,84	3150	74,89
5000	22,8	11,92	0,57	3,0	4866	93,44	4380	111,86
10000	34,2	11,92	0,65	3,0	10950	200,34	9590	244,77
15000	39,9	11,92	0,74	3,5	14900	268,52	13050	322,88
20000	45,6	11,92	0,85	4,0	19450	353,81	17050	422,77
30000	47,4	17,9	0,98	4,0	29429	597,70	28600	684,10
40000	53,4	17,9	—	—	38630	778,80	—	—
50000	60,7	17,9	—	—	47830	959,90	46460	1075,30

6.3. Насосная станция внутренней перекачки

На типовых головных сооружениях, как правило, строятся две насосные станции. Насосная станция внутренней перекачки и насосная внешней перекачки нефти. Первая насосная станция задействована в технологическом процессе подготовки нефти, перекачивает нефте-водяную смесь через блоки нагрева, теплообменники, отстойники, концевые сепараторы до технологических и товарных резервуаров. Ранее такие насосные строились в капитальных производственных помещениях. В настоящее время насосные станции внутренней перекачки сооружаются или на открытых площадках, или в отдельных блоках при блочном исполнении. Технология строительства и монтажа насосных агрегатов точно такая, как при строительстве и монтаже перекачивающих агрегатов на дожимной насосной станции (гл. 5.3).

6.4. Насосная станция внешней перекачки

Насосная станция внешней перекачки наиболее ответственный и сложный объект на головных сооружениях. Насосные агрегаты станции закачивают товарную нефть в магистральный нефтепровод, конечной точкой которого является или нефтеперерабатывающий завод, морской или речной терминал, железнодорожная эстакада налива. Магистральные нефтепроводы сооружаются для перекачки больших объемов нефти на десятки и тысячи километров, поэтому в голове трубы необходимо создавать высокое давление. Очень редко такие насосные станции принадлежат подразделениям ООО «Главтранснефть», чаще всего добывающим нефть предприятиям. Насосные внешней перекачки сооружаются в двух вариантах, в первом - строится капитальное здание с кран-балкой, внутри здания монтируются насосные агрегаты и все необходимое оборудование. Во втором варианте насосные агрегаты монтируются на открытой площадке. В обоих вариантах все электрическое оборудование и двигатели должны быть выполнены во взрывозащищенном исполнении. В насосных станциях, расположенных в

помещениях, обязательно устанавливаются датчики газовой сигнализации. На рис. 6.6 представлена насосная внешней перекачки.



Рис. 6.6. Насосная внешней перекачки нефти с электроприводом

6.5. Узел учета товарной нефти

Как и насосная внешней перекачки, очень важным объектом на головных сооружениях является узел учета товарной нефти (рис 6.7). Коммерческий узел учета нефти представляет собой набор сложного оборудования состоящий из счетчиков, расположенных на открытой площадке и блок вагона, в котором расположен пробоотборник, приборы показывающие наличие или отсутствие воды в реализуемой нефти, хлористых солей, механических примесей. При превышении гостовских показаний на сдачу товарной нефти с помощью задвижек с электроприводом нефть автоматически возвращается на повторную подготовку.



Рис . 6.7. Два варианта узлов учета товарной нефти

Узел учета обслуживают два метролога, один от сдающей стороны (добывающее нефть предприятие), второй от принимающей стороны, выполняющей посредническую транспортную функцию между покупателем и продавцом нефти. На узле учета устанавливается передвижная или стационарная трубо-поршневая установка (ТПУ) для поверки турбинных

счетчиков. По утвержденному графику или по требованию одной из сторон трубо-поршневую установку последовательно подключают к одному из турбинных счетчиков и сравнивают показания. В случае отклонения показаний производят торировку турбинного счетчика.

6.6. Объекты пожарной безопасности

Головные сооружения, куда собирается нефть, газ, пластовая вода с одного или с нескольких месторождений нефти и газа, занимают достаточно большую территорию (рис. 6.1). Территория огораживается, строится по периметру дорога с твердым покрытием, параллельно с дорогой прокладывается пожарный водовод с подключением к каждому резервуару, печам нагрева, насосным станциям, другим объектам. На водоводе, согласно проекту, устанавливаются пожарные гидранты. В зависимости от объема резервуарного парка, количества перекачиваемой нефти, газа монтируется пожарный резервуар на определенный объем воды, заглубляется или утепляется емкость для пенообразователя, строится заглубленная пожарная насосная или располагается в отапливаемом помещении (рис. 6.8).



Рис. 6.8. Пожарное депо с резервуарами

Глава 7. Строительство трубопроводов различного назначения

7.1. Схемы прокладки трубопроводов

При строительстве нефтегазопромысловых объектов основную долю занимают объемы по прокладке нефтепроводов, газопроводов и водоводов. Каждые из трубопроводов могут сооружаться в подземном, полуподземном, наземном и надземном положении (рис. 7.1). Траншеи для трубопроводов могут выполняться прямоугольной, трапецеидальной и смешанной формы, (рис. 7.2). На болотистых участках и подводных переходах трубопроводы укладываются с балластировкой седловидными пригрузами или с использованием винтовых анкеров для закрепления против всплытия, тот же рисунок. В полуподземном и наземном положении трубопроводы укладываются в случае не пахотных земель или на лесных участках. Надземный вариант чаще всего применяется на крайнем Севере, на Аляске, где трубы укладываются на эстакады и изолируются.

7.2. Подводные переходы, переходы через автомобильные и железные дороги

К подводным переходам относятся участки трубопроводов, пересекающие естественные и искусственные водоемы (реки, озера, водохранилища) по их дну. Схема подводного перехода включает основную и резервную нитку (дюкер). При ширине водной преграды в межень (в среднем) менее 75 метров резервную нитку допускается не сооружать (рис. 7.3). При глубине реки до 20 метров трубопроводы укладывают в заранее разработанную траншею. На глубине реки более 20 метров трубопроводы укладываются по дну реки со специальной изоляцией.

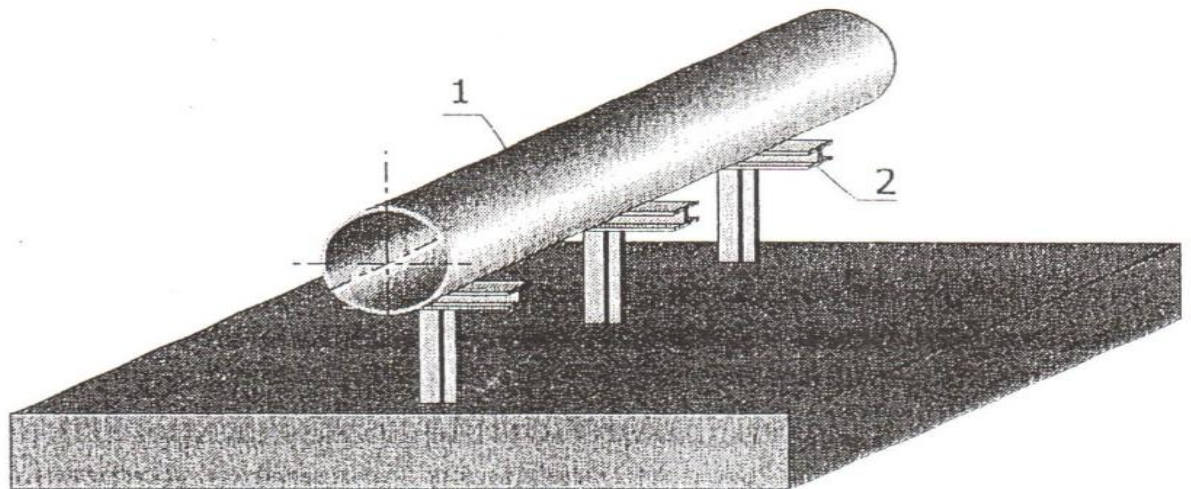
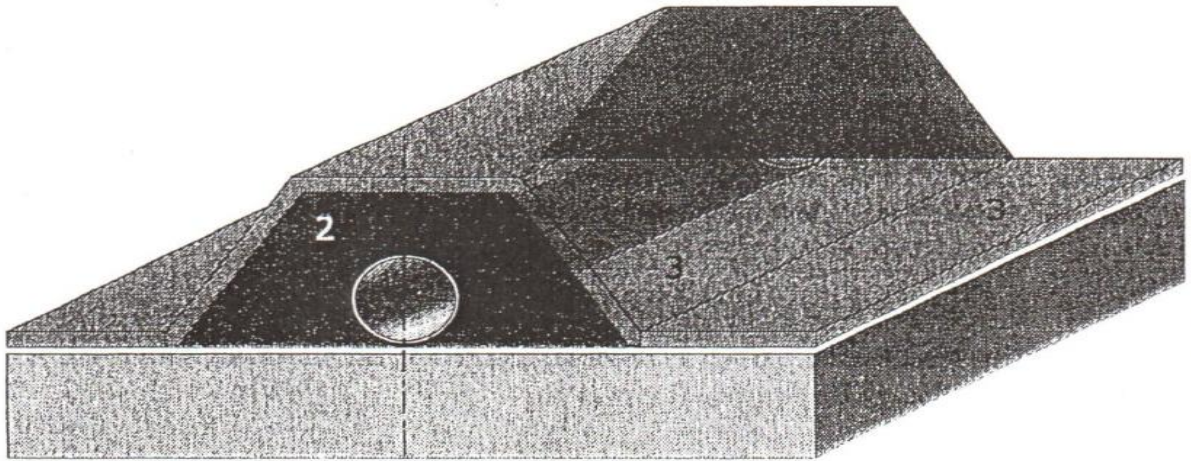
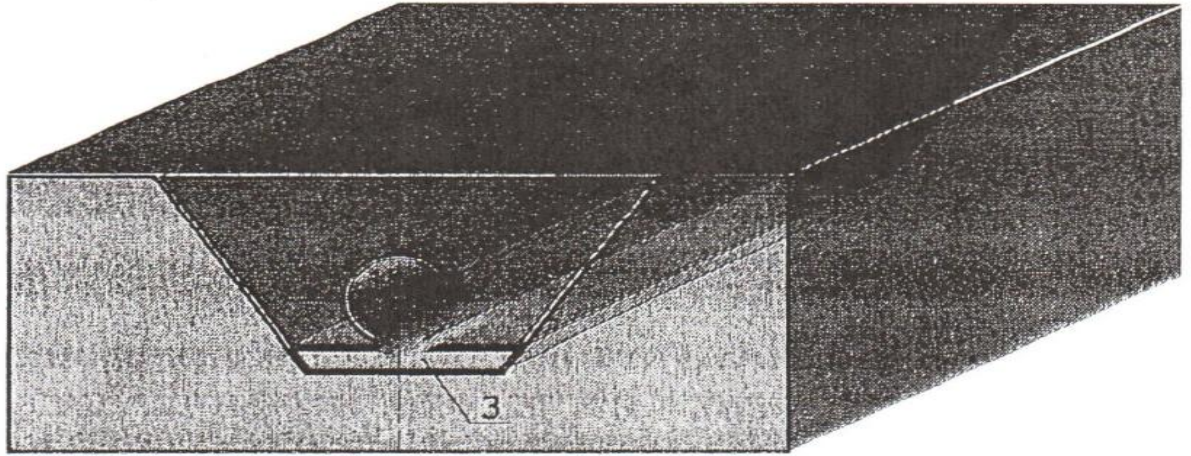


Рис. 7.1. Основные способы прокладки трубопроводов:
1-подземная, 2-наземная в насыпи, 3-надземная

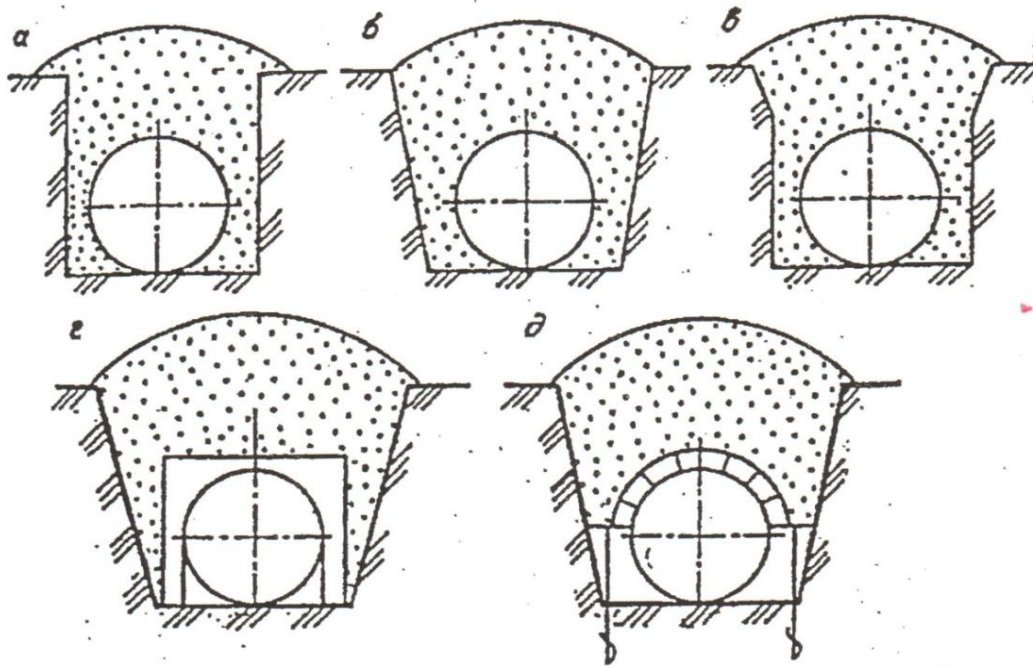


Рис. 7.2. Подземные схемы прокладки трубопровода:

- а - прямоугольная форма траншеи;
- б - трапецидальная форма траншеи;
- в - смешанная форма траншеи;
- г - укладка с балансировкой седловидными пригрузами;
- д - укладка с использованием винтовых анкеров для закрепления против всплытия.

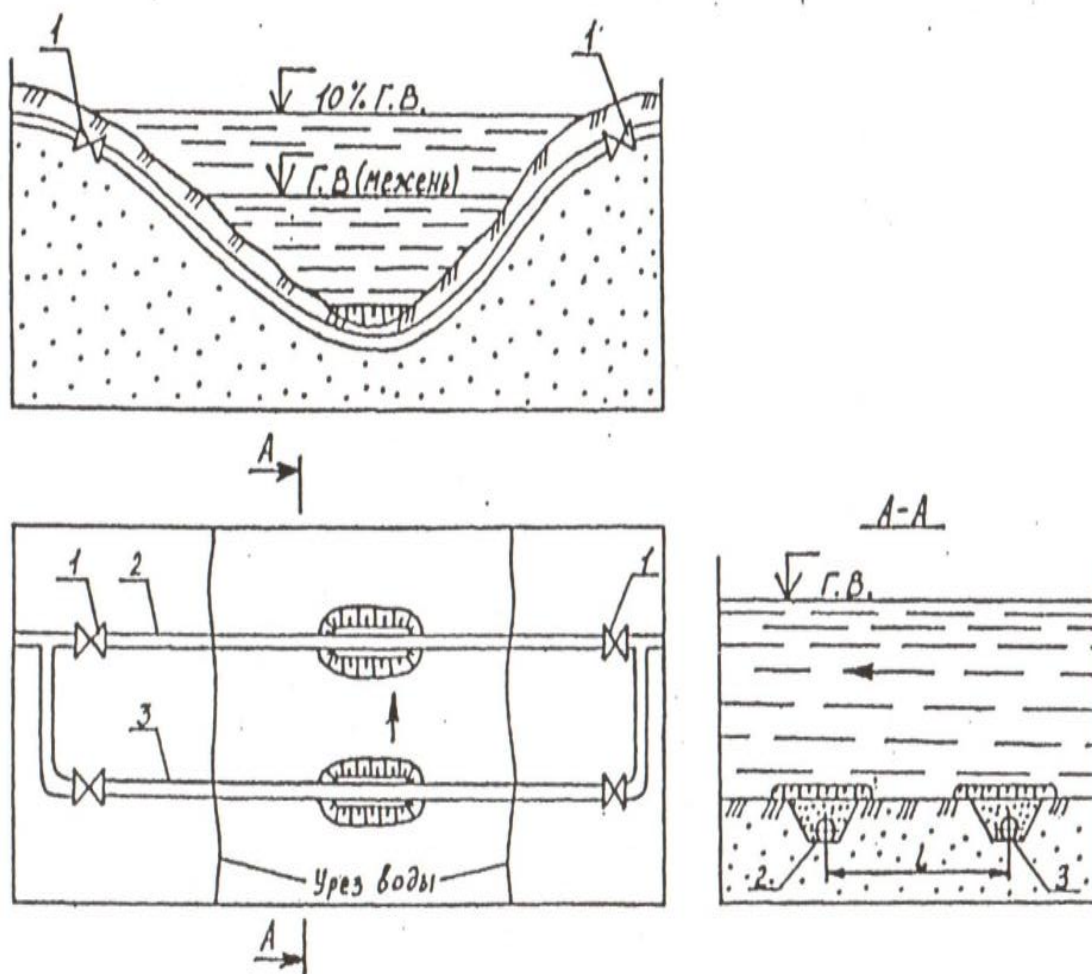


Рис.7.3. Схема подводного перехода

- 1-отключающие устройства; 2-основная нитка трубопровода;
3-резервная нитка трубопровода.

Выбор трассы является очень ответственным элементом в процессе строительства любого трубопровода. Проектно-изыскательские организации стараются выбирать для трассы трубопровода наиболее короткий путь, однако на пути могут встречаться искусственные и естественные препятствия. Обходы таких препятствий должны выполняться с помощью специально заказанных на заводах изогнутых труб (дугах), чтобы труба в изогнутой траншее лежала не в напряженном состоянии. В настоящее время значительные объемы укладываемых в траншеи нефтепроводов и

газопроводов выполняются из стеклопластиковых и полиэтиленовых армированных синтетическими нитями труб. Размотка труб, их стыковка с помощью стальной вставки и укладка в траншею показана на рис. 7.4.

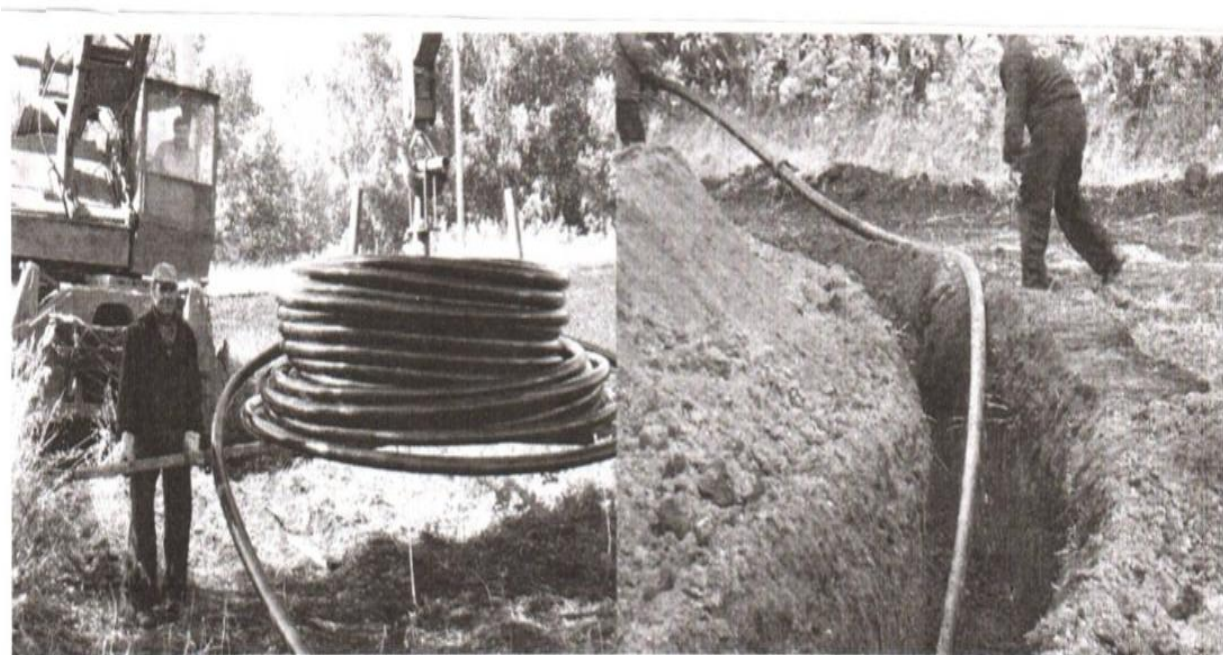


Рис. 7.4. Прокладка стеклопластиковых труб



Рис. 7.5. Соединение стеклопластиковых труб хомутами

Глава 8. Основные виды работ при строительстве нефтегазопромысловых объектов

8.1. Земляные работы.

Как правило, землепользователи стараются передать нефтедобывающим предприятиям для строительства объектов непригодные земли для выращивания сельскохозяйственных культур, т.е. косогоры, овраги, болотистые участки, лесные массивы. Валка леса, разделка древесины, удаление пней, для этих работ приглашают специализированные организации. При подготовительных работах, прокладке различного назначения трубопроводов, укладке фундаментов выполняются значительные объемы земляных работ. Подготовка площадок на кустах скважин для монтажа буровых станков выполняется бульдозерной техникой. Ковшовым экскаватором копаются котлованы для укладки фундаментов под станки – качалки, при свайном варианте сваебоем забиваются сваи. От каждой скважины до АГЗУ прокладываются выкидные нефтепроводы, для которых копаются общая траншея. Для уменьшения земляных работ выкидные трубопроводы укладываются по несколько труб в одну траншею с разрывом по 0,2 метра, на болотистых участках трубы пригружаются (рис. 8.1). На кусте скважин заглубляется канализационная емкость, к которой от каждой скважины прокладывается металлическая или полиэтиленовая труба. В последнее время кабельная продукция от трансформаторов до скважин так же укладывается в траншеи. К земляным работам относятся работы по формированию обвалования куста. Большой объем земляных работ выполняют ковшовые и роторные экскаваторы при прокладке нефтепроводов, газопроводов и водоводов. При сооружении объектов на головных сооружениях земляные работы занимают значительную долю. Подготовка фундаментов для резервуаров, сепараторов, отстойников требует большого объема земляных работ.



Рис. 8.1. Укладка нефтепроводов в одну траншею



Рис. 8.2. Пригружение нефтепровода

Рис. 8.1. Укладка нефтепроводов в одну траншею

При варианте монолитного фундамента для насосных агрегатов копаются котлованы, строится деревянная опалубка по размеру будущего фундамента и внутренняя часть опалубки заливается цементным раствором. Более рационально с меньшими материальными затратами выполняется блочный фундамент. При сооружении противопожарных объектов выполняется большой объем земляных работ. Пожарный резервуар и насосная, как правило, выполняются в подземном варианте. Пожарное кольцо по всему периметру головных сооружений, пожарные гидранты, все это заглубляется ниже зоны промерзания грунта.

8.2. Сварочные работы.

Так как в технологических процессах нефтегазодобывающей отрасли в основном используются металлические изделия, то при строительстве объектов большую долю в объемах работ занимают сварочные работы. В общем виде сварка это – процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого. Для производства сварки используются различные источники энергии: электрическая дуга, газовое пламя, лазерное излучение, электронный луч, трение, ультразвук. На сегодня разработано достаточно много способов соединения металлических изделий с помощью сваривания. Электродуговая и газопламенная сварка, контактная и ультразвуковая и сварка взрывом, холодная сварка и т.д. Для удобства транспортировки заводы поставляют для магистральных трубопроводов трубы длиной 12, 18 и 24 метра. Короткие трубы свариваются автоматической или полуавтоматической поворотной сваркой на полевых стендах, затем плети трубопроводами развозятся по трассе вдоль выкопанной траншеи (рис. 8.2). Трубы большого диаметра свариваются электродуговой

сваркой или контактной сваркой с непрерывным оплавлением трубы. В полевых условиях нередко применяется метод ручной сварки. Автоматическая или полуавтоматическая сварка выполняется в среде защитного газа или под флюсом.



Рис. 8.2. Транспортировка труб большого диаметра

При монтаже оборудования в насосных, компрессорных станциях, установке сепараторов, отстойников, строительстве резервуаров выполняется большой объем сварочных работ.

8.3. Изоляционные работы.

У нефтяников и газовиков основной объем строительных работ занимает прокладка трубопроводов. Для надежной эксплуатации трубопроводов, кроме качественной сварки труб, большое значение имеет их изоляция и укладка в траншею. Наружная часть труб очищается и покрывается липкой пленкой на стационарных стендах специальными изоляционными машинами, а сварочные стыки покрываются той же пленкой в полевых условиях. Есть специальные изоляционные машины для труб большого диаметра, которые монтируются на трубопроводе и самостоятельно передвигаются по нему, одновременно чистят трубу и изолируют липкой

лентой (рис. 8.3). Некоторые трубные заводы поставляют эмалированные трубы с эмалированием внутренней и наружной поверхности. Существует достаточно много способов покрытия внутренней части трубопроводов. Кроме эмалирования применяют различные технологии внутреннего покрытия трубопроводов полиэтиленовой пленкой, газотермическим напылением и т.д.

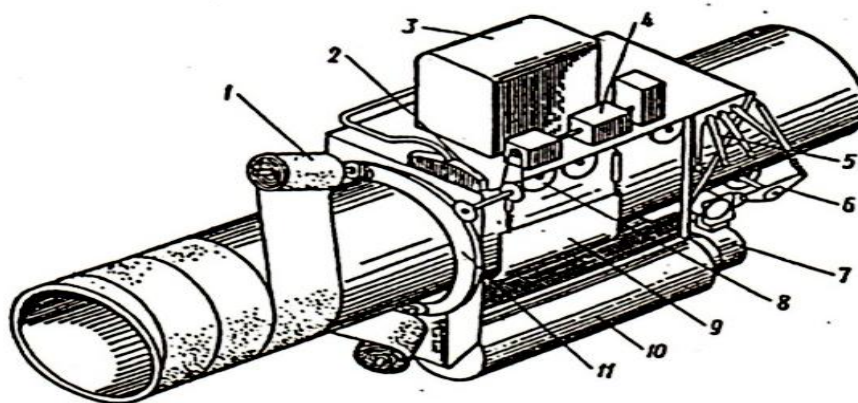
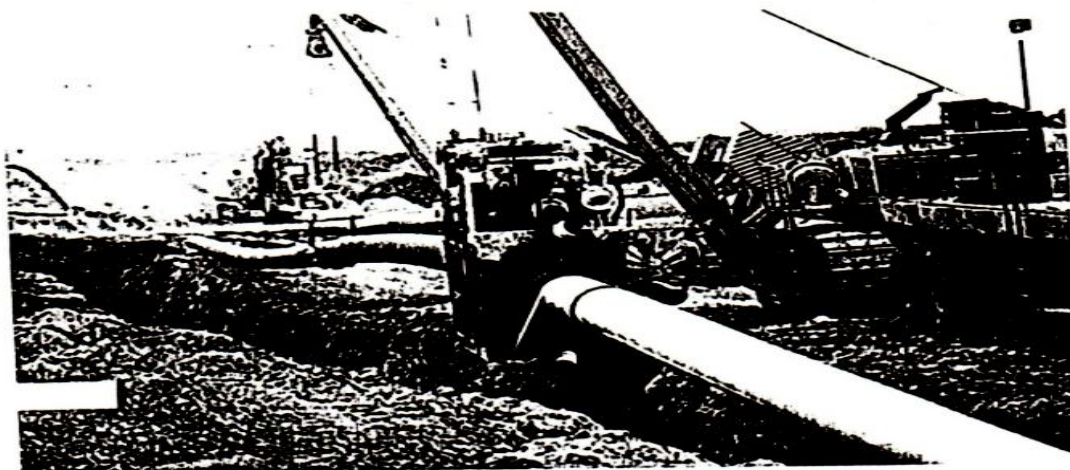


Рис. 8.3. Самоходная изоляционная машина

1 - шпуля; 2 - насадок; 3 - двигатель; 4 - силовая передача; 5 - рычаги управления; 6 - прижимное устройство; 7 - насос; 8 - ходовое колесо; 9 - обечайка; 10 - ванна; 11 - обмоточный механизм.

На нефтяных и газовых месторождениях, которые эксплуатируются и вновь открываются, особенно в центральной части России, при их обустройстве и укладке в траншеи трубопроводов приходится часто

пересекать автомобильные и железные дороги. Железнодорожники и организации, обслуживающие автомобильные дороги, не дают согласования на раскопку насыпи и остановку транспорта. Упомянутые организации согласовывают, как правило, прокладку трубопроводов с помощью продавливания внутри насыпи металлического патрона (кожуха). Наиболее безопасным и простым способом пропуска трубопроводов под железные и автомобильные дороги является способ горизонтального бурения специальной установкой (рис. 8.4). Для труб небольшого диаметра от 100 до 300 мм продавливают через насыпь патрон по следующей технологии.

В один конец трубы вставляют заостренную заглушку. Вручную готовят направляющий канал и бульдозером со специальным приспособлением продавливают 5-8 метровый отрезок патрона. Далее с помощью сварки наращивают патрон и снова давят его бульдозером до выхода патрона на противоположной стороне насыпи.

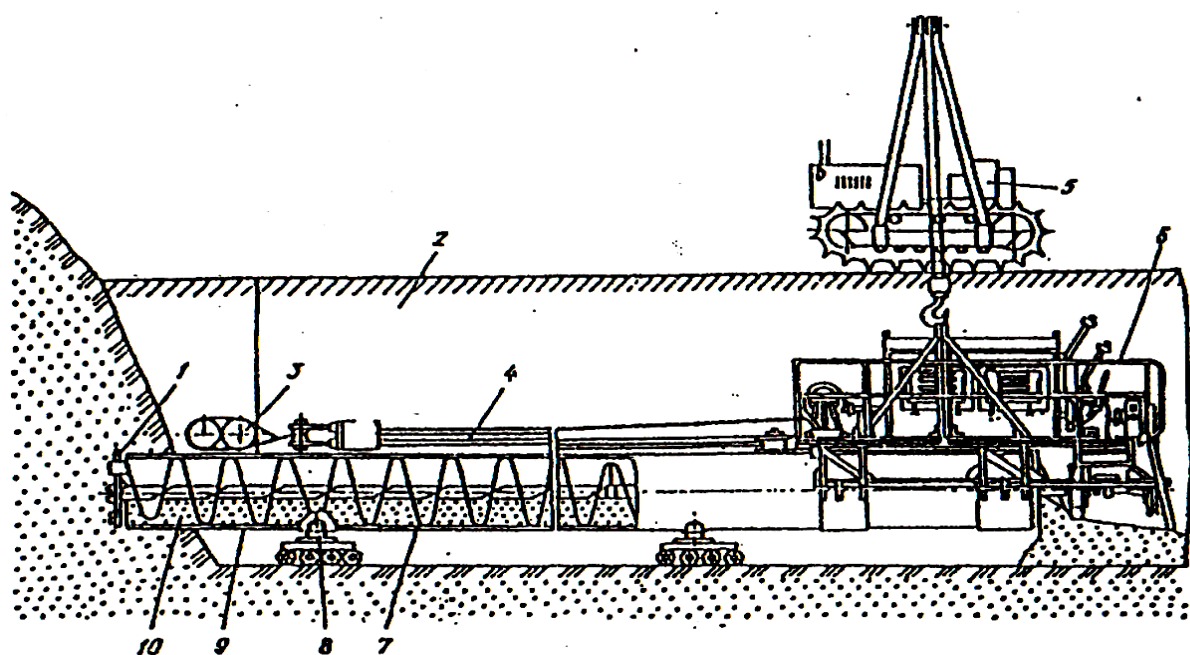


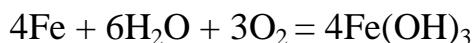
Рис. 8.4 Схема горизонтального бурения

1 - буровой инструмент, 2 - рабочий котлован, 3 - опора, 4-тросы, 5 - трубоукладчик, 6 - силовая установка, 7 - шнековый транспортер, 8 - ролики, 9 - прокладываемый кожух, 10 - разрабатываемый грунт.

Глава 9. Защита нефтегазопромыслового оборудования и трубопроводов от коррозии

9.1. Общие понятия о коррозии

Коррозия – разрушение металлов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с коррозионной средой. Для процесса коррозии следует применять термин «коррозионный процесс», а для результата процесса – «коррозионное разрушение». Образование гальванических пар с пользой применяют для создания батарей и аккумуляторов. С другой стороны, образование такой пары приводит к неблагоприятному процессу, жертвой которого становится ряд металлов, - коррозии. В повседневной жизни для сплавов железа (сталей) используют термин «ржавление». Например, кислородная коррозия протекает по следующей химической формуле:



Гидратированный оксид железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и является тем, что называют ржавчиной. Трубопроводы и все нефтепромысловое оборудование в основном изготавливается из металла, который подвержен различным видам коррозии. Существует достаточно много видов коррозионных процессов: коррозия в электролитах, коррозия металла в жидких средах, проводящих электрический ток (вода, растворы кислот, щелочей, солей):

- почвенная коррозия – коррозия подземных металлических сооружений под воздействием почвенного электролита;
- электрокоррозия – коррозия подземных металлических сооружений под действием блуждающих токов;
- атмосферная коррозия – коррозия металлов в атмосфере воздуха или другого газа, содержащего пары воды;
- биокоррозия – коррозия, вызванная жизнедеятельностью микроорганизмов, вырабатывающих вещества, ускоряющие коррозионные процессы;

- контактная коррозия – коррозия металлов в присутствии воды, вызванная непосредственным контактом двух металлов.

Процесс коррозии начинается с поверхности металлического сооружения и распространяется вглубь него. Различают сплошную и местную коррозию. Местная коррозия – это окисление металла на отдельных участках металлической поверхности. Она может быть следующих видов:

- пятнами (глубина повреждения много меньше его диаметра);
- язвенная (глубина повреждения примерно равна его диаметру);
- точечная (глубина повреждения много больше его диаметра);
- поверхностная (коррозионный процесс идет под слоем неповрежденного металла);
- структурно-избирательная (разрушается какой-то один компонент сплава);
- межкристаллическая (коррозионное разрушение имеет место на границе между кристаллами);
- коррозионное растрескивание (коррозионно-механическое воздействие приводит к образованию трещин в металле).

Предельные и неопредельные углеводороды совершенно инертны к металлам, не углеводородные компоненты вступают с металлом в химическую реакцию. Особенно опасны сернистые соединения (элементарная сера, сероводород, меркоптаны). Все внутрипромысловые нефтепроводы, газопроводы и водоводы, по которым перекачивается пластовая вода, подвержены интенсивной коррозии. Несмотря на то, что в процессе подготовки на промыслах осуществляется ее обезвоживание и обессоливание, определенное количество минерализованной воды попадает и в магистральные трубопроводы, что приводит к их внутренней коррозии. Большую опасность в коррозионном отношении представляют органические кислоты и сульфатовосстанавливающие бактерии. Уменьшение коррозионных процессов как внутри, так и снаружи трубопроводов является важнейшей задачей строительных и эксплуатационных организаций. Защиту трубопроводов, других металлических конструкций, занятых в процессе

добычи нефти и газа осуществляют двумя способами. Активная и пассивная защита.

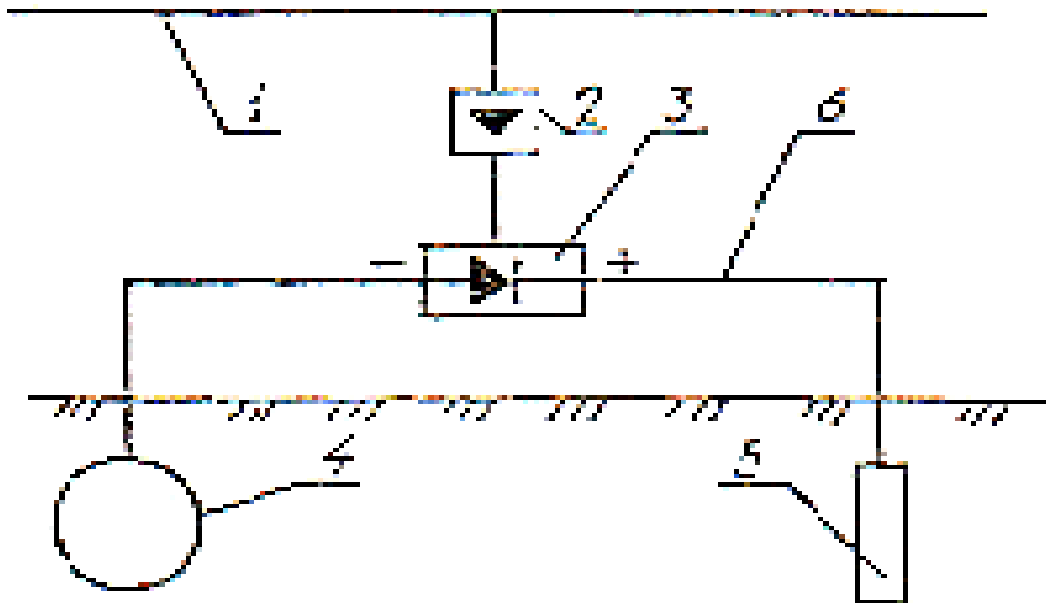
9.2. Пассивная защита.

К пассивной защите металлических конструкций относятся различные покрытия их красками, лаками, эмалями, грунтовкой, битумом, пленкой и т.д. Внутренняя часть трубопроводов покрывается эмалью, эпоксидными смолами, полиэтиленовой пленкой, различными компонентами с помощью напыления.

9.3. Активная защита.

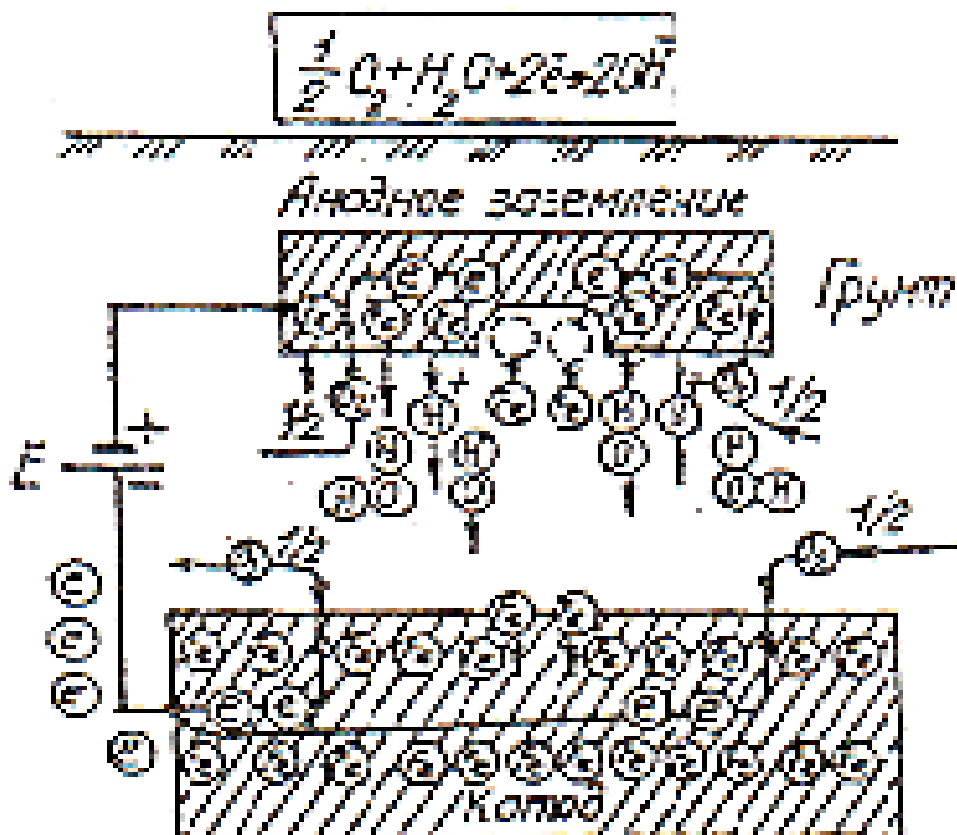
Практика показывает, что даже тщательно выполненные изоляционные покрытия не гарантируют необходимой защиты от коррозии металлических изделий, в первую очередь трубопроводов. Наиболее ответственные нефтепроводы, газопроводы и водоводы в обязательном порядке защищаются от коррозии средствами электрохимической защиты. Вдоль трубопроводов устанавливаются станции катодной защиты. Электрохимическая защита осуществляется катодной поляризацией трубопроводов. Если катодная поляризация производится с помощью внешнего источника постоянного тока, то такая защита называется катодной, если же поляризация осуществляется присоединением к защищаемому металлу металла с более отрицательным потенциалом, то такая защита называется протекторной. Принципиальная схема катодной защиты приведена на рис. 9.1. Металлические конструкции, в первую очередь, трубопроводы, проложенные в подземном варианте, вблизи электрифицированных железных дорог и трамвайных линий разрушаются блуждающими токами. Наиболее простым способом для защиты от коррозии металлических конструкций в данном варианте является электрический дренаж. На практике применяют три схемы электрического дренажа. Прямой

дренаж, когда защищаемое оборудование соединяют с рельсовой сетью электрифицированной железной дороги.



Принципиальная схема катодной защиты:

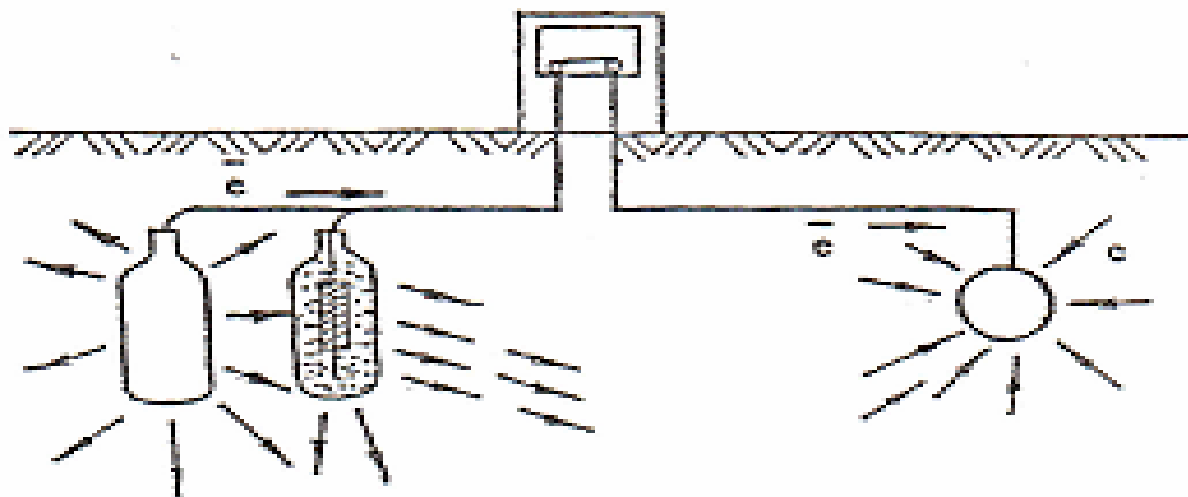
1 - ЛЭП; 2 – трансформаторный пункт; 3- станция катодной защиты; 4 – защищаемый трубопровод; 5 – анодное заземление; 6 – кабель.



Механизм действия катодной защиты

Рис. 9.1. Катодная защита

Поляризованный дренаж, когда в цепь проводника между трубопроводом и рельсом включают выпрямитель (вентильный блок). Усиленный дренаж, когда применение прямого и поляризованного дренажей неэффективно. При усиленном дренаже в схему между трубопроводом и железной дорогой монтируют установку катодной защиты. Анодным заземлителем в данном варианте являются рельсы электрифицированной железной дороги, в качестве катода выступает защищаемая труба или другое металлическое устройство. На рис. 9.2 показаны принципиальная схема протекторной защиты и схемы электрических дренажей.



Принципиальная схема протекторной защиты

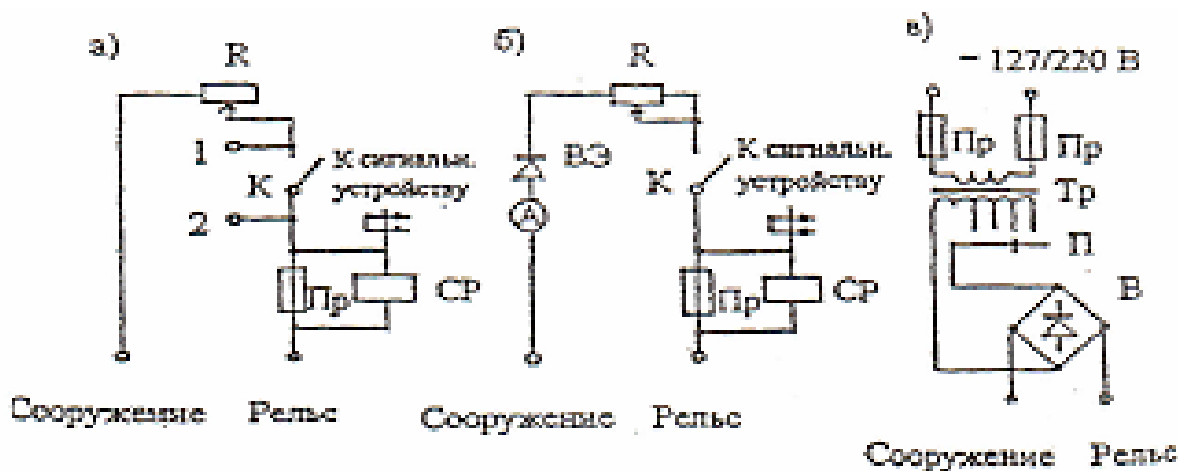


Рис. 9.2. Принципиальная схема электрических дренажей:
а – прямой; б – поляризованный; в – усиленный.

Глава 10. Особенности строительства объектов в условиях Крайнего Севера

Запасы нефти и газа в благоприятных климатических условиях истощаются, новые месторождения открываются в основном на шельфах арктических морей и в зоне вечномерзлых грунтов.

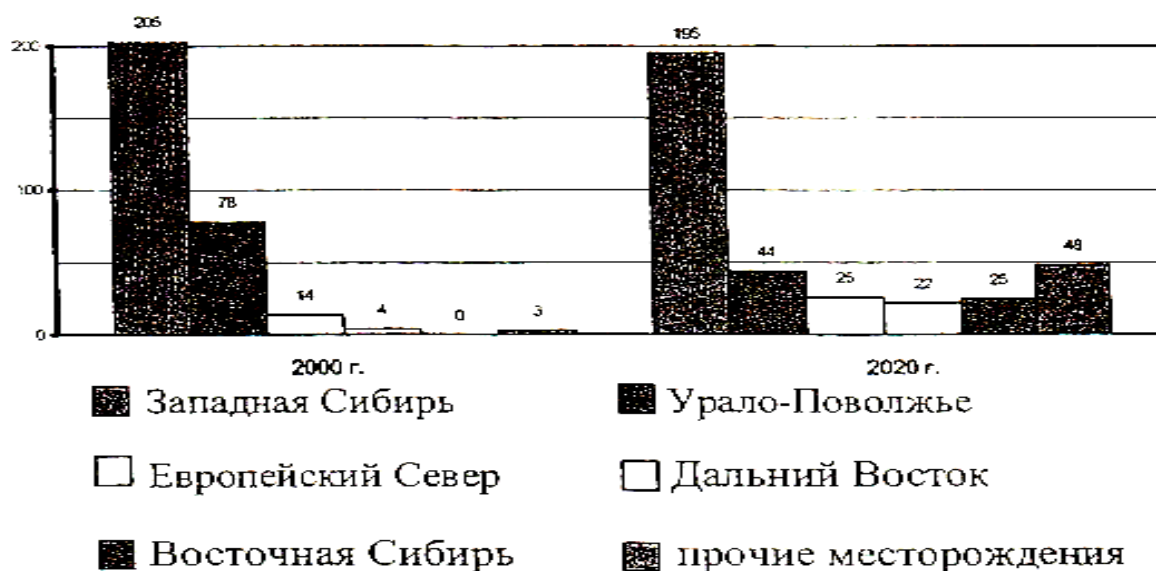


Рис. 10.1. Планируемая структура добычи нефти (млн.т) по регионам России в соответствии с энергетической стратегией

Из приведенной диаграммы [12] (рис. 10.1) следует, что в ближайшие годы основная добыча нефти будет производиться в Западной Сибири. По этой причине студенты, готовящиеся разрабатывать нефтяные и газовые месторождения в северных районах должны знать методы проектирования и строительства в условиях вечной мерзлоты. В Тюменском нефтегазовом комплексе более одного миллиона квадратных километров территории сложено вечномерзлыми грунтами. Группа авторов Тюменского государственного нефтегазового университета дает определение мерзлым породам [12]. «Под собственно мерзлыми породами понимаются естественно исторические геологические образования, характеризующиеся отрицательной температурой и содержащие незамерзшую (пленочно-связанную) воду и лед, цементирующий минеральные частицы или

заполняющие пустоты, поры и трещины в породе. К ним могут быть отнесены дисперсные породы (обломочные, песчаные, глинистые, торфяные) и трещиноватые или выветренные магматические, метаморфические и сцементированные осадочные породы».

К районам вечномёрзлых грунтов относятся Якутия, Магаданская область, большая часть Читинской и Иркутской областей, Красноярского и Хабаровского краев, частично Тюменская и Свердловская области и Бурятия. Выделяют арктическую, субарктическую, умеренно холодную и южную зоны распространения вечномёрзлых грунтов [8]. Арктическая зона имеет среднюю глубину вечномёрзлого грунта 600 м, температуру на глубине 10 м минус 9–10 °С и среднюю глубину сезонного оттаивания 0,7 м. Субарктическая зона имеет глубину вечномёрзлого грунта в среднем 350 м, температуру минус 3–5 °С и глубину летнего оттаивания в среднем 1 м. Вечномёрзлые грунты умеренно-холодной зоны оттаивают летом в среднем на 1,5 м и имеют глубину вечномёрзлого грунта в среднем 250 м при температуре минус 1–3 °С. Южная зона имеет глубину вечномёрзлого грунта до 10 м при температуре от 0 до - 1°С. Строительно–климатические зоны даны в СНиП 11- 1- 82. Имеются таблицы зависимости разрыву, сжатию и сдвигу различных мерзлых грунтов от температуры [8]. Прочность мерзлого грунта возрастает с увеличением в нем количества частиц песка, это объясняется образованием в мерзлом песке жесткого каркаса, прочно армированного льдоцементными связями.

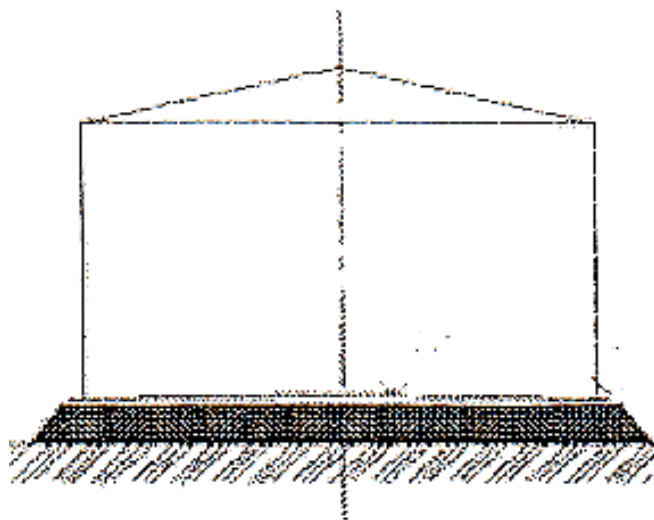
Существует три системы группировки грунтов по трудности разработки: Первая система используется для нормирования параметров землеройных машин в процессе их конструирования и эксплуатации по числу ударов плотномера.

По второй системе талые грунты разделены на шесть групп, а мерзлые на четыре группы для определения норм времени и расценок при выполнении земляных работ.

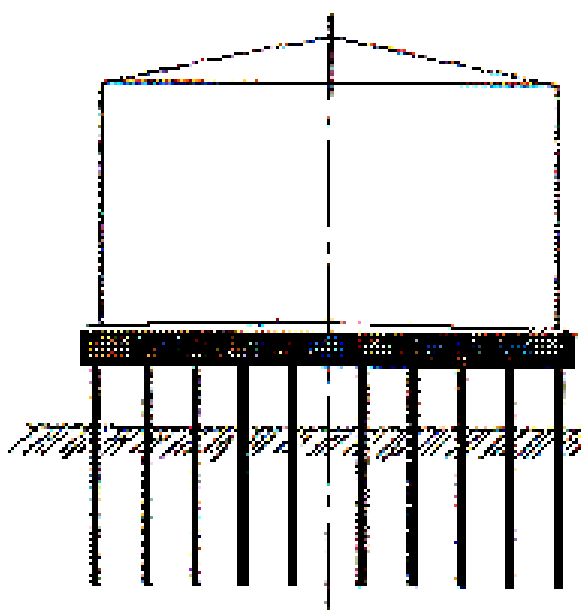
Третья система разделения грунтов основана на скорости прохождения упругих волн через грунт, измеряемый сейсмографом. В зависимости от степени заполнения пор различают лед-цемент четырех типов: контактный лед расположен только в местах контакта частиц скелета; пленочный лед облегаёт поверхность частиц сплошь, не заполняя значительной части пор; поровый лед заполняет поры целиком; базальтовый лед образует основную массу породы, в которой погружены разобщенные части скелета. Лабораторные испытания показывают, что разрушение грунта при механической его разработке происходит по граням частиц, слагающих грунт, т.к. прочность этих частиц много выше, чем прочность льда-цемента, поэтому важное значение приобретает размер частиц и плотность их укладки в породе. Чем меньше пористость грунта, тем выше его прочность. Прочность мерзлого грунта резко снижается при повышении температуры, исследованиями установлено, что при повышении температуры мерзлого грунта на 3-4°С приводит к снижению его прочности в 2-3 раза (данные ДОРНИИ).

В настоящее время вместо блочных, ленточных фундаментов в центральной полосе России, а особенно в Западной Сибири, нашли применение свайные фундаменты. Сваи в вечномерзлый грунт погружают в основном тремя способами: буроопускным, опускным, бурозабивным. Наиболее применим буроопускной способ. Сваи, которые работают под действием сопротивления грунта сдвигу боковой поверхности (сопротивление грунта сжатию под торцом незначительно и составляет 5-15 %), называют висячими, а сваи, которые работают под действием сопротивления сжатию грунта, находящегося под торцом сваи, называют сваями – стойками. Наиболее ответственным сооружением в процессе добычи нефти является резервуар для хранения неподготовленной и товарной нефти или используемый в технологической цепочке ее подготовки. В вечномерзлых грунтах резервуары монтируются на свайном

фундаменте с теплоизолирующей подушкой, или на насыпном фундаменте с теплоизолирующим слоем (рис. 10.1).



Теплоизолирующая подушка на свайном фундаменте



Теплоизолирующая подушка на свайном фундаменте

Рис. 10.2. Резервуары с теплоизоляционной подушкой

Толщина изолирующего слоя рассчитывается в зависимости от его теплопроводности и температуры продукта в резервуаре. Принцип использования вечномёрзлых грунтов в качестве основания трубопровода должен приниматься в зависимости от способа прокладки трубопровода,

режима его эксплуатации, инженерно геокриологических условий и возможности изменения свойств грунта.

Участки трубопроводов в зависимости от отдачи тепла в грунт классифицируются на горячие, теплые и холодные. Горячие участки - температура которых в течение всего года выше 0°C. Теплые участки, на которых температура может быть выше и ниже 0°C, но среднегодовая - ниже нуля. Холодные участки, температура труб на которых ниже 0°C в любое время года. В условиях мерзлых грунтов, как и вне зон вечной мерзлоты, применяются три вида прокладки трубопроводов: подземная, наземная и надземная. Категории трубопроводов, прокладываемых в вечномерзлых грунтах (ВМГ), принимают в зависимости от категории просадочности ВМГ при оттаивании (табл. 10.1).

Таблица 10.1

Категории просадочности трубопроводов

Категории просадочности ВМГ	Категории участков			
	нефтепроводов		водоводов	
	подземный	наземный	подземный	наземный
I	III	III	III	III
II	II	III	II	III
III	II	III	II	III
IV	I	II	II	II
V	—	II	—	II

Способы прокладки трубопроводов и их расчеты в вечномерзлых грунтах хорошо освещены в работах Э.Д. Ершова «Инженерная геокриология», «Механика грунтов в трубопроводном строительстве» [8], «Механика мерзлых грунтов и принципы строительства нефтегазовых объектов в условиях Севера» [12].

В зависимости от вида грунтов существует несколько категорий трудности их разработки (табл. 10.2).

Таблица 10.2

Шкала трудности разработки грунтов землеройными машинами по числу ударов динамического плотномера конструкции ДОРНИИ

Состояние грунта		Талое, сезонно-талое, сезонно-мерзлое оттаявшее		Вечномерзлое, сезонно-мерзлое, сезонно-талое замёрзшее		
		Песчаный	Глинистый	Сыпуче мерзлый, песчаный	Пластично-мерзлый глинистый	Твердо мерзлый глинистый
Категория трудности разработки грунта	1	менее 4	—	—	—	—
	11	—	5 - 8	—	—	—
	111	—	9 - 15	—	—	—
	1V	—	16 - 34	—	—	—
	V	—	—	35 - 70	35 - 70	—
	V1	—	—	—	70 - 140	70 - 140
	V11	—	—	—	—	141 - 280
	V111	—	—	—	—	281 - 420
	1X	—	—	—	—	421 - 560
	X	—	—	—	—	561 - 700

Глава 11. Комплектно-блочный метод строительства нефтегазопромысловых объектов

С увеличением добычи нефти и газа, увеличением количества скважин, наземных объектов развивалось комплектно-блочное строительство на нефтяных и газовых месторождениях. Открытие нефтяных и газовых месторождений вдали от промышленных районов, на шельфе и на акваториях морей способствовали развитию блочного строительства в нефтегазодобывающей отрасли. Изготовление нефтегазопромыслового оборудования в блочном варианте позволяет выполнять основной объем работ в заводских условиях. Это дает возможность более качественно и с меньшими издержками собирать крупные блоки из отдельных узлов. Например, фонтанная арматура, собирается вместе с манифольдом. Устанавливаются необходимые задвижки, штуцерная камера, камера пуска резинового разделителя, который запускают в трубопровод для очистки нефтепровода от скважины до замерной установки. При строительстве дожимной насосной станции в блочном варианте на изготовленные заранее фундаменты устанавливают сепараторы с полной начинкой внутри, с датчиками уровня, с предохранительными клапанами, с задвижками на приемных и выкидных линиях. Насосный блок так же устанавливается на подготовленный фундамент в собранном варианте. Насос с электродвигателем монтируется на общей раме, центрируется, закрепляются приемный и выкидной патрубки с задвижками. В полевых условиях необходимо выполнить всего два сварочных стыка, приемного и выкидного и насосный агрегат можно запускать в работу. Блочные кустовые насосные станции для закачки воды в нефтяные пласты изготавливаются полностью в заводских условиях. На строительную площадку завозятся отдельные блоки (рис. 11.1) и горизонтальные емкости с полной начинкой (рис. 11.2), которые сразу устанавливаются на подготовленный фундамент. Водозаборные

сооружения, выполненные в одном крупном блоке, транспортируются водным транспортом по назначению.



Рис. 11.1. Доставка насосного блока на строительную площадку



Рис. 11.2. Разгрузка горизонтальной емкости

В последнее время в блочном варианте монтируются в рабочих поселках нефтяников и газовиков блочные жилые дома с полной начинкой в заводских условиях, общежития, школы, детские сады, поликлиники и т.д., показанные в главе 1 на рис. 1.2.

Глава 12. Диагностика и испытание трубопроводов

12.1 Общие понятия о технической диагностике

Ранее уже отмечалось, что основную долю строящихся объектов на нефтяных и газовых месторождениях занимают трубопроводы. Нефтегазодобывающие предприятия на стадии строительства должны четко контролировать строительные подрядные организации за соблюдением требуемых норм и правил при сварочных, изоляционных работах, транспортировке, укладке в траншею трубопроводов. Особый контроль необходимо осуществлять при прокладке трубопроводов через водные преграды, железные и автомобильные дороги, болотистые участки и зоны вечной мерзлоты. В следующей главе более подробно будут освещены вопросы ввода в эксплуатацию нефтегазопромысловых объектов, в том числе и трубопроводов различного назначения. Надежную, безаварийную работу нефтепроводов, газопроводов и водоводов можно достичь своевременной диагностикой. Своевременному обнаружению дефектов, выявлению места и причины их возникновения и, наконец, восстановлению нарушенного данными дефектами соответствия трубопровода техническим требованиям служит техническое диагностирование, которое представляет собой процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью. Дефекты трубопроводной системы могут быть вызваны не только условиями эксплуатации, но и ошибками проектирования, представляющими собой особый класс дефектов, которые также подлежат устранению с помощью методов и средств технической диагностики. Диагностический процесс – это процесс логического мышления, процесс обработки исходной информации для получения вывода о состоянии исследуемой системы трубопровода. Служба контроля за параметрами процессов перекачки продуктов по трубопроводам для обнаружения дефектов и прогнозирования состояния участков трубопровода базируется на методе параметрической диагностики. Основу метода составляет расчет гидравлических характеристик трубопровода по приведенным значениям

измеряемых параметров и последующее сопоставление результатов расчета с первоначальными характеристиками трубопровода, определенными после его сооружения или ремонта. Нарращивать капитальный ремонт магистральных трубопроводов на основе технологии сплошного ремонта невозможно по чисто экономическим соображениям. Поэтому рекомендуется перейти на метод выборочного ремонта на базе внутритрубной диагностики и других современных технологий и технических средств неразрушающего контроля. В связи с важностью этого вопроса в России приняты меры по созданию мощностей для выполнения комплекса диагностических работ. В стране создан Центр технической диагностики в акционерной компании «Транснефть». Центр оснащен необходимыми диагностическими приборами (профилемеры, ультразвуковые и магнитные дефектоскопы) на различные диаметры труб. Разработана Межгосударственная научно-техническая программа «Высоконадежный трубопроводный транспорт», утвержденная в 1993 г. правительствами России и Украины.

12.2. Методы и средства диагностирования трубопроводов.

В зависимости от типа измеряемых параметров методы диагностики трубопроводов могут быть подразделены на три группы – первичные, вторичные и третичные (табл. 12.1).

Акустические (ультразвуковые) методы контроля включают контроль энергетическими характеристиками колебаний, дающих представление об общем состоянии диагностируемого объекта и постепенном его «старении», и спектрально-акустический анализ, посредством которого определяют изменение амплитуд вибрации в широком диапазоне частот, уточняют место и характер возникшего нарушения. Ультразвуковой контроль основывается на законах распространения и отражения упругих волн частотой 0,5 – 24 МГц. При наличии дефектов в металле поле упругой волны изменяет в окрестностях дефекта свою структуру.

Методы и средства диагностирования трубопроводов

Методы диагностики		Визуальные наблюдения
Первичные методы (цель)	Утечка	Ультразвуковые методы
		Инфракрасные методы
	Засорение	Падение давления
		Проверка фильтров
Вторичные методы (следствие)		Контроль за коррозией
		Использование тензодатчиков
		Прямые или косвенные визуальные наблюдения
		Динамические (вибрационные звуковые) методы
		Термический анализ
		Другие методы
Третичные методы (признаки)		Ультразвуковые методы
		Магнитные методы
		Определение износа
		Акустическая эмиссия
		Другие методы

Акустический (ультразвуковой) метод обладает достаточной разрешающей способностью для определения эксцентриситета, а также нахождения мест отслаиваний. При помощи этого метода можно обнаружить трещины, натеки и дефекты сварки – пористость, прожоги, непровары, несплавления, (рис.12.1.) Перечисленные методы

диагностирования трубопроводов предусматривают пропуск через них внутритрубных аппаратов.

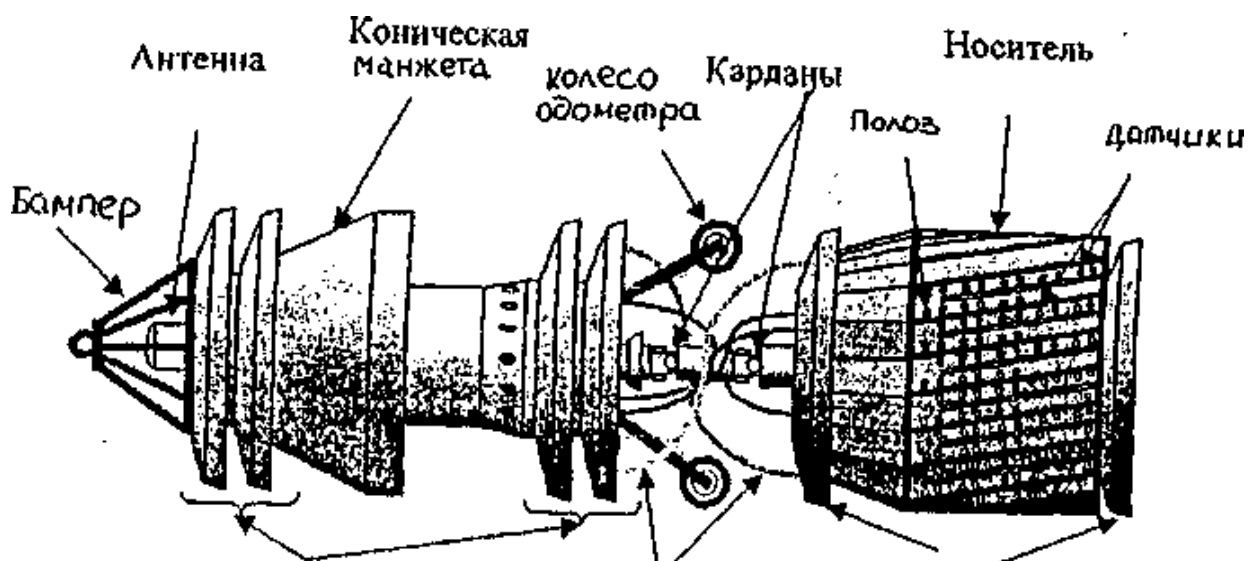


Рис.12.1 Схема дефектоскопа Ультраскана

При данном варианте требуется строительство пусковых и приемных камер. Под руководством профессора Дубова на предприятии ООО «Энергодиагностика» (Москва) разработан метод бесконтактной магнитометрической диагностики, согласно которому основными источниками возникновения повреждений в конструкциях являются зоны концентрации напряжений, в которых коррозионные процессы, развитие усталости и ползучести проходят наиболее интенсивно. При развитии этих процессов изменяется намагниченность металла, отражающая фактическое напряженно-деформированное состояние конструкций. Таким образом, метод магнитной памяти металла – это метод неразрушающего контроля, основанный на регистрации и анализе распределения собственных магнитных полей рассеяния на поверхности изделий с целью определения зон концентрации напряжений, дефектов, неоднородности структуры металла и сварных соединений. Для проведения бесконтактного магнитометрического обследования был изготовлен прибор СКИФ «МБС-04» Прибор очень удобен в эксплуатации, его габаритные размеры 230x600x130 мм, вес 4,9 кг. Один человек может двигаться вдоль трассы

трубопровода и снимать диаграмму (рис. 12.2) обследования намечаемого участка.

ООО «Западно-Уральский центр сертификации».
Чернушка-Пермь. Участок в районе 4000-4500 м.
Направление обследования – по ходу продукта.

Диаграмма напряженного состояния.

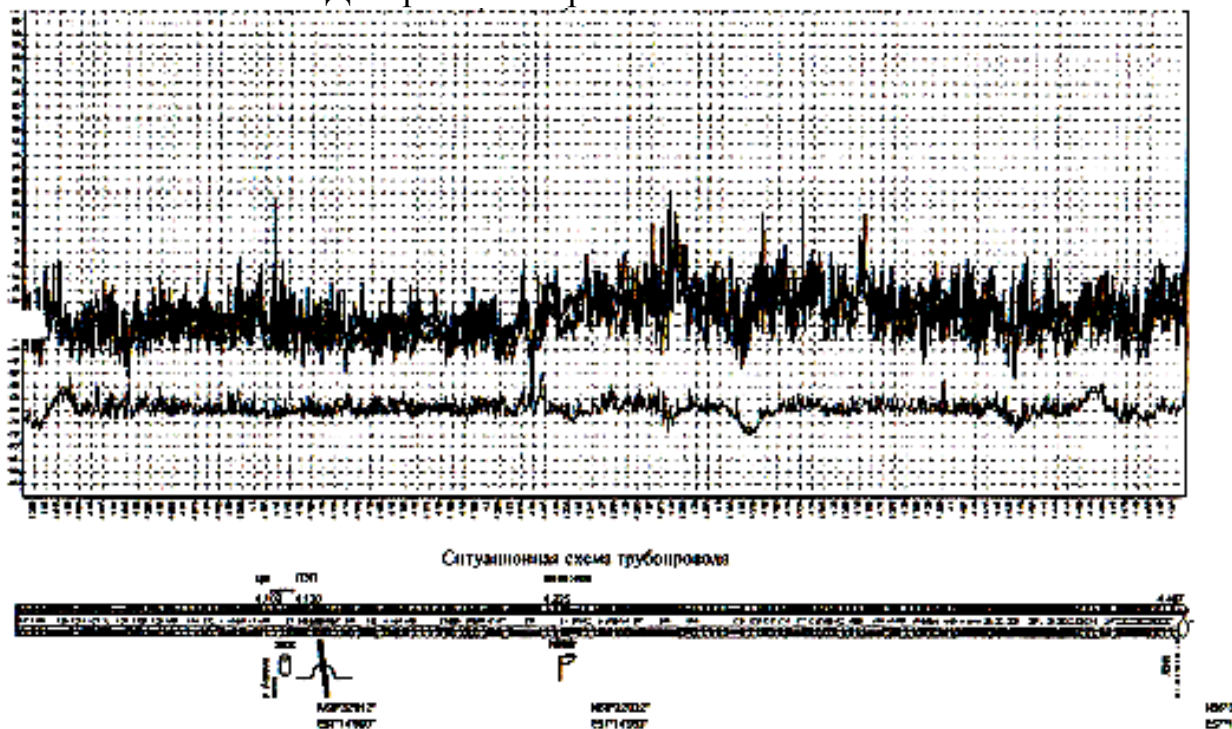


Рис. 12.2. Диаграмма обследования участка трубопровода

12.3. Очистка и испытание трубопроводов

Трубопроводы после их укладки в траншеи подвергают очистке и гидравлическим испытаниям в соответствии с требованиями технических условий на испытания и ввод в эксплуатацию, разрабатываемых в составе проекта. Очистку трубопроводов осуществляют с помощью различных поршней, «торпед», шаров и т.д. Движение поршня происходит за счет закачки в трубопровод воздуха или воды. После очистки трубопровод подвергают гидравлическому испытанию. При испытании давление в трубопроводе повышают по сравнению с расчетным в зависимости от категории трубопровода, но не менее в 1.25 от расчетного.

Кольцевые напряжения во время испытаний не должны превышать 0,96 от предела текучести металла труб. Затем трубопровод выдерживают под давлением не менее 8 часов. Трубопровод считается выдержавшим испытания, если в течение 4 часов в нем не было зарегистрировано падение давления. После гидравлического испытания трубопровода водой ее удаляют с помощью поршней воздухом. После перечисленных операций трубопроводы принимают в эксплуатацию и заполняют проектной жидкостью.

Глава 13. Ввод в эксплуатацию объектов нефтяной и газовой промышленности

По окончании всех строительно-монтажных работ и проведения необходимых испытаний производится приемка оборудования и трубопроводов, ввод их в эксплуатацию. Приемка объекта от подрядчика должна производиться в порядке, установленном договором подряда. На первом этапе заказчиком (инвестором) создается рабочая комиссия, которая принимает оборудование и объект в целом или часть объекта от строительно-монтажных организаций. Рабочая комиссия создается заказчиком (председатель комиссии), в ее состав входят представители генерального подрядчика, субподрядных строительно-монтажных организаций, государственных органов надзора.

Рабочая комиссия с приложением необходимых актов (утвержденный перечень) представляет объект приемочной комиссии. Если объект строился за счет бюджетных средств, то рабочая комиссия представляет его государственной комиссии. Инвестор обязан в течение 15 дней после получения заявки заказчика назначить приемочную комиссию либо дать в письменной форме мотивированный отказ в ее назначении. Приемочная комиссия должна быть назначена приказом, распоряжением инвестора, в котором должны быть приведены: цель и задачи комиссии, полное наименование и адрес подлежащего приемке объекта, персональный состав комиссии, даты начала и окончания работы комиссии. Персональный состав комиссии должен устанавливаться инвестором по согласованию (не позднее, чем за 15 дней до начала работы комиссии) с органами, представители которых должны включаться в состав комиссии. В состав приемочной комиссии должны быть включены представители: инвестора (председатель комиссии), заказчика, исполнительного органа городского (районного) самоуправления, генподрядчика, генпроектировщика, эксплуатирующей организации и органов государственного надзора, контроля и управления, которым поднадзорен принимаемый объект. Приемка законченного

строительством объекта оформляется актом приемочной комиссии, который подписывается всеми членами и председателем комиссии. В случае отказа отдельных членов приемочной комиссии от подписи акта, они должны представить председателю комиссии мотивированное заключение в письменной форме. Инвестор в течение трех дней после получения акта о приемке объекта, подписанного всеми членами и председателем приемочной комиссии, должен представить его со всеми приложениями в органы Госархстройнадзора с заявлением о выдаче разрешения на ввод объекта в эксплуатацию. После получения инвестором разрешения органов Госархстройнадзора на ввод объекта в эксплуатацию заказчик и подрядчик должны представить в органы государственной статистики отчеты о вводе в действие объекта, основных фондов и об использовании капитальных вложений в установленном Госкомстатом России порядке. Инвестор в течение пяти дней после получения разрешения на ввод объекта в эксплуатацию должен получить в органах технической инвентаризации, а органы технической инвентаризации выдать инвестору технический паспорт объекта в установленном порядке. Инвестор в течение трех дней после получения технического паспорта объекта должен осуществить государственную регистрацию объекта с получением документов о регистрации в установленном порядке.

Глава 14. Материалы, изделия, машины и механизмы, применяемые при строительстве нефтегазопромысловых объектов

14.1. Основные виды строительных материалов

Так как при обустройстве нефтяных и газовых месторождений выполняется множество строительных операций, соответственно для этого используются различные строительные материалы.

Пиломатериалы (доски, брусья), изделия из древесины: половая доска, плинтусы, наличники, доски подоконные; столярные изделия (дверные и оконные блоки, перегородки), фанера.

Металлы, сплавы металлов. Сортамент металлов, применяемых в нефтегазопромысловом строительстве: сталь листовая, профильная (уголки, двутавры, тавры, рельсы, швеллеры и др.); сортовая сталь (круглая, квадратная, полосовая); металлические изделия (метизы) (болты, гайки, шайбы, шпильки, анкеры, канаты, тросы и т.д.); трубы нефтяного сортамента (бурильные, обсадные, насосно-компрессорные); трубы стальные общего назначения (бесшовные холоднотянутые, катанные, горячекатаные, электросварные с прямым швом, электросварные со спиральным швом, нержавеющие, водогазопроводные, трубы из цветных металлов и сплавов (медные, латунные); биметаллические (медностальные).

Природные каменные материалы: песок, гравий, щебень, бутовый камень, стеновые блоки, облицовочные плиты.

Керамические материалы и изделия: искусственные каменные материалы, получаемые из глин или из смесей с минеральными и органическими добавками путем формирования и последующего обжига.

Минеральные вяжущие вещества: тонкоизмельченные порошкообразные материалы, образующие при смешении с водой пластичное тесто, постепенно затвердевающее до каменновидного состояния; на основе вяжущих веществ изготавливаются растворы, бетоны, различные цементы.

Сборные железобетонные конструкции (стройматериал, в котором соединены в единое целое затвердевший бетон и стальная арматура); изделия из железобетона (балки, фермы, блок-комнаты, фундаменты и т.д.).

Теплоизоляционные материалы неорганические (минеральная вата, ячеистовые бетоны, оргстекло, асбестовые материалы); органические (древесноволокнистые и древесно-стружечные плиты, газонаполненные пластмассы); смешанные (фибrolит, перлитопластобетон).

Органические вяжущие материалы и изделия (битумы, дегти, мастики).

Кровельные и гидроизоляционные изделия (пергалин, рубероид, толь, гидроизол, изол, фольгоизол).

Пластмассы (полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол).

Отделочные материалы (стеклопластики, стеклотекстолиты, древесно-слоистые пластики,

Лакокрасочные материалы (цветные порошки, лаки, олифы, клеи, растворители, краски масляные, эмалевые, силикатные, синтетические, эмульсионные).

14.2. Строительные машины и механизмы

Перевозка строительных материалов и изделий к местам использования осуществляется всеми видами современного транспорта общего назначения (железнодорожный, автомобильный, водный и т.д.). В процессе строительства нефтегазопромысловых объектов применяются различные специализированные машины: автобетоносмесители, автобетоновозы, ковшовые и роторные экскаваторы, бульдозеры (рис. 14.1), скреперы, грейдеры,), экскаваторы (рис. 14.2), бетоноукладчики, трубоукладчики (рис. 14.3), самосвалы, трубовозы, панелевозы, плетевозы (рис. 8.2).



Рис. 14.1. Бульдозер Komatsu D 375A-5



Рис. 14.2. Экскаватор ковшовый Эксмаш Е 200 С



Рис. 14.3 Трубоукладчик Komatsu D 355 С

При монтажных работах применяются различного типа и различной грузоподъемности краны, подъемники, погрузчики. В пределах строительной площадки материалы и изделия перемещаются с помощью малого внутрипостроечного транспорта (транспортеры, бетоно- и растворонасосы, лебедки, грузовые мототележки и мотороллеры, микротракторы).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонова Е.О., Крылов Г.В., Прохоров А.Д., Степанов О.А. Основы нефтегазового дела: Учебник для ВУЗов. – М.: «Недра Бизнесцентр», 2003. – 307с.
2. Афанасьев В.А., Бобрицкий Н.В. Сооружение резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. М.: Недра. 1981. -192 с.
3. Байков Н.М. Нефтяное хозяйство - № 4, 2010. «Об энергетической стратегии России на период до 2030 года», стр. 12-13.
4. Беляева В.Я., Михайличенко А.М., Бараз А.Н. и др. Нефтегазовое строительство: Учебное пособие для ВУЗов. Изд-во ОМЕГА-Л, 2005. – 774 с.
5. Бобрицкий Н.В., Курепин Г.Н. Строительство объектов нефтяной и газовой промышленности. М.: Недра, 1983. - 223 с.
6. Бородавкин П.П. Механика грунтов. Учебник для ВУЗов. М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2003. – 349 с.
7. Бородавкин П.П. Подземные магистральные трубопроводы (проектирование и строительство). М.: Недра, 1982. - 280 с.
8. Бунчук В.А. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа. М.: «Недра», 1997. - 366 с.
9. Гареев В.М. Руководство по контролю и качеству строительномонтажных работ: Учебник для ВУЗов. – С – Петербург. 2000. – 784 с.
10. Гриценко А.М., Крылов Н.А., Аленин В.В. и др. Нефть и газ в России в XXI веке. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2001. № 3. - С. 10-19.
11. Зеленин А.Н., Баловнев В.И., Керов И.П. Машины для земляных работ. М.: Машиностроение, 1975. – 420 с.
12. Зубикин А.В. Грядут серьезные перемены. Газовая промышленность № 1/ 669/, 2012, СТР. 8-9.

13. Иванов Ю.К., Коновалов П.А., Мангушев Р.А. Основания и фундаменты резервуаров. М.: Стройиздат, 1989. – 223 с.
14. Карнаухов Н.Н., Кушнир С. Я., Горелов А.С. и др. Механика мерзлых грунтов и принципы строительства нефтегазовых объектов в условиях Севера. Учебник. М.: ЦентрЛитНефтеГаз. – 2008. - 432 с.
15. Коршак А.А. Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела: Учебник для ВУЗов. Изд-во Дизайн Полиграф Сервис. Уфа, 2001. - 554 с.
16. Кудинов В.И. Основы нефтегазопромыслового дела: Учебник для ВУЗов. Ижевск, изд-во УдГУ, 2005. - 727 с.
17. Кузнецов В.Ф. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров: Учебное пособие. М.: Недра. 1992.- 238 с.
18. Куликов В.Д. и др. Промысловые трубопроводы. М.: Недра. 1994. -298 с.
19. Мордвинов В.А., Гудков Е.П. Строительство нефтегазопромысловых объектов. Учебно-методическое пособие. Изд-во ПГТУ – Пермь: 2000.- 22 с.
20. Муслимов Р.Х. Еще раз об энергетической стратегии России на период до 2030 г. Нефтяное хозяйство - № 1, 2011, стр. 4.
21. Мустафин Ф.М. и др. Промысловые трубопроводы и оборудование. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Недра, 2004. - 662 с.
22. Мустафин Ф.М. Быков Л.И. Васильев А.Г. и др. Технология сооружения газонепроводов. Учебник для ВУЗов. Изд-во «Нефтегазовое дело». Уфа, 2007. - 631 с.
23. Скоблов Г.М. Строительство нефтегазопромысловых объектов. М.: Недра. 1970. -192 с.
24. Соколов Г.Д. Капитальное строительство в нефтяной промышленности. М.: Недра. 1975. 170 с.
25. Справочник мастера строительного-монтажных работ. Под редакцией Иванова В.А. М.: «Инфра – Инженерия», 2007. – 832 с.

26. Тугунов П.И., Новоселов В.Ф., Коршак А.А. Шаммазов А.М. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособие для ВУЗов. Изд-во ООО «Дизайн Полиграф Сервис». Уфа, 2002. - 658 с. 25.
27. Закон РФ «Об инвестиционной деятельности в РФ осуществляемой в форме капитальных вложений» № 22-ФЗ от 2 января 2000 г.
28. Постановление Правительства РФ от 27 декабря 2000 г. № 1008 «О порядке проведения государственной экспертизы градостроительной, предпроектной и проектной документации»,
29. Градостроительный кодекс РФ, принятый федеральным законом РФ от декабря 2004 г. № 190-ФЗ, введен с 1 января 2005 г
30. СН и П 11-101-95 «Порядок разработки, согласования, утверждения и состава обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений»
31. СН и П 11-02-95 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и состава проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений», Госстрой России, введен с 1 января 1996 г.
32. СН и П 12-01-2004 «Организация строительства», Госстрой России, 2004 г., введен с 1 января 2005 г.