



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Разработка и эксплуатация нефтяных
месторождений и транспорт нефти»

ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ НЕФТИ И ГАЗА

**КУРС ЛЕКЦИЙ
по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-51 02 02
«Разработка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений»**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2007

УДК 622.692.4+622.691.4(075.8)
ББК 33.36я73
Т77

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 6 от 06.03.2006 г.)*

Автор-составитель: *В. И. Вьюн*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Разработка и эксплуатация
нефтяных месторождений и транспорт нефти»
ГГТУ им. П. О. Сухого *А. В. Захаров*

Т77

Трубопроводный транспорт нефти и газа : курс лекций по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-51 02 02 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» / авт.-сост. В. И. Вьюн. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 65 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-605-9.

Рассмотрены структура объектов системы трубопроводного транспорта нефти; краткая история, современное состояние и перспективы развития трубопроводного транспорта нефти; классификация трубопроводов; проектная и рабочая документация на строительство магистральных нефтепроводов; организация контроля при производстве строительно-монтажных работ; выбор трассы магистрального нефтепровода и др. Приведены фундаментальные вопросы теории подъема жидкости на поверхность при помощи добывающих скважин.

Для студентов специальности 1-51 02 02 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

УДК 622.692.4+622.691.4(075.8)
ББК 33.36я73

ISBN 978-985-420-605-9

© Вьюн В. И., составление, 2007
© Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», 2007

1. СТРУКТУРА ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА НЕФТИ

1.1. ЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА НЕФТИ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ

Развитие экономики невозможно без обеспечения отечественной нефтеперерабатывающей промышленности нефтью для производства нефтепродуктов и сырья для нефтехимической промышленности, без экспорта нефти для получения валюты и закупки зарубежного оборудования, материалов и технологий. Наиболее дешевым и высоконадежным видом транспорта нефти являются магистральные нефтепроводы. С разработкой нефтяных месторождений Восточной Сибири и Крайнего Севера, началом освоения шельфа и морских месторождений происходит дальнейшее удаление мест переработки от районов добычи и рост затрат на транспортировку углеводородов. В этих условиях трубопроводный транспорт становится важнейшим элементом топливно-энергетического комплекса, обеспечивающим снижение издержек и повышение прибыльности добычи нефти для нефтегазодобывающих компаний.

Для надежного снабжения народного хозяйства нефтью необходимо, чтобы средства транспорта и хранения соответствовали уровню добычи и переработки, экспортным потребностям и перспективам развития. Протяженность магистральных трубопроводов России составляет 218,9 тыс. км, в том числе газопроводов – 151 тыс. км, нефтепроводов – 48,6 тыс. км, нефтепродуктопроводов – 19,3 тыс. км. Транспортировка продукции по Республике Беларусь топливно-энергетического комплекса в 2000 г. трубопроводным транспортом составляла более 30 % общего объема грузооборота.

По системе магистральных нефтепроводов транспортируется 93 % добываемой нефти, в общем объеме грузооборота доля нефти достигает до 40,3 %.

В последние годы предполагается рост добычи, переработки и экспорта нефти в России за счет разработки новых месторождений в Тимано-Печорском и Восточно-Сибирском регионах, а также

на Дальнем Востоке и шельфе морей. Перспективный уровень добычи нефти и возможные объемы транспортировки по магистральным нефтепроводам будут определять такие факторы, как мировые цены, уровень налогообложения, сроки ввода новых месторождений и строительства трубопроводов.

Энергетическая стратегия ориентирована на увеличение добычи к 2020 г. нефти с газовым конденсатом до 360 млрд т/г., газа – 700 млрд м³, угля – 430 млн т, производства электрической энергии – 1620 млрд кВт · ч (рис. 1.1).

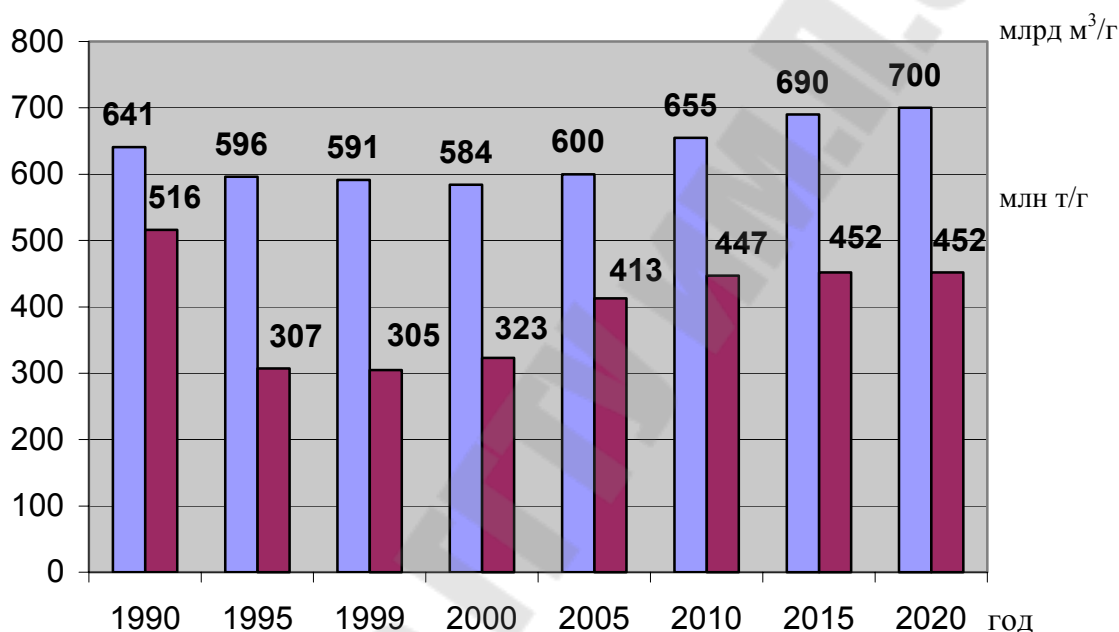


Рис. 1.1. Показатели добычи газа и нефти с газовым конденсатом

Поэтому в целях обеспечения стратегических и экономических интересов необходимо развивать существующие и открывать новые направления экспорта российской нефти и транзит нефти из стран СНГ. С этой целью проводится целенаправленная работа по техническому перевооружению, реконструкции и капитальному ремонту объектов магистральных нефтепроводов системы, что обеспечивает экологическую безопасность трубопроводного транспорта, надежное и бесперебойное снабжение всех потребителей нефтью, способствуя развитию экономики страны.

1.2. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА НЕФТИ

Систематическое сооружение нефтепроводов в районах добычи нефти – в Урало-Поволжье и Закавказье было начато в середине 60-х гг. прошлого века. В этот период, в частности, были построены трансконтинентальные нефтепроводы Туймазы–Омск (впервые применены трубы диаметром 530 мм), Туймазы–Омск–Новосибирск–Иркутск диаметром 720 мм и длиной 3662 км, нефтепроводы Альметьевск–Горький (первая нитка), Альметьевск–Пермь, Ишимбай–Орск, Горький–Рязань, Тихорецк–Туапсе, Рязань–Москва и др. Необходимо особо отметить, что в 1955 г. был введен в эксплуатацию первый горячий нефтепровод Озек–Суат–Грозный диаметром 325 мм и протяженностью 144 км; по нему впервые в нашей стране стали транспортировать нефть после предварительного подогрева в специальных печах.

В 1964 г. был введен в эксплуатацию крупнейший в мире по протяженности (5500 км вместе с ответвлениями) трансевропейский нефтепровод «Дружба», соединяющий месторождения нефти в Татарии и Куйбышевской области с восточно-европейскими странами (Чехия, Словакия, Венгрия, Польша, Германия).

Открытие крупнейших месторождений нефти в Западной Сибири в корне изменило приоритеты трубопроводного строительства. Транспортировка нефти из данного региона до существовавших промышленных центров была крайне затруднена. Расстояние от месторождений до ближайшей железнодорожной станции составляло более 700 км. Единственная транспортная магистраль – река Обь и впадающая в нее река Иртыш – судоходны не более 6 месяцев в году. Обеспечить транспортировку все возрастающих объемов нефти мог только трубопроводный транспорт.

В декабре 1965 г. было завершено строительство и введен в эксплуатацию первый в Сибири нефтепровод Шаим–Тюмень диаметром 529–720 мм и протяженностью 410 км. В ноябре 1965 г. начато и в октябре 1967 г. завершено строительство нефтепровода Усть-Балык–Омск диаметром 1020 мм и протяженностью 964 км (в США трубопроводов такого диаметра еще не было). Осенью 1967 г. начато и в апреле 1969 г. завершено строительство нефтепровода Нижневартовск–Усть-Балык диаметром 720 мм и протяженностью 252 км. В последующие годы на базе Западно-Сибирских месторождений бы-

ли построены трансконтинентальные нефтепроводы Усть-Балык–Курган–Уфа–Альметьевск (1973 г.), Александровское–Анжеро-Судженск–Красноярск–Иркутск (1973 г.), Нижневартовск–Курган–Куйбышев (1976 г.), Сургут–Горький–Полоцк (1979 г.) и др.

Продолжалось строительство нефтепроводов и в других регионах. В 1961 г. на месторождениях Узень и Жетыбай (Южный Мангышлак) были получены первые фонтаны нефти, уже в апреле 1966 г. вступил в нефтепровод Узень–Шевченко длиной 141,6 км. В дальнейшем он был продлен сначала до Гурьева (1969 г.), а затем до Куйбышева (1971 г.). Ввод в эксплуатацию нефтепровода Узень–Гурьев–Куйбышев диаметром 1020 мм и протяженностью 1750 км позволил решить проблему транспорта высоковязкой и высокозастывающей нефти Мангышлака. Для этого была выбрана технология перекачки с предварительным подогревом в специальных печах. Нефтепровод Узень–Гурьев–Куйбышев стал крупнейшим «горячим» трубопроводом мира.

Были продлены нефтепроводы Альметьевск–Горький и Туймазы–Омск–Новосибирск на участках соответственно Горький–Ярославль–Кириши и Новосибирск–Красноярск–Иркутск.

На других направлениях в 1971–1975 гг. были построены нефтепроводы Уса–Ухта–Ярославль–Москва, Куйбышев–Тихорецкая–Новороссийск и другие, в 1976–1980 гг. – нефтепроводы Куйбышев–Лисичанск–Одесса, Холмогоры–Сургут, Омск–Павлодар, Каламкас–Шевченко, Самгори–Батуми и другие, в 1981–1985 гг. – нефтепроводы Холмогоры–Пермь–Альметьевск–Клин, Возей–Уса–Ухта, Кенки-як–Орск, Павлодар–Чимкент–Чардар–Фергана, Прорва–Гурьев, Красноленинский–Шаим, Тюмень–Юргамыш, Грозный–Баку.

В настоящее время все магистральные нефтепроводы России эксплуатируются ОАО АК «Транснефть», которое является транспортной компанией и объединяет 11 российских предприятий трубопроводного транспорта нефти, владеющих нефтяными магистралями, эксплуатирующих и обслуживающих их. При движении от грузоотправителя до грузополучателя нефть проходит в среднем 3 тыс. км. ОАО АК «Транснефть» разрабатывает наиболее экономичные маршруты движения нефти, тарифы на перекачку и перевалку нефти с утверждением их в Федеральной энергетической комиссии (ФЭК).

Взаимоотношения ОАО АК «Транснефть» с грузопотребителями, в том числе и правилами, обеспечивающими транзит, регулируются Положением о приеме и движении нефти в системе магистраль-

ных нефтепроводов», утвержденным Минэнерго Российской Федерации в конце 1994 г. Этот документ включает методику определения оптимальных объемов поставки нефти и газового конденсата на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) России, квот нефтеперерабатывающих предприятий для поставки на экспорт, порядок составления ежеквартальных графиков транспортировки нефти для каждого из производителей (с разбивкой по месяцам). Документ провозглашает равнодоступность всех грузоотправителей к системе трубопроводного транспорта.

По состоянию на 2002 г. по России и средней Европе около 60 тыс. км эксплуатирует 48,6 тыс. км магистральных нефтепроводов диаметром от 400 до 1220 мм, 322 нефтеперекачивающие станции, резервуары общим объемом по строительному номиналу 15 млн м³, 32 % нефтепроводов имеют срок эксплуатации около 20 лет, 34 % – от 20 до 30 лет и свыше 30 лет эксплуатируется 34 % нефтепроводов. Выполняются собственными силами и средствами практически весь комплекс профилактических и ремонтно-восстановительных работ на всех объектах магистральных нефтепроводов. В состав нефтепроводных предприятий входят около 220 аварийно-восстановительных пунктов, 71 ремонтно-строительная колонна для выполнения капитального ремонта линейной части, 12 центральных (региональных) баз производственного обслуживания и ремонта и 38 баз производственного обслуживания. К настоящему времени нефть различных месторождений поступает на нефтеперерабатывающие заводы и экспорт по системе нефтепроводов ОАО АК «Транснефть»:

- северо-западного направления (Альметьевск–Горький–Рязань–Москва, Горький–Ярославль–Кириши–Приморск); «Дружба» (Куйбышев–Унеча–Мозырь–Брест, Мозырь–Броды–Ужгород, Унеча–Полоцк–Вентспилс);

- западного направления (Усть-Балык–Курган–Уфа–Альметьевск, Нижневартовск–Курган–Куйбышев, Сургут–Горький–Полоцк);

- восточного направления (Александровское–Анжеро-Судженск–Красноярск–Иркутск);

- южного направления (Усть-Балык–Омск–Павлодар);

- юго-западного направления (Куйбышев–Лисичанск–Кременчуг–Херсон с ответвлением на Одессу, Куйбышев–Тихорецк–Новоросийск, Тихорецк–Туапсе).

Таблица 1.1

**Крупнейшие нефтепроводы ОАО АК «Транснефть»
и других компаний в России**

Нефтепровод	Диаметр, мм	Длина, * км	Год постройки
Туймазы–Омск–Новосибирск	720	3662	1959–1964
Красноярск–Иркутск			
«Дружба» (первая нитка)	529–1020	5500	1962–1964
«Дружба» (вторая нитка)	529–720	4500	1966
Усть-Балык–Омск	1020	964	1967
Узень–Гурьев–Куйбышев	1020	1750	1971
Уса–Ухта–Ярославль–Москва	720	1853	1975
Усть-Балык–Курган–Уфа– Альметьевск	1220	2119	1973
Александровское–Анжеро- Судженск–Красноярск–Иркутск	1220	1766	1973
Куйбышев–Тихорецк– Новороссийск	1220	1522	1979
Нижевартовск–Курган– Куйбышев	1220	2150	1976
Сургут–Горький–Полоцк	1020	3250	1979–1981
Холмогоры–Клин	1220	2430	1985
Тенгиз–Новороссийск (КТК)	720	1580	2001

Таблица 1.2

Крупнейшие нефтепроводы за рубежом

Нефтепровод (страна)	Диаметр, мм	Длина,* км
Трансаляскинский (США)	1220	1280
Сальяко-Байе-Бланка (Аргентина)	356	630
Рио-де-Жанейро–Белу-Оризонти (Бразилия)	745	370
Сикуко–Ковеньяс (Колумбия)	307	534
Южноевропейский (порт Лаверт–Страсбург–Карлсруэ) (Западная Европа)	864	772
Центральноевропейский (Генуя–Феррара–Эгль) (Западная Европа)	660	1000
Южноиранский (Иран)	305–762	600
Трансиракский (Ирак)	920	5500
Трансаравийский (Саудовская Аравия, первая нитка)	787	1200
Трансаравийский (Саудовская Аравия, вторая нитка)	1200	1210
Восточно-Аравийский (Саудовская Аравия)	254–914	1620
Эджеле–Ла-Скирра (Алжир)	610	790
* Вместе с лупингами и коллекторами		



Рис. 1.2. Магистральный нефтепровод «Дружба»

Два процента действующих нефтепроводов базируется на месторождениях нефти в Западной Сибири. Сведения о крупнейших российских и зарубежных нефтепроводах представлены в табл. 1.1 и 1.2, из сравнения которых видно, что крупнейшие нефтепроводы мира сосредоточены, в основном, в России.

1.3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА НЕФТИ

В целях обеспечения стратегических и экономических интересов необходимо развивать существующую инфраструктуру транспорта нефти, а также расширять строительство объектов трубопроводного транспорта. Планируется, что система трубопроводного транспорта нефти будет развиваться в четырех направлениях для обеспечения экспорта российской нефти и транзита нефти из стран СНГ через территорию России: северобалтийское, каспийско-черноморское, центральноевропейское и восточное. Дальнейшая разработка нефтей в Тимано-Печерской нефтегазовой провинции, Восточной Сибири,

а также на шельфе Каспийского моря позволяет прогнозировать увеличение объемов добычи нефти и ее транзита, что будет способствовать загрузке существующих мощностей системы магистральных нефтепроводов и строительству новых трубопроводов.

Каспийско-черноморское направление позволит обеспечить транзит нефтей Азербайджана, Казахстана и Туркмении и увеличит объем экспорта через нефтяные терминалы в Новороссийске (Шесхарис) и Туапсе. Нефтепроводная система Каспийского трубопроводного консорциума протяженностью 1580 км транспортирует нефть из Западного Казахстана и Азербайджана до нефтеналивного терминала в Новороссийске.

Балтийская трубопроводная система (БТС), строительство первой очереди которой закончено в 2001 г., обеспечивает экспорт нефти через нефтеналивной терминал на Балтийское море (г. Приморск).

На центральноевропейском направлении планируется осуществлять экспорт нефти через порт Омишаль на рынок Средиземноморья по системе нефтепроводов «Дружба» и «Адрия».

Для снижения зависимости от сопредельных стран был сооружен нефтепровод Суходольная–Родионовская в обход территории Украины, а для увеличения транзита нефти возросла пропускная способность нефтепроводов Атырау–Самара и Тихорецк–Новороссийск.

Одно из наиболее перспективных направлений – восточное – будет развиваться в связи с ростом потребления энергоресурсов промышленностями стран Азиатско-Тихоокеанского региона и Китая.

Все эти проекты конкурентоспособны по отношению к существующим альтернативным направлениям транспорта нефти, а также позволят получить дополнительные налоговые поступления в бюджет и будут стимулировать увеличение добычи нефти в России.

1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Нефтепроводом принято называть трубопровод, предназначенный для перекачки нефти и нефтепродуктов (при перекачке нефтепродукта иногда употребляют термин «нефтепродуктопровод»). В зависимости от вида перекачиваемого нефтепродукта трубопровод называют также бензино-, керосино-, мазутопроводом и т. д. По своему назначению нефте- и нефтепродуктопроводы можно разделить на следующие группы: 1) промысловые – соединяющие скважины с различными объектами и установками подготовки нефти на промыслах; 2) магистральные (МН) – предназначенные для транспортировки

товарной нефти и нефтепродуктов (в том числе стабильного конденсата и бензина) из районов их добычи (от промыслов), производства или хранения до мест потребления (нефтебаз, перевалочных баз, пунктов налива в цистерны, нефтеналивных терминалов, отдельных промышленных предприятий и НПЗ); они характеризуются высокой пропускной способностью, диаметром трубопровода от 219 до 1400 мм и избыточным давлением от 1,2 до 10 МПа; 3) технологические – предназначенные для транспортировки в пределах промышленного предприятия или группы этих предприятий различных веществ (сырья, полуфабрикатов, реагентов, а также промежуточных или конечных продуктов, полученных или используемых в технологическом процессе и др.), необходимых для ведения технологического процесса или эксплуатации оборудования.

Согласно СНиП 2.05.06–85 магистральные нефте- и нефтепродуктопроводы подразделяются на четыре класса в зависимости от условного диаметра труб (в мм): I – 1000–1200 включительно; II – 500–1000 включительно; III – 300–500 включительно; IV – 300 и менее.

Наряду с этой классификацией СНиП 2.05.07–85 устанавливает для магистральных нефтепроводов категории, которые требуют обеспечения соответствующих прочностных характеристик на любом участке трубопровода (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Классификация категорийности нефтепроводов

Диаметр нефтепровода, мм	Категория нефтепровода при прокладке	
	подземной	наземной и подземной
700	IV	III
700 и более	III	III

Приведенная классификация и категории трубопроводов определяют в основном требования, связанные с обеспечением прочности или неразрушимости труб. В северной природно-климатической зоне все трубопроводы относятся к категории III. Исходя из этих же требований в СНиП 2.05.06–85 определены также и категории, к которым следует относить не только трубопровод в целом, но и отдельные его участки. Необходимость в такой классификации объясняется различием условий, в которых будет находиться трубопровод на тех или

иных участках местности, и возможными последствиями в случае разрушения трубопровода на них. Отдельные участки нефтепроводов могут относиться к высшей категории В, категории I или II. К высшей категории В относятся трубопроводные переходы через судо- и несудоходные реки при диаметре трубопровода 1000 мм и более. К участкам категории I относятся под- и надводные переходы через реки, болота типов II и III, горные участки, вечномёрзлые грунты.

Таблица 1.4

Классификация технологических трубопроводов

Группа	Транспортируемые вещества	Категория трубопровода									
		I		II		III		IV		V	
		$P, \text{ МПа}$	$T, \text{ }^\circ\text{C}$	$P, \text{ МПа}$	$T, \text{ }^\circ\text{C}$	$P, \text{ МПа}$	$T, \text{ }^\circ\text{C}$	$P, \text{ МПа}$	$T, \text{ }^\circ\text{C}$	$P, \text{ МПа}$	$T, \text{ }^\circ\text{C}$
А	Вредные: класс опасности I и II	независимо	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	класс опасности III	свыше 1,6	свыше 300	свыше 1,6	до 300	—	—	—	—	—	—
Б	Взрывопожароопасные: взрывоопасные вещества (ВВ), горючие газы (ГГ), в том числе сжиженные легко воспламеняющаяся жидкость (ЛВЖ)	свыше 2,5	свыше 300	до 2,5	до 300	—	—	—	—	—	—
	горючие жидкости (ГЖ)	свыше 2,5	свыше 300	свыше 1,6	свыше 120	до 1,6	до 120	—	—	—	—
	горючие вещества (ГВ)	свыше 0,3	свыше 350	свыше 2,5	свыше 250	свыше 120	до 250	до 1,6	до 120	—	—
В	Трудногорючие (ТГ), негорючие (НГ)	—	—	свыше 6,3	свыше 350	свыше 2,5	свыше 250	свыше 1,6	свыше 120	—	—
					до 450	до 6,3	до 350	до 2,5	до 250		

К участкам категории II относятся под- и надводные переходы через реки, болота типа II, косогорные участки, переходы под дорогами и т. д.

Прокладку трубопроводов можно осуществлять одиночно и параллельно действующим или проектируемым магистральным трубопроводам в техническом коридоре. Под техническим коридором магистральных трубопроводов согласно СНиП 27.05.06–85 понимают систему параллельно проложенных трубопроводов по одной трассе. В отдельных случаях допускается прокладка нефте- и газопроводов в одном коридоре. Технологические трубопроводы в зависимости от физико-химических свойств и рабочих параметров (давления p и температуры T) подразделяются на три группы (А, Б, В) и пять категорий (табл. 1.4). Группу и категорию технологического трубопровода устанавливают по параметру, который требует отнесения его к более ответственной группе или категории. Класс опасности вредных веществ следует определять по ГОСТ 12.1.005–76 и ГОСТ 12.01.007–76, взрывопожароопасность – по ГОСТ 12.1.004–76. Нефти имеют класс опасности II, масла минеральные нефтяные – III, бензины – IV. Для технологических трубопроводов нефтеперекачивающих станций важное значение имеет правильный выбор параметров транспортируемого вещества. Рабочее давление принимается равным избыточному максимальному давлению, развиваемому насосом, компрессором или другим источником давления, или давлению, на которое отрегулированы предохранительные устройства. Рабочую температуру принимают равной максимальной или минимальной температуре транспортируемого вещества, установленной технологическим регламентом или другим нормативным документом (СНиП, РД, СН и т. д.).

1.5. СОСТАВ СООРУЖЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

В состав магистральных нефтепроводов входят: линейные сооружения, головные и промежуточные перекачивающие и наливные насосные станции и резервуарные парки (рис. 1.3). В свою очередь линейные сооружения согласно СНиП 2.05.06–85 включают: трубопровод (от места выхода с промысла подготовленной к дальнейму

транспорту товарной нефти) с ответвлениями и лупингами, запорной арматурой, переходами через естественные и искусственные препятствия, узлами подключения нефтеперекачивающих станций, узлами пуска и приема очистных устройств и разделителей при последовательной перекачке; установки электрохимической защиты трубопроводов от коррозии, линии и сооружения технологической связи средства телемеханики трубопровода; линии электропередачи, предназначенные для обслуживания трубопроводов, и устройства электроснабжения и дистанционного управления запорной арматурой и установками электрохимической защиты трубопроводов; противопожарные средства, противоэрозионные и защитные сооружения трубопровода; емкости для хранения и разгазирования конденсата, земляные амбары для аварийного выпуска нефти, здания и сооружения линейной службы эксплуатации трубопроводов; постоянные дороги и вертолетные площадки, расположенные вдоль трассы трубопровода, и подъезды к ним, опознавательные и сигнальные знаки местонахождения трубопровода; пункты подогрева нефти; указатели и предупредительные знаки.

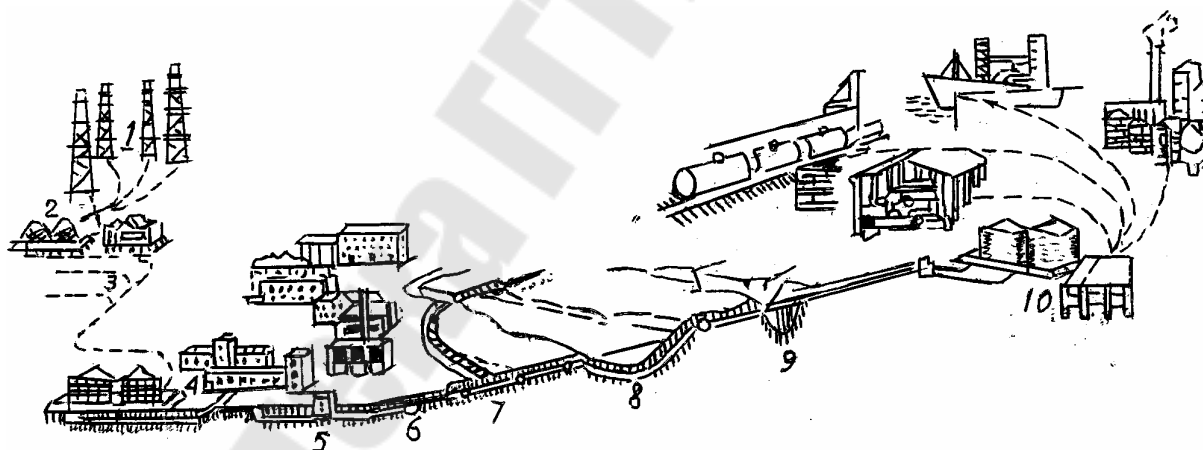


Рис. 1.3. Схема сооружений магистрального нефтепровода:

- 1 – промысел; 2 – нефтесборный пункт; 3 – подводные трубопроводы;
- 4 – головные сооружения (резервуары, насосная); 5 – узел пуска скрепка;
- 6 – линейный колодец; 7 – переход под железной дорогой;
- 8 – подводный переход через реку; 9 – наземный переход через овраг (ручей);
- 10 – конечный распределительный пункт

Основные элементы магистрального трубопровода – сваренные в непрерывную нитку трубы, представляющие собой собственно трубопровод. Как правило, магистральные трубопроводы заглубляют в грунт обычно на глубину 0,8 м до верхней образующей трубы, если большая или меньшая глубина заложения не диктуется особыми геологическими условиями или необходимостью поддержания температуры перекачиваемого продукта на определенном уровне (например для исключения возможности замерзания скопившейся воды). Для магистральных трубопроводов применяют цельнотянутые или сварные трубы диаметром 300–1420 мм. Толщина стенок труб определяется проектным давлением в трубопроводе, которое может достигать 10 МПа. Трубопровод, прокладываемый по районам с вечномерзлыми грунтами или через болота, можно укладывать на опоры или в искусственные насыпи.

На пересечениях крупных рек нефтепроводы иногда утяжеляют закрепленными на трубах грузами или сплошными бетонными покрытиями, закрепляют специальными анкерами и заглубляют ниже дна реки. Кроме основной, укладывают резервную нитку перехода того же диаметра. На пересечениях железных и крупных шоссейных дорог трубопровод проходит в патроне из труб, диаметр которых на 100–200 мм больше диаметра трубопровода.

С интервалом 10–30 км в зависимости от рельефа трассы на трубопроводе устанавливают линейные задвижки для перекрытия участков в случае аварии или ремонта.

Вдоль трассы проходит линия связи (телефонная, радиорелейная), которая в основном имеет диспетчерское назначение. Ее можно использовать для передачи сигналов телеизмерения и телеуправления. Располагаемые вдоль трассы станции катодной и дренажной защиты, а также протекторы защищают трубопровод от наружной коррозии, являясь дополнением к противокоррозионному изоляционному покрытию трубопровода.

Нефтеперекачивающие станции (НПС) располагаются на нефтепроводах с интервалом 70–150 км. Перекачивающие (насосные) станции нефтепроводов и нефтепродуктопроводов оборудуются, как правило, центробежными насосами с электроприводом. Подача применяемых в настоящее время магистральных насосов достигает

12500 м³/ч. В начале нефтепровода находится головная нефтеперекачивающая станция (ГНПС), которая располагается вблизи нефтяного промысла или в конце подводящих трубопроводов, если магистральный нефтепровод обслуживают несколько промыслов или один промысел, разбросанный на большой территории, ГНПС отличается от промежуточных наличием резервуарного парка объемом, равным двух-, трехсуточной пропускной способности нефтепровода. Кроме основных объектов, на каждой насосной станции имеется комплекс вспомогательных сооружений: трансформаторная подстанция, снижающая подаваемое по линии электропередач (ЛЭП) напряжение от 110 или 35 до 6 кВ, котельная, а также системы водоснабжения, канализации, охлаждения и т. д. Если длина нефтепровода превышает 800 км, его разбивают на эксплуатационные участки длиной 100–300 км, в пределах которых возможна независимая работа насосного оборудования. Промежуточные насосные станции на границах участков должны располагать резервуарным парком объемов, равным 3–15-суточной пропускной способности трубопровода. Как головная, так и промежуточные насосные станции с резервуарными парками оборудуются подпорными насосами. Аналогично устройство насосных станций магистральных нефтепродуктопроводов.

Тепловые станции устанавливают на трубопроводах, транспортирующих высокостывающие и высоковязкие нефти и нефтепродукты, иногда их совмещают с насосными станциями. Для подогрева перекачиваемого продукта применяют паровые или огневые подогреватели (печи подогрева), для снижения тепловых потерь такие трубопроводы могут быть снабжены теплоизоляционным покрытием.

По трассе нефтепровода могут сооружаться наливные пункты для перевалки и налива нефти в железнодорожные цистерны.

Конечный пункт нефтепровода – либо сырьевой парк нефтеперерабатывающего завода, либо перевалочная нефтебаза, обычно морская, откуда нефть танкерами перевозится к нефтеперерабатывающим заводам или экспортируется за границу.

2. ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА СТРОИТЕЛЬСТВО МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА

2.1. ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ПРОИЗВОДСТВО ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Для выполнения проектных и изыскательских работ обычно между заказчиком и подрядчиком-проектировщиком заключается соответствующий договор, по которому подрядчик обязуется по заданию заказчика разработать техническую документацию и выполнить требуемые изыскательские работы, а заказчик обязуется принять и оплатить эти работы.

Параграфом 4 гл. 37 Гражданский кодекс Российской Федерации регламентирует основные правила и процедуры разработки и использования договора подряда на выполнение проектных и изыскательских работ.

В тех случаях, когда строительство ведется методом под ключ проектно-строительной организацией, заключается один комплексный договор подряда, в котором предусмотрены к выполнению все виды деятельности: проектирование, выполнение строительно-монтажных работ, комплектация строительства требуемым оборудованием и ввод в эксплуатацию.

Задание на проектирование и исходные данные, необходимые для составления технической документации, заказчик должен до начала работ по договору передать подрядчику. Одновременно с ним передаются другие материалы: обоснование инвестиций строительства объекта, отвод земельного участка.

Эти документы должны соответствовать требованиям СНиП «Порядок разработки, согласования, утверждения и состава проектной документации на строительство зданий и сооружений на территории Российской Федерации» (СНиП 11-01-95).

Договор подряда на выполнение проектных и изыскательских работ должен состоять из разделов:

- предмет договора;
- состав и содержание проектно-сметной документации;
- срок действия договора;
- сроки разработки и этапы выдачи документации;
- цена;
- размеры надбавок и скидок к договорной цене;

- порядок сдачи и приемки документации;
- ответственность сторон за нарушение условий договора.

Основным проектным документом на строительство объектов является, как правило, технико-экономическое обоснование (ТЭО) (проект) строительства. На основании утвержденного в установленном порядке ТЭО (проекта) строительства разрабатывается рабочая документация.

В соответствии со СНиП 11-01–95 для объектов, строящихся по проектам массового и повторного применения, а также других технически несложных объектов на основе утвержденных (одобренных) обоснований инвестиций в строительство или градостроительной документации, может разрабатываться рабочий проект (утверждаемая часть и рабочая документация) или рабочая документация.

Проект строительства – это техническая документация, в которую обычно включаются: технико-экономическое обоснование, чертежи, записки и некоторые другие материалы, необходимые для организации и проведения строительства. Одной из важнейших частей этой документации являются материалы выполненных инженерных изысканий (исследований).

2.2. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Инженерные изыскания должны обеспечивать комплексное изучение природных условий района, площадки, участка, трассы проектируемого строительства, местных строительных материалов и источников водоснабжения и получение необходимых и достаточных материалов для разработки экономически целесообразных и технически обоснованных решений при проектировании и строительстве объектов с учетом рационального использования и охраны природной среды, а также получение данных для составления прогноза изменений природной среды под воздействием строительства и эксплуатации предприятий, зданий и сооружений.

Инженерные изыскания необходимо выполнять в соответствии с установленным порядком проектирования, природными условиями и характером проектируемых объектов для разработки:

1) предпроектной документации – технико-экономических обоснований и технико-экономических расчетов (ТЭР) строительства новых, расширения, реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий, зданий и сооружений;

2) проектов (рабочих проектов) предприятий, зданий и сооружений;

3) рабочей документации предприятий, зданий и сооружений.

Инженерные изыскания производятся без изъятия земельных участков у землепользователей.

Организация, выполняющая инженерные изыскания, имеет право устанавливать (закладывать) геодезические пункты, осуществлять проходку горных выработок, отбирать пробы воздуха, воды, грунта, выполнять подготовительные и сопутствующие работы (расчистка и планировка площадок, прокладка визирок, устройство временных дорог, проездов, водоводов и др.), необходимые для изысканий.

Рубка леса, необходимая для выполнения изысканий, допускается только при наличии лесорубочного билета, получаемого заказчиком в установленном порядке до начала изысканий.

При производстве изысканий, связанных с нарушением почвенного покрова, необходимо снимать, хранить и наносить после окончания работ почвенный плодородный слой на нарушенные земли, а также не допускать загрязнения воздуха, воды и почвы.

Инженерно-геодезические изыскания должны обеспечивать получение топографо-геодезических материалов и данных, необходимых для проектирования строительства и реконструкции объектов, зданий и сооружений, а также для выполнения инженерных изысканий других видов. Инженерно-геодезические изыскания должны обеспечить получение топографо-геодезических материалов и данных, необходимых для разработки генерального плана объекта (определения оптимального положения трассы), а также доработки и детализации проектных решений, принятых в ТЭО (ТЭР) и при разработке другой предпроектной документации.

При инженерно-геодезических изысканиях для разработки проектов на площадках строительства, как правило, должны выполняться:

- сбор и анализ топографо-геодезических материалов, включая материалы и данные изысканий прошлых лет;
- построение (развитие) опорных геодезических сетей;
- создание планово-высотной съемочной геодезической сети;
- топографические съемки (обновление планов);
- инженерно-гидрографические работы;
- геодезическое обеспечение изысканий, других видов, включая изучение опасных геологических процессов;
- составление и размножение планов.

Состав и объем инженерно-геодезических изысканий должны определяться в программе изысканий.

Инженерно-геодезические изыскания трасс линейных сооружений должны выполняться по утвержденным в ТЭО (ТЭР) направлениям.

В состав изысканий входят:

- сбор и анализ имеющихся топографо-геодезических, аэрофотосъемочных материалов, а также данных изысканий прошлых лет по направлению трассы;

- камеральное трассирование вариантов трассы и полевое обследование (рекогносцировка) намеченных вариантов;

- топографическая съемка вдоль намеченных вариантов трассы трубопроводов, а также мест индивидуального проектирования (переходы через естественные и искусственные препятствия, пересечения коммуникаций, площадки и др.);

- полевое трассирование с проложением теодолитных и тахеометрических ходов по всей длине трассы в случае отсутствия крупномасштабных топографических планов;

- геодезическое обеспечение изысканий других видов.

При полевом обследовании надлежит уточнять намеченное положение трассы; осуществлять сбор и уточнение сведений о пересекаемых коммуникациях; в случае несоответствия содержания имеющихся планов современному состоянию ситуации и рельефа производится их обновление. Обновление планов должно осуществляться, как правило, в полосе не менее ширины охранной зоны сооружения.

По трассам магистральных трубопроводов, прокладываемых в сложных условиях, выполняется съемка ситуации.

По трассам линейных сооружений при необходимости выполняются: полевое трассирование; планово-высотные привязки трасс к пунктам опорной геодезической сети; топографическая съемка полосы местности вдоль трассы (съемка текущих изменений при наличии планов); геодезическое обеспечение изысканий других видов.

Состав и объем изысканий для рабочего проекта должны приниматься с учетом указаний по составу и объему изысканий для проекта и рабочей документации.

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий района (площадки, участка, трассы) проектируемого строительства, включая рельеф, геоморфологические, сейсмические, гидрогеологические ус-

ловия, геологическое строение, состав, состояние и свойства грунтов, геологические процессы и явления, изменение условий освоенных (застроенных) территорий с целью получения необходимых и достаточных материалов для обоснования проектирования объектов с учетом рационального использования и охраны геологической среды, а также данных для составления прогноза изменений инженерно-геологических условий при строительстве и эксплуатации предприятий, зданий и сооружений.

Инженерно-геологические изыскания включают комплексы работ: инженерно-геологическую рекогносцировку, инженерно-геологическую съемку и инженерно-геологическую разведку.

Рекогносцировка может производиться как самостоятельный комплекс работ или выполняться при съемке и разведке.

В состав инженерно-геологических изысканий входят:

- сбор, обработка, анализ и использование материалов изысканий прошлых лет и данных об инженерно-геологических условиях;
- дешифрирование космо-, аэрофотоматериалов и аэровизуальные наблюдения;
- маршрутные наблюдения;
- прокладка горных выработок;
- геофизические исследования;
- полевые исследования грунтов;
- гидрогеологические исследования;
- стационарные наблюдения;
- лабораторные исследования грунтов;
- обследование грунтов оснований существующих зданий и сооружений;
- камеральная обработка материалов.

Необходимость выполнения отдельных видов инженерно-геологических работ, условия их заменяемости следует устанавливать в программе изысканий в зависимости от стадийности проектирования, сложности инженерно-геологических условий, характера и класса ответственности проектируемых зданий и сооружений.

При изысканиях для проектной документации и проекта наибольшую детальность изучения геологической среды и ее отдельных элементов следует обеспечивать на типичных (ключевых, характерных) участках, данные которых следует экстраполировать на прилегающую площадь или массив грунта. Число, местоположение ключе-

вых участков, а также состав и объем работ устанавливаются программой изысканий.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания следует выполнять для обеспечения проектирования исходными данными при решении следующих задач:

- выбор места размещения площадки строительства (трассы) и ее инженерной защиты от неблагоприятных гидрометеорологических воздействий;

- выбор конструкций сооружений и определения их основных параметров;

- определение условий эксплуатации сооружений;

- организация водоснабжения, выпусков сточных вод и др.;

- охрана водной и воздушной среды.

В состав инженерно-гидрометеорологических изысканий входят:

- сбор, анализ и обобщение имеющихся для района изысканий данных по режиму водных объектов и климату, включая материалы изысканий прошлых лет;

- рекогносцировочное обследование района изысканий;

- наблюдения за режимом водных объектов и метеорологическими элементами;

- изучение гидрометеорологических процессов и явлений;

- определение расчетных характеристик и параметров гидрометеорологического режима.

При необходимости проводятся специальные исследования:

- водного баланса территории, бассейна реки, озера, водохранилища и т. п.;

- условий формирования стока на эталонных бассейнах малых рек;

- ледотермических процессов;

- гидравлических условий;

- для обоснования построения физической и математической модели руслового процесса подтопления подземными водами и др.;

- микроклиматических условий.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания трасс линейных сооружений должны обеспечивать:

- 1) оценку климатических условий полосы проложения трассы;

- 2) выбор участков перехода трассы через водные объекты, являющиеся естественным препятствием для ее проложения.

Для участков перехода трассы через большие или сложные водные объекты в составе изысканий следует предусматривать проведение дополнительных работ с целью получения необходимых данных, обосновывающих разработку проекта сооружения.

При определении состава инженерно-гидрометеорологических изысканий, выполняемых для проектирования магистральных трубопроводов, следует исходить из способа их прокладки при переходе через водные объекты и их сложности по условиям пересечения. При отнесении перехода к группе сложности необходимо руководствоваться условиями пересечения трассой водного объекта, приведенными в табл. 2.1.

Для малых переходов трассы следует учитывать только их общее количество, определяемое приближенно по характерным участкам трассы. Оценку климатических условий трассы, выбор мест размещения и определение гидрологических условий больших и средних переходов следует производить приближенно на основе имеющейся изученности территории. В случае недостаточной изученности в составе изысканий должно быть предусмотрено наземное обследование участков больших и средних переходов. Обследование малых переходов допускается для участков трассы, располагаемых в районах с развитой овражно-балочной сетью.

Инженерно-экологические изыскания и исследования выполняются в соответствии с установленным порядком проведения проектно-изыскательских работ для поэтапного экологического обоснования намечаемой хозяйственной деятельности.

Инженерно-экологические изыскания являются самостоятельным видом комплексных инженерных изысканий для строительства и могут выполняться как в увязке с изысканиями других видов (инженерно-геодезическими, инженерно-геологическими, инженерно-гидрометеорологическими), так и в отдельности, по специальному техническому заданию заказчика для оценки экологической обстановки на застраиваемых или застроенных территориях в целях ликвидации негативных экологических последствий хозяйственной и иной деятельности и оздоровления сложившейся ситуации.

Классификация по сложности

Группа сложности перехода	Характеристики условий пересечения водного объекта
Малые переходы	Ширина зеркала воды в межень для створа пересечения трассой до 30 м при средних глубинах воды до 1,5 м
Средние переходы	Ширина зеркала воды в межень для створа пересечения трассой от 31 до 75 м при средних глубинах воды более 1,5 м
Большие переходы	Ширина зеркала воды в межень для створа пересечения более 75 м. Ширина зеркала воды в створе пересечения менее 75 м, но зона затопления при 20-дневном стоянии воды 10%-й вероятности превышения составляет более 600 м

В состав инженерно-экологических изысканий входят:

- сбор, обработка и анализ опубликованных и фондовых материалов и данных о состоянии природной среды, поиск объектов-аналогов, функционирующих в сходных природных условиях;
- экологическое дешифрирование аэрокосмических материалов с использованием съемок различных видов (черно-белой, многозональной, радиолокационной, тепловой и др.);
- маршрутные наблюдения с покомпонентным описанием природной среды и ландшафтов в целом, состояния наземных и водных экосистем, источников и признаков загрязнения;
- проходка горных выработок для получения экологической информации;
- эколого-гидрогеологические исследования;
- почвенные исследования;
- геоэкологическое опробование и оценка загрязненности атмосферного воздуха, почв, грунтов, поверхностных и подземных вод;
- лабораторные химико-аналитические исследования; исследование и оценка радиационной обстановки; газо-геохимические исследования;
- исследование и оценка физических воздействий; изучение растительности и животного мира;
- социально-экономические исследования;
- санитарно-эпидемиологические и медико-биологические исследования;
- стационарные наблюдения (экологический мониторинг);
- камеральная обработка материалов и составление отчета.

Назначение и необходимость отдельных видов работ и исследований, условия их взаимозаменяемости и сочетания с другими видами изысканий устанавливаются в программе инженерно-экологических изысканий в зависимости от вида строительства, характера и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений, особенностей природно-техногенной обстановки, степени экологической изученности территории и стадии проектно-изыскательских работ.

На основании материалов, полученных при выполнении инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических и инженерно-экологических изысканий разрабатывают проектную документацию для строительства и эксплуатации объекта.

2.3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА (ПРОЕКТ) ОБЪЕКТА

Решение о разработке ТЭО (проекта) строительства принимается заказчиком после проведения экспертизы, согласования и утверждения «Обоснования инвестиций». Такому решению заказчика часто предшествует заключение предполагаемого объекта в соответствующие инвестиционные программы.

Инструкцией о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений (СНиП 11-01–95) технико-экономическое обоснование строительства определено в качестве основного проектного документа на строительство объекта. Одновременно этим документом в отечественной практике понятия ТЭО и «проект» приравнены между собой, т. е. введено двойное обозначение стадии, единой по составу и содержанию (таким образом, по мнению разработчиков СНиП, становится возможным добиться преемственности действующей законодательной и нормативной баз и совместимости с терминологией, применяемой за рубежом).

Разработка ТЭО выполняется по заданию заказчика проектной организацией, имеющей соответствующую лицензию и достаточный опыт работы. Для выбора оптимального предложения со стороны проектировщика заказчик может провести конкурс (тендер) на разработку ТЭО строительства конкретного объекта.

Основным документом, регламентирующим взаимоотношения между заказчиком и исполнителем-проектировщиком, а также правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответствен-

ность сторон, является договор на разработку ТЭО. К договору прилагается задание на проектирование, в котором указываются исходные данные, устанавливаются технико-экономические, экологические, социальные и другие требования, которые по мнению заказчика обязательно должны быть соблюдены при разработке ТЭО.

В задании на проектирование должны быть оговорены состав ТЭО и основное содержание его разделов.

Рекомендуемый состав технико-экономических обоснований строительства (ТЭО, проект) следующий:

1. Общая пояснительная записка.
2. Генеральный план и транспорт.
3. Технологические решения.
4. Архитектурно-строительные решения.
5. Инженерное оборудование, сети и системы.
6. Организация строительства.
7. Охрана окружающей среды.
8. Охрана труда и техника безопасности.
9. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций.
10. Сметная документация.
11. Эффективность инвестиций.

В соответствующих разделах ТЭО следует приводить:

1) спецификации оборудования, составляемые применительно к форме, утвержденной государственными стандартами;

2) исходные требования к разработке конструкторской документации на оборудование индивидуального изготовления, что оговаривается в договоре. В целях подготовки более полных технико-экономических обоснований строительства состав и содержание ТЭО, предусмотренные в СНиП 11-01–95, можно дополнять следующими разделами (материалами):

– рыночные исследования и анализ сбыта (с использованием материалов «Обоснования инвестиций» и «Бизнес-плана»);

– «маркетинговая стратегия» (с использованием материалов «Обоснования инвестиций» и «Бизнес-плана»);

– организация транспортировки крупногабаритных и тяжеловесных материалов и оборудования (при необходимости);

– оценка риска инвестиций, мероприятия по его профилактике и минимизации возможных потерь (с использованием материалов «Обоснования инвестиций» и «Бизнес-плана»);

– обоснование разработки специальных технических условий на строительство (для особо сложных и уникальных объектов или условий их освоения (разработки) и строительства);

– выводы и предложения.

В составе ТЭО раздел «Эффективность инвестиций» должен выполняться в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования», утвержденными Госстроем России, Минэкономки России, Минфином России, Госкомпромом России (Г7-12/47 от 31.03.94 г.), и дополнительно отражать вопросы состояния и методов погашения задолженностей перед федеральным бюджетом и бюджетами других уровней, а также возврата кредитов.

Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны и мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций должны проектироваться комплексно и дополнять друг друга. Данный раздел должен включать комплекс мер и технических решений (планировочных, объемно-планировочных, конструктивных), направленных на предупреждение, предотвращение или максимально возможное снижение интенсивности негативного воздействия процессов, возникающих при чрезвычайных ситуациях, в том числе при эксплуатационно-технологических отказах, и обеспечивающих защиту производственных фондов и персонала, а также близлежащих территорий и проживающего на них населения. В то же время оценка возможности возникновения ситуаций и решения по их предотвращению рекомендуется рассматривать в разделе «Технологические решения».

Разрабатываемые в разделе «Охрана окружающей среды» для конкретного объекта «Оценка воздействия объекта на окружающую среду» (ОВОС) в полном объеме должны содержать описание возможных негативных последствий на окружающую среду, а также все сведения, позволяющие оценить, как и насколько выполняются санитарные правила, имеют ли место превышения допустимых норм по радиационному, химическому и другим видам воздействий на окружающую среду и население, и какие предусмотрены компенсирующие меры.

Решение о разработке рабочей документации принимается заказчиком после проведения экспертизы, согласования и утверждения ТЭО.

Разработка рабочей документации выполняется по заданию заказчика проектной организацией, имеющей соответствующую лицензию и достаточный опыт работы.

Выбор проектной организации может быть проведен по результатам конкурса на выполнение проектных (проектно-исследовательских) работ. Преимущества в получении заказа на научно-исследовательские работы (НИР) должны иметь проектные инвесторы, имеющие сертификат на систему обеспечения качеством продукции в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 40.001–95.

В случае привлечения для разработки рабочей документации проектной организации, не являющейся разработчиком ТЭО (проекта) рабочего проекта (утверждаемой части), или в случае отступления от решений, принятых в них, выдается задание на разработку рабочей документации. В этом случае неотъемлемой частью договора на разработку рабочей документации является задание, которое составляется исходя из конкретных условий по произвольной форме. Задание составляется с привлечением проектной организации. При составлении задания оговаривается перечень необходимых исходных данных.

Рекомендуемый состав задания на проектирование объектов производственного назначения приведен в СНиП 11-01–95.

Заказчик выдает проектировщику следующие исходные материалы:

- обоснование инвестиций данного объекта с заключением экспертизы;
- решение местного органа исполнительной власти о согласовании места размещения объекта;
- архитектурно-планировочное задание;
- акт выбора земельного участка (трассы) для строительства и прилагаемые к нему материалы;
- материалы инженерно-геологических и гидрологических изысканий;
- технические условия на присоединение к внешним инженерным сетям и коммуникациям;
- оценочные акты и решения органов местной администрации о сносе и характере компенсации за сносимые здания и сооружения;
- сведения о фондовом состоянии окружающей природной среды; другие материалы.

2.4. РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Состав рабочей документации определяется соответствующими государственными стандартами Системы проектной документации для строительства (СПДС) и уточняется заказчиком и проектировщиком в заключаемом договоре.

Требования стандартов СПДС взаимосвязаны с требованиями соответствующих унифицированных систем документации, в том числе Государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), стандартов Системы Федеральной документации (СФД), международных стандартов ИСО и МЭК (Международной электротехнической компании), а также с другими взаимосвязанными документами.

Рекомендуемый состав рабочей документации следующий:

- 1) рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ;
- 2) рабочая документация по ГОСТ 21.501–81 на строительные изделия (выполняется в случаях, специально оговоренных в контрактной документации или в задании заказчика на разработку рабочей документации);
- 3) спецификации оборудования, изделий и материалов по основным комплектам рабочих чертежей по ГОСТ 21.110–81;
- 4) ведомости и сводные ведомости объемов строительных и монтажных работ по ГОСТ 21.101–81 (выполняется в случаях, специально оговоренных в договорной документации или в задании заказчика на разработку рабочей документации);
- 5) другая документация, предусмотренная соответствующими стандартами;
- 6) сметная документация (объектные и локальные сметы выполняются при одностадийном проектировании, а при проектировании рабочей документации в случаях, специально оговоренных в задании заказчика на проектирование);
- 7) конструкторская документация по изготовлению не стандартизированного оборудования конструкций узлов и деталей (выполняется в случаях, специально оговоренных в задании Заказчика на разработку рабочей документации);
- 8) специальные разделы, оговоренные договором.

Проектировщиком осуществляется контроль за соответствием рабочей документации требованиям федеральных и отраслевых нор-

мативных документов (осуществление нормоконтроля) по завершении разработки очередного этапа.

Содержание и порядок проведения нормоконтроля в проектных организациях регламентируется ГОСТ 21.022–81.

Нормоконтролю подлежат:

- проектно-сметная и рабочая документация на проектирование всех видов;
- изменения, внесенные в ранее разработанную и выданную заказчику проектно-сметную документацию.

Оперативную работу по организации разработки рабочей документации, ее приемки и передаче подрядной строительной организации обеспечивает заказчик либо специализированная компания по управлению проектом.

В составе рабочего проекта кроме рабочей документации разрабатываются следующие материалы: общая пояснительная записка, содержащая исходные данные для проектирования, основные технико-экономические показатели запроектированного объекта, генеральный план, перечень зданий и сооружений, которые намечено строить по типовым проектам, дополнительные чертежи, разрабатываемые при привязке типовых и повторно применяемых индивидуальных проектов, а также разделы организации строительства и сметной документации.

В разделе «Сметная документация» в составе рабочего проекта разрабатываются: сводный сметный расчет, сводка затрат, объектные и локальные сметы, объектные и локальные сметные расчеты (для объектов с продолжительностью строительства свыше двух лет), сметы на проектные и изыскательские работы. Кроме того, одновременно со сметной документацией в составе рабочего проекта разрабатываются: ведомость сметной стоимости строительства объектов, входящих в пусковой комплекс, ведомость сметной стоимости объектов и работ по охране окружающей природной среды и ведомость сметной стоимости товарной строительной продукции (при продолжительности строительства предприятий, зданий и сооружений до двух лет, а при большей продолжительности – на объекты, вводимые в эксплуатацию в первом году строительства).

Данные о сметной стоимости объектов и работ по охране окружающей природной среды включаются в раздел рабочего проекта (проекта) «Охрана окружающей природной среды».

В настоящее время существуют следующие методы определения стоимости строительства: ресурсный, индексный, компенсационный метод и метод аналогов.

Ресурсный метод определения стоимости строительства представляет собой составление калькуляции в текущих или прогнозируемых ценах и тарифах, необходимых для реализации проекта.

В калькуляции себестоимости определяется потребность выражения следующих показателей в натуральном измерении:

- материалы, изделия и конструкции;
- данные о транспортной схеме их доставки на площадку (трассу) строительства (расстояние и время доставки);
- количество, состав и время эксплуатации строительных машин и механизмов;
- расход энергоносителей на технологические нужды;
- затраты труда рабочих.

Накладные расходы определяются заказчиком (инвестором) и подрядной организацией на основе сметной стоимости прямых затрат или фактического значения средств на оплату труда работающих.

Сметная прибыль определяется заказчиком и подрядчиком по индивидуальной норме конкретной организации или по общеотраслевому нормативу.

Индексный метод представляет собой приведение сметной стоимости, определенной в базисном уровне, в уровень текущих (прогнозных) цен путем перемножения суммы по каждой строке (разделу) на соответствующий (прогнозный) индекс с последующим суммированием общего итога по смете.

Определение текущих (прогнозных) индексов производится на основе данных статистической отчетности региональными центрами по ценообразованию.

При использовании компенсационного метода стоимость строительства формируется исходя из фактических затрат и полностью может быть определена только после завершения сооружения объекта с учетом повышения цен и тарифов на применяемые ресурсы.

Метод аналогов предполагает использование стоимостных показателей ранее построенных или запроектированных объектов, аналогичных проектируемому в данный момент.

2.5. ЭКСПЕРТИЗА ПРИНЯТЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Проекты строительства до их утверждения подлежат государственной экспертизе независимо от источников финансирования, форм собственности и принадлежности объектов. Государственная экспертиза является обязательным этапом инвестиционного процесса в строительстве и проводится в целях предотвращения строительства объектов, создание и использование которых не отвечает требованиям государственных норм и правил или наносит ущерб охраняемым законом правам и интересам граждан, юридических лиц и государства, а также в целях контроля за соблюдением социально-экономической и природоохранной политики. Заключение государственной экспертизы является обязательным документом для исполнения заказчиком, подрядными, проектными и другими заинтересованными организациями.

Проекты строительства представляются заказчиком в государственный экспертный орган, осуществляющий комплексную экспертизу, в объеме, предусмотренном действующими нормативными документами на их разработку, вместе с исходной и разрешительной документацией, необходимыми согласованиями и заключением государственной экологической экспертизы (если документация не рассматривается совместно).

При экспертизе проектов строительства проверяется:

- соответствие принятых решений обоснованию инвестиций в строительство объекта, другим предпроектным материалам, заданию на проектирование, а также исходным данным, техническим условиям и требованиям, выданным заинтересованными организациями и органами государственного надзора при согласовании места размещения объекта;

- наличие необходимых согласований проекта с заинтересованными организациями и органами государственного надзора;

- хозяйственная необходимость и экономическая целесообразность намечаемого строительства, исходя из социальной потребности в результатах функционирования запроектированного объекта, конкурентоспособности его продукции (услуг) на внутреннем и внешнем рынках, наличия природных и иных ресурсов;

- выбор площадки (трассы) строительства с учетом градостроительных, инженерно-геологических, экологических и других факторов и согласований местных органов управления в части землепользования, развития социальной и производственной инфраструктуры

территорий, результатов сравнительного анализа вариантов размещения площадки (трассы);

- обоснованность определения мощности (вместимости, пропускной способности) объекта, исходя из принятых проектных решений, обеспечения сырьем, топливно-энергетическими и другими ресурсами, потребности в выпускаемой продукции или предоставляемых услугах;

- достаточность и эффективность технических решений и мероприятий по охране окружающей природной среды, предупреждению аварийных ситуаций и ликвидации их последствий;

- обеспечение безопасности эксплуатации предприятий, зданий и сооружений и соблюдение норм и правил взрывопожарной и пожарной безопасности;

- соблюдение норм и правил по охране труда, технике безопасности и санитарным требованиям;

- достаточность инженерно-технических мероприятий по защите населения и устойчивости функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени;

- наличие проектных решений по обеспечению условий жизнедеятельности маломобильных групп населения;

- оценка технического уровня намечаемого к строительству (реконструкции) предприятия (производства), его материало- и энергоемкости;

- обоснованность применяемой технологии производства на основе сравнения возможных вариантов технологических процессов и схем, выбор основного технологического оборудования;

- достаточность и эффективность технических решений энергосбережению;

- оптимальность принятых решений по инженерному обеспечению, возможность и целесообразность использования автономных систем и вторичных энергоресурсов;

- наличие безотходного (малоотходного) производства на базе полного и комплексного использования сырья и отходов;

- обоснованность и надежность строительных решений (особенно сооружении объекта в сложных инженерно-геологических условиях);

- оптимальность решений по генеральному плану, их взаимосвязка с утвержденной градостроительной документацией, рацио-

нальность решений по плотности застройки территории и протяженности инженерных коммуникаций;

- обоснованность принятых объемно-планировочных решений и габаритов зданий и сооружений, исходя из необходимости их рационального использования для размещения производств и создания благоприятных санитарно-гигиенических и других безопасных условий работающим;

- оценка проектных решений по организации строительства;

- достоверность определения стоимости строительства;

- оценка эффективности инвестиций в строительство объекта и условий его реализации.

При проведении комплексной экспертизы проектов строительства несколькими экспертными органами предпочтительной формой ее организации является совместное рассмотрение проектной документации. Для проведения экспертизы проектной документации на строительство крупных и сложных объектов могут образовываться экспертные комиссии с участием всех заинтересованных экспертиз. По результатам экспертизы составляется заключение. Экспертный орган, осуществляющий комплексную экспертизу, подготавливает сводное экспертное заключение по проекту строительства в целом с учетом заключений государственных экспертиз, принимавших участие в рассмотрении проекта.

При выявлении в результате экспертизы грубых нарушений нормативных требований, которые могут повлечь за собой снижение или потерю прочности и устойчивости зданий и сооружений или создать иные аварийные ситуации, экспертным органом вносится предложение о применении в установленном порядке к организациям – разработчикам проектной документации штрафных санкций или приостановлении (аннулировании) действия выданных им лицензий. Заключение утверждается руководителем экспертного органа и направляется заказчику или в утверждающую проект инстанцию.

С учетом оценки качества проекта строительства в целом и внесенных в процессе экспертизы изменений и дополнений проект рекомендуется к утверждению (приводятся рекомендуемые к утверждению технико-экономические показатели, состав которых определяется в зависимости от отраслевой специфики и видов строительства), отклоняется или возвращается на доработку.

2.6. ПОДГОТОВКА К ПРОИЗВОДСТВУ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

После завершения проектной подготовки строительства и выбора генерального подрядчика (на условиях конкурсного отбора) заказчик заключает с подрядчиком договор подряда, согласно которому подрядчик обязуется в установленный срок по заданию заказчика построить конкретный объект либо выполнить определенные объемы работ, а заказчик обязуется создать подрядчику необходимые условия для выполнения работ, принять их результат и оплатить обусловленную сумму.

Подрядчик и заказчик на стадии подписания договора подряда определяют, какая из сторон и в какой срок должна предоставить соответствующую документацию. Как правило, ответственность за подготовку всей проектно-сметной документации, за исключением проектов производства работ, документов, связанных с непосредственным выполнением работ и сдачей объекта в эксплуатацию, берет на себя заказчик (за исключением случаев строительства объектов под ключ). На этом же этапе согласовывается состав оборудования и материалов, поставляемых заказчиком, сроки и условия их поставки.

До начала производства работ на строительстве заказчик должен оформить и передать подрядчику разрешение на производство строительно-монтажных работ, получаемое в соответствующих службах местной администрации.

Заказчик, как правило, передает подрядчику рабочие чертежи в установленные сроки с разрешением к производству работ. Разрешение оформляется на рабочих чертежах соответствующим штампом технического надзора заказчика. Отступление от рабочих чертежей при проведении строительно-монтажных работ согласовывается заказчиком с проектировщиком. Изменения в технической документации не должны вызывать выполнения дополнительных объемов работ, не оговоренных Договором.

К началу выполнения строительно-монтажных работ заказчик заключает договор с разработчиками проектной документации на ведение авторского надзора на строительстве объекта и создает необходимые условия для его работы.

До начала основных строительно-монтажных работ подрядчиком обеспечивается подготовка строительного производства, включающая организационные подготовительные мероприятия, вне- и внутриплощадочные подготовительные работы.

При подготовке к проведению строительного-монтажных работ необходимо:

- разработать проекты производства работ, передать и принять закрепленные на местности знаки геодезической разбивки по частям зданий (сооружений) и видам работ;

- согласовывать проект производства работ с заказчиком и утвердить его подрядной организацией;

- разработать и осуществить мероприятия по организации труда и обеспечению строительных бригад картами трудовых процессов;

- организовать инструментальное хозяйство для обеспечения бригад необходимыми средствами малой механизации, инструментом, средствами измерений и контроля, средствами подмащивания, ограждениями и монтажной оснасткой в составе и количестве, предусмотренными нормокомплектами;

- оборудовать площадки и стенды укрупнительной и конвейерной сборки конструкций;

- создать необходимый запас строительных конструкций, материалов и готовых изделий;

- поставить или перебазировать на рабочее место строительные машины и передвижные (мобильные) механизированные установки.

При подготовке строительной организации к строительству объектов должна разрабатываться, как правило, документация по организации работ на годовую или двухлетнюю программу с увязкой по срокам строительства и обеспечению трудовыми и материально-техническими ресурсами всех объектов.

Завершение подготовительных работ должно фиксироваться в общем журнале работ.

Исходя из условий и сроков выполнения работ, принятых по договору подряда, подрядчиком организуется подготовка и подборка соответствующей производственной документации, которая может быть востребована при строительстве и в состав которой включается:

- 1) комплексный сетевой или линейных график производства работ, в котором устанавливаются последовательность и сроки выполнения работ, а также определяются потребность в трудовых ресурсах и сроки поставки всех видов оборудования;

- 2) строительный генеральный план с расположением приобъектных постоянных и временных транспортных путей, пешеходных дорог и переходов, сетей водоснабжения, канализации, электроснабжения и теплоснабжения административно-хозяйственной и диспет-

черской связи, монтажных кранов, механизированных установок, складов, временных инвентарных зданий, сооружений и устройств, используемых для нужд строительства;

3) график поступления на объект строительных конструкций, деталей, полуфабрикатов, материалов и оборудования с приложением комплектов очных ведомостей (или унифицированная документация по производственно-технологической комплектации при наличии в составе генподрядной строительной организации службы производственно-технологической комплектации):

- для магистральных трубопроводов и линий электропередач – транспортные схемы доставки материально-технических ресурсов с расположением промежуточных складов и временных подъездных дорог;

- графики потребности в рабочих кадрах; графики потребности в основных строительных машинах и механизмах;

- технологические карты на сложные строительные-монтажные работы;

- типовые технологические карты, привязанные к объекту и условиям строительства, по видам работ;

- схемы размещения знаков для выполнения геодезических построений и геодезического контроля за положением конструкций;

- комплект рабочей документации, принятый генеральной подрядной организацией от заказчика с отметкой заказчика «К производству работ» с согласованием эксплуатирующей организацией и организаций, чьи интересы затрагиваются строительством объекта;

- комплект сметной документации, соответствующий рабочей документации;

- комплект документации для осуществления и оценки качества строительного-монтажных и специальных работ (допуски, схемы операционного контроля качества и др.);

- перечень мероприятий по обеспечению бригад необходимыми материалами, инструментом, оснасткой, приспособлениями, механизмами и машинами;

- пояснительная записка, содержащая: обоснование решений по производству работ, в том числе выполняемых в зимнее время; расчеты потребности в электроэнергии, воде, паре, кислороде, сжатом воздухе;

- решения по устройству временного электроосвещения строительной площадки и рабочих мест, перечень временных (инвентар-

ных) зданий и сооружений с расчетом потребности и обоснованием условий привязки их к участкам строительства;

- мероприятия по защите действующих коммуникаций от повреждений;

- нормативные документы, стандарты;

- должностные инструкции по производству отдельных видов работ;

- инструкции по охране труда и технике безопасности;

- документация по аттестации рабочих мест;

- документация для рассмотрения несчастных случаев;

- журналы регистрации проверки знаний правил и норм по охране труда;

- журналы инструктажа по технике безопасности;

- инструкции по испытанию (гидравлическому, пневматическому) оборудования (вхолостую, под нагрузкой);

- сертификаты, технические паспорта или другие документы, удостоверяющие качество материалов, конструкций и деталей, применяемых при производстве строительно-монтажных работ.

Производственная документация при очередной сдаче объекта в эксплуатацию должна отражать в своем составе эти требования.

Службе технического надзора заказчика следует осуществлять контроль за ведением подрядчиком, а в установленных случаях принимать участие в оформлении с подрядчиком следующей исполнительной документации:

- 1) общий журнал производства работ;

- 2) специальные журналы по производству отдельных видов работ (гидрологических наблюдений, наблюдений за осадками, забивки свай, погружения шпунта, изготовление буронабивных свай и т. п.);

- 3) журнал ведения авторского надзора проектных организаций;

- 4) материалы освидетельствования качества и приемки промежуточной строительной продукции, в которые входят следующие документы:

- акты освидетельствования скрытых работ;

- акты промежуточной приемки отдельных конструкций; акты индивидуального испытания оборудования; акты испытания технологических и магистральных трубопроводов;

- акты испытания внутренних систем холодного и горячего водоснабжения;

- акты испытания канализации;

- акты испытания систем газоснабжения;
- акты испытания систем отопления и вентиляции;
- акты испытания наружных сетей водо- и теплоснабжения и дренажных устройств;
- акты испытания внутренних и наружных электросетей и электроустановок;
- акты испытания устройств телефонизации, радиофикации, сигнализации и автоматизации;
- акты испытания устройств, обеспечивающих взрывоопасность, пожаробезопасность и молниезащиту;
- акты и журналы технологического и транспортного оборудования, а также технологических трубопроводов и продуктопроводов;
- акты испытаний резервуаров и сосудов высокого давления и т. п.;
- материалы обследования и проверок в процессе строительства государственными органами надзора.

Общий журнал работ является основным первичным исполнительным производственным документом, отражающим технологическую последовательность, сроки, качество выполнения и условия производства строительно-монтажных работ, и ведется на строительстве (при расширении) отдельных или группы однотипных, одновременно строящихся зданий (сооружений), расположенных в пределах одной строительной площадки.

Общий журнал работ ведет лицо, ответственное за строительство здания или сооружения (производитель работ, старший производитель работ), и заполняет его с первого дня работы на объекте лично или поручает руководителям смен.

Титульный лист заполняется до начала строительства генеральной подрядной строительной организацией с участием проектной организации и заказчика.

В составе общего журнала производства работ приводятся следующие сведения: список инженерно-технического персонала, занятого на строительстве объекта, который составляет руководитель генеральной подрядной строительной организации; перечень актов промежуточной приемки ответственных конструкций и освидетельствования скрытых работ, составленный в календарном порядке; ведомость результатов операционного контроля и оценки качества строительно-монтажных работ, в которую включаются все работы по частям и элементам зданий и сооружений, качество выполнения которых контролируется и подлежит оценке. Специализированные строительно-

монтажные организации ведут специальные журналы работ, которые находятся у ответственных лиц, выполняющих эти работы. По окончании работ специальный журнал передается генеральной подрядной строительной организации.

Регулярные сведения о производстве работ, которые ведутся с самого начала до их завершения, являются основной частью журнала. Эта часть журнала должна содержать сведения о начале и окончании работы и отражать ход ее выполнения.

Описание работ должно проводиться по конструктивным элементам здания или сооружения с указанием осей, рядов, отметок, этажей, ярусов, секций и помещений, где работы выполнялись. Здесь же должны приводиться краткие сведения о методах производства работ, применяемых материалах, готовых изделиях и конструкциях, вынужденных простоях строительных машин (с указанием принятых мер), испытаниях оборудования, систем, сетей и устройств (опробование вхолостую или под нагрузкой, подача электроэнергии, испытания на прочность и герметичность и др.), отступлениях от рабочих чертежей (с указанием причин) и их согласовании, изменении расположения охранных, защитных и сигнальных ограждений, переносе транспортных и пожарных проездов, прокладке, перекладке и разборке временных инженерных сетей, наличии и выполнении схем операционного контроля качества, исправлениях или переделках выполненных работ (с указанием виновных), а также о метеорологических и других особых условиях производства работ; сведения о замечаниях контролирующих лиц. В таблицу вносятся замечания лиц, контролирующих производство и безопасность работ в соответствии с предоставленными им правами, а также уполномоченных представителей проектной организации или ее авторского надзора.

Все журналы должны быть пронумерованы, прошнурованы, оформлены всеми подписями на титульном листе и скреплены печатями строительной организации, его выдавшей.

При сдаче законченного строительством объекта в эксплуатацию общих и специальные журналы работ предъявляются рабочей комиссии и после приемки объекта передаются на постоянное хранение заказчику или по поручению заказчика эксплуатационной организации.

Традиционно задачей системы контроля качества строительства является обеспечение высокого уровня качества всех видов основных и подготовительных работ, соответствующего требованиям всех нормативных актов, инструкций и документам контракта.

Система строится таким образом, чтобы не допустить попадания на строящийся объект некачественных материалов и оборудования, обеспечить контроль качественного выполнения всех видов работ и своевременного устранения возможных дефектов.

В соответствии со СНиП 3.01.01–85 «Организация строительного производства» для обеспечения качества строительных работ обязательным является выполнение производственного контроля.

Производственный контроль качества строительно-монтажных работ должен включать входной контроль рабочей документации, конструкций, изделий, материалов и оборудования, операционный контроль отдельных строительных процессов или производственных операций и приемочный контроль строительно-монтажных работ.

При входном контроле рабочей документации должна проводиться проверка ее комплектности и достаточности содержащейся в ней технической информации для производства работ.

При входном контроле строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования следует проверять внешним осмотром соответствие их требованиям стандартов или других нормативных документов и рабочей документации, а также наличие и содержание паспортов, сертификатов и других сопроводительных документов.

Операционный контроль должен осуществляться в ходе выполнения строительных процессов или производственных операций и обеспечивать своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению.

При операционном контроле следует проверять соблюдение технологии выполнения строительно-монтажных процессов; соответствие выполняемых работ рабочим чертежам, строительным нормам, правилам и стандартам. Особое внимание следует обращать на выполнение специальных мероприятий при строительстве на просадочных грунтах, в районах с оползнями и карстовыми явлениями, вечной мерзлоты, а также при строительстве сложных и уникальных объектов. Результаты операционного контроля должны фиксироваться в журнале работ.

Основными документами при операционном контроле являются нормативные документы ч. 3 СНиП, технологические (типовые технологические) карты и в их составе схемы операционного контроля качества.

Схемы операционного контроля качества, как правило, должны содержать эскизы конструкций с указанием допускаемых отклонений в размерах, перечни операций или процессов, контролируемых произ-

водителем работ (мастером) с участием, при необходимости, строительной лаборатории, геодезической и других служб специального контроля, данные о составе, сроках и способах контроля.

При приемочном контроле необходимо проводить проверку и оценку качества выполненных строительно-монтажных работ, а также ответственных конструкций.

Скрытые работы подлежат освидетельствованию с составлением актов.

Акт освидетельствования скрытых работ должен составляться на завершённый процесс, выполненный самостоятельным подразделением исполнителей.

Освидетельствование скрытых работ и составление акта в случаях, когда последующие работы должны начинаться после перерыва, следует проводить непосредственно перед производством последующих работ.

Запрещается выполнение последующих работ при отсутствии актов освидетельствования предшествующих скрытых работ во всех случаях.

Ответственные конструкции по мере их готовности подлежат приемке в процессе строительства (с участием представителя проектной организации или авторского надзора) с составлением акта промежуточной приемки этих конструкций.

При возведении сложных и уникальных объектов акты приемки ответственных конструкций и освидетельствования скрытых работ должны составляться с учетом особых указаний и технических условий проекта (рабочего проекта).

2.7. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

На всех стадиях строительства с целью проверки эффективности ранее выполненного производственного контроля должен выборочно осуществляться инспекционный контроль.

Инспекционный контроль осуществляется специальными службами, если они имеются в составе строительной организации, либо специально создаваемыми для этой цели комиссиями.

По результатам производственного и инспекционного контроля качества строительно-монтажных работ должны разрабатываться мероприятия по устранению выявленных дефектов, при этом учитываются требования авторского надзора (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Подготовка строительства

Вид работы, который подвергается проверке	Характеристика качества	Критерий приемки	Документ	Исполнитель
1. Получение спецификаций и чертежей контракта	Качество документации	Наличие последней ревизии	Журнал учета передачи чертежей	Н-1
2. Подготовка руководства по качеству	Соответствие требованиям заказчика	Согласование с заказчиком	–	Н-1
3. Подготовка документов	Соответствие требованиям заказчика	Согласование с заказчиком	–	Н-1
4. Приемка материалов	Соответствие сертификатам	Соответствие сертификатам	Акт получения материала	М-2
5. Хранение и обращение с материалами	Защита и сохранность	Качество хранения	–	Н-3
6. Инструменты, проверки, калибровки, измерения	Паспортная точность инструментов	Наличие текущих сертификатов	Досье паспортов и сертификатов	Н-1
7. Аттестация технологических карт по сварке	Независимое пробное испытание	Требования заказчика	Технологические карты по сварке	Н-1
8. Аттестация сварщиков	Компетенция сварщиков	Радиографическая приемка	Журнал аттестации сварщиков	Н-1
9. Аттестация технологических карт по методу неразрушающего контроля	Допуски на пленку	Спецификация заказчика	Журнал аттестации НК	Р-1
10. Аттестация технологических карт по изоляции	Допуски на изоляцию	Требования заказчика	Журнал аттестации	Н-3

Продолжение табл. 2.2

Вид работы, который подвергается проверке	Характеристика качества	Критерий приемки	Документ	Исполнитель
<i>Разбивка оси трубопровода</i>				
1. Получение чертежей контракта	Проверка документации, проверка измерений	Отметка о последней ревизии на листах	Журнал учета чертежей	Н-1
2. Проверка инструментов для контроля	Калибровка измерительных инструментов	Текущие сертификаты	Паспорта на инструмент	Н-1
3. Установление маршрута трубопровода	Разбивка оси трубопровода	Одобрение заказчика	Акт приема полосы отвода	М-3
<i>Размещение подразделений</i>				
1. Проверка информации на чертежах	Проверка документации, проверка измерений	Текущие сертификаты	Журнал учета чертежей	Н-1
2. Проверка наличия решений и согласований местных властей	Калибровка измерительных инструментов	Текущие сертификаты	Паспорта на инструмент	Н-1
3. Место производства работ	Разбивка оси трубопровода	Одобрение заказчика	Акт приема полосы отвода	М-3
4. Объем работ	Объемы, вид работ	Определение всех коммуникаций, их конкретного месторасположения	Акты	И-3
5. Размещение подразделений и обеспечение безопасности	Безопасность	Разделение свободных территорий для размещения подразделений	–	М-3

Продолжение табл. 2.2

Вид работы, который подвергается проверке	Характеристика качества	Критерий приемки	Документ	Исполнитель
<i>Полоса отвода под строительство</i>				
1. Защита подземных коммуникаций	Безопасность	Безопасность	–	М-3
2. Определение мест подъездов	Разметка на местности	Соблюдение четких границ подъездов	–	М-3
3. Слияние плодородного слоя	Глубина слоя, его снятие и хранение	Выполнение требований по глубине, объему и хранению	–	М-3
4. Земельные работы на полосе отвода	Снятие и хранение подпочвенного слоя	Разделение плодородного и подпочвенного осля	–	М-3

Продолжение табл. 2.2

Вид работы, который подвергается проверке	Характеристика качества	Критерий приемки	Документ	Исполнитель
<i>Монтаж трубопровода</i>				
1. Получение труб и финингов	Учет повреждений труб	Номера труб	Акт получения материалов	Р-1
2. Погрузка-разгрузка и штабелирование труб	Высота штабеля, устройств и опорной подушки на транспорте	–	–	М-3
3. Раскладка труб	Обращение с трубами и обеспечение безопасности	Стеллажи, опорные подушки, номера	Протокол заводского контроля	М-3
4. Холодное гнутье кривых	Степень гнутья, геометрия гнутой трубы	Внешний осмотр наличия овальности	Акты на кривые вставки	Н-2
5. Потолочная сварка	Подготовка торцов, запор в корне, температура подогрева электронов	Соответствие технологическим картам, нормам и правилам	Акты по сварке	Н-3
6. Неразрушающий контроль	Радиографическое испытание стыков на трассе, ультразвуковой контроль концов трубопровода	Приёмка заказчика	Акт ультразвукового и радиографического контроля	Н-2
7. Изоляция стыков на трассе	Влажность очистки поверхности, профиль, толщина, адгезия	Соответствие картам, нормам и правилам	Акт изоляции	Н-2

Продолжение табл. 2.2

Вид работы, который подвергается проверке	Характеристика качества	Критерий приемки	Документ	Исполнитель
<i>Укладка трубопровода</i>				
1. Рытье траншеи	Глубина, откосы, профиль	Соответствие проекту, состояние кромок траншеи	Акт получения материалов	М-3
2. Проверка качества изоляции	Неровность изоляции	Соответствие технологическим картам, нормам и правилам	–	Н-2
3. Опуск в траншею, проверка	Соответствие состояния дна траншеи для опуска трубопровода	Присыпка, зачистка, сухая траншея	Акт опуска трубы	И-2
4. Опуск	Безопасность, отсутствие повреждений на трубе, мягкая подсыпка и засыпка	Изоляция не касается стенки траншеи	Акт опуска трубы	И-2
5. Захлесты	Безопасность подготовки концов, зазор в корне, температурная подготовки электросварки	Соответствие технологическим картам	Акты сварки	И-3
6. Выводы катодной защиты	Качество установки	–	–	–
7. Неразрушающий контроль	Радиографический и ультразвуковой контроль сварки	Приемка заказчика	Акт радиографического и ультразвукового контроля	М-1
8. Изоляция	Влажность, очистка поверхности, профиль траншеи, адгезия	Соответствие технологическим картам, нормам и правилам	Акт на изоляцию	Н-3
9. Проверка «как построено»	Положение трубопровода	Отметки высоты через обусловленные промежутки	Чертеж «как построено»	Н-2
10. Обратная засыпка	Приемка засыпки	Плотность засыпки	Засыпка слоями по 300 м	М-3

Продолжение табл. 2.2

Вид работы, который подвергается проверке	Характеристика качества	Критерий приемки	Документ	Исполнитель
<i>Рекультивация</i>				
1. Удаление отдельных камней	Удаление вырытых кусков скал и больших камней	Очистка полосы отвода	Акт на подготовку полосы отвода	М-3
2. Восстановление плодородного слоя	Толщина слоя	Ровная поверхность почвы	Акт приёмки рекультивации	М-3
3. Установка указателей	Положение указателей	Соответствие чертежам	Чертежи «как построено»	М-3
4. Установка катодных колонок	Выводы катодной защиты, размещение колонок	Соответствие чертежам	Чертежи «как построено»	М-3
<i>Очистка и калибровка</i>				
1. Пропуск очистных поршней	Количество щеток, очистных щеточных поршней, состояние щеток, скорость их перемещения	Обусловленная конфигурация	Журнал учёта прохода поршней	М-1
2. Получение качественной очистки	Удаление ржавчины и окалины до необходимой степени	Согласованная степень наличия ржавчины, удаление мусора	Журнал учёта прохода поршней	М-1
3. Пропуск калибровочного поршня	Скорость перемещения поршней	Не повреждение калибровочных пластинок	Акты проверок	Н-1

Продолжение табл. 2.2

Вид работы, который подвергается проверке	Характеристика качества	Критерий приемки	Документ	Исполнитель
<i>Заполнение и опрессовка трубопровода</i>				
1. Проверка профиля трубопровода	Расчетные согласованные границы участков трубопровода для испытаний	Максимальный напор жидкости	Профиль трубопровода	М-1
2. Подписи на диаграммах, протоколах, журналах	–	–	Отчёт по гидростатическим испытаниям	Н-1
3. Заполнение трубопровода	Скорость заполнения	Минимальная скорость продвижения поршней	Отчёт по гидравлическому испытанию	М-3
4. Получение разрешения на испытание	Согласование с заказчиком	–	Письменное	Н-3
5. Регистрация кода опрессовки	Скорость опрессовки	–	Журнал учёта хода испытания	И-1
6. Проверка наличия воздуха	Содержание воздуха в трубе	Менее 6 %	Диаграмма p/V	И-1
7. Опрессовка до испытательного давления	Скорость опрессовки	–	Журнал учёта хода испытания	И-1
8. Выдержка для стабилизации	Время колебания давления	Стабильность давления – температуры	Диаграммы «Давление–время»	–
9. Повторная опрессовка до испытательного давления	Скорость опрессовки	–	Журнал учёта испытания	И-1

Окончание табл. 2.2

Вид работы, который подвергается проверке	Характеристика качества	Критерий приемки	Документ	Исполнитель
<i>Гидростатическое испытание</i>				
1. Выдержка давления в течение 24 ч	Давление в трубопроводе	Стабильность давления	Журнал учёта хода испытания трубопровода	И-1
2. Получение заключения о проведении испытания	–	Согласование с заказчиком	Подпись заказчика	Н-1
3. Сброс давления в трубопроводе	Скорость падения давления	–	Журнал учёта хода испытания трубопровода	М-1
4. Удаление воды	Скорость прохода поршней	Разрешение на удаление воды с минимальным повреждением окружающей среды	Журнал учёта продвижения поршней	М-1
<i>Осушка трубопровода</i>				
1. Осушка трубопровода	Поршни поступили в камеру приема, перед ними нет воды	Согласование заказчика	Журнал учёта хода осушки	И-1
2. Проверка оборудования	Отсутствие дефектов	Согласование заказчика	Журнал осушки	Н-1
3. Проверка точки «росы» в камере <i>J</i> запуска <i>V</i>	Не выше минус 20 °С при атмосферном давлении	Минус 20 °С	Журнал осушки	М-1
4. Проверка точки «росы» в камере приема	Не выше минус 20 °С при атмосферном давлении	Минус 20 °С	Журнал осушки	М-1

2.8. СДАЧА ОБЪЕКТОВ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

До начала приемки–сдачи в эксплуатацию законченных строительством объектов осуществляются пусконаладочные работы, к которым относится комплекс мероприятий и работ, выполняемых в период подготовки и проведения индивидуальных испытаний и комплексного апробирования оборудования. При этом под оборудованием подразумевается технологическая система объекта, т. е. комплекс всех видов оборудования, трубопроводов, сооружений и устройств, обеспечивающих выпуск первой партии продукции или услуг, предусмотренных проектом.

Период индивидуальных испытаний включает проведение монтажных и пусконаладочных работ в соответствии с ведомственными (отраслевыми) нормами, стандартами предприятий и инструкциями заводов-изготовителей оборудования с целью подготовки отдельных машин, устройств, агрегатов и сооружений к их приемке рабочей комиссией для комплексного апробирования.

До начала индивидуальных испытаний осуществляются пусконаладочные работы по электротехническим устройствам, автоматизированным системам управления, санитарно-техническому и силовому оборудованию.

Объем и условия выполнения пусконаладочных работ определяются отраслевыми правилами приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов, утвержденными соответствующими министерствами и ведомствами Российской Федерации по согласованию с Минстроем России. В соответствии с «Временным положением по приемке законченных строительством объектов» (Минстрой России от 09.07.93 г. Г42 БЕ-19-11/13) и СНиП 3.01.04–87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов». Основные положения» приемку законченных строительством объектов от исполнителя работ (генерального подрядчика) может производить как заказчик, так и любое другое уполномоченное инвестором лицо.

Заказчик, получивший сообщение подрядчика о готовности к сдаче результата выполненных по договору подряда работ, организует и осуществляет за свой счет приемку результата работ и обеспечивает ввод объекта в эксплуатацию. Генподрядчик о готовности к сдаче объекта уведомляет заказчика не позже, чем за 5 дней. Для приемки результатов работы заказчиком в установленном порядке формируются рабочие комиссии по приемке.

Порядок назначения и состав рабочих комиссий по приемке в эксплуатацию законченного строительством объекта предусмотрен гл. 3 СНиП 3.01.04–87.

Рабочие комиссии заказчика назначаются приказом руководителя предприятия или организации заказчика. Порядок и продолжительность работы рабочей комиссии определяются заказчиком по согласованию с генподрядчиком. В состав рабочих комиссий входят представители заказчика (застройщика) – председатель комиссии, представители генподрядчика, субподрядных организаций, проектной организации, технической инспекции советов профсоюзов профсоюзной организации заказчика, органа государственного санитарного надзора, пожарного надзора и при необходимости (по решению заказчика) представителя других заинтересованных организаций.

Рабочие комиссии создаются не позднее, чем в пятидневный срок после получения письменного извещения генподрядчика и готовности оборудования или объекта к приемке.

Рабочие комиссии (до предъявления заказчиком государственным приемным комиссиям к приемке в эксплуатацию объектов) обязаны:

- проверить соответствие выполненных строительно-монтажных работ (СМР) проектно-сметной документации, строительным нормам и правилам производства работ;

- провести сборку проведенных монтажными организациями индивидуальных испытаний смонтированного оборудования (механизмов) и принять его в комплексное опробование по акту;

- дать заключение по результатам произведенного заказчиком комплексного опробования оборудования, вынести решение о готовности его к эксплуатации и принять его для предъявления государственной приемочной комиссией или в эксплуатацию. Решение рабочей комиссии записывается в акте;

- провести проверку отдельных конструкций и узлов, зданий и сооружений (в том числе коммуникаций) и принять их для предъявления государственной приемочной комиссией или в эксплуатацию. Решение рабочей комиссии записывается в акте;

- проверить обеспеченность объектов, предъявляемых государственной комиссией для приемки в эксплуатацию, их отдельных очередей и пусковых комплексов материально-техническими ресурсами и кадрами, а также необходимыми для этих кадров санитарно-бытовыми помещениями, пунктами питания, жилыми и обществен-

ными зданиями; подготовить сводное заключение о готовности объекта в целом к приемке в эксплуатацию государственной приемочной комиссией.

Отдельно стоящие здания и сооружения, встроенные или пристроенные помещения производственного и вспомогательного назначения, сооружения гражданской обороны, а также системы, входящие в состав объекта, при необходимости ввода в действие в процессе строительства объекта принимаются в эксплуатацию рабочими комиссиями по мере их готовности с последующим предъявлением приемочной комиссии, принимающей объект в целом.

До завершения работ по приемке законченного строительством объекта по результатам индивидуальных испытаний и комплексного опробования оборудования должна быть проведена приемка оборудования в целом.

Рабочая комиссия имеет право:

- образовывать в случае надобности специализированные подкомиссии по проверке готовности отдельных зданий и сооружений и смонтированного в них оборудования. Порядок работы подкомиссий определяется председателем рабочей комиссии. Материалы о результатах указанной проверки, составленные подкомиссиями, рассматриваются и утверждаются рабочей комиссией;

- проводить в необходимых случаях дополнительные испытания оборудования, отдельных конструкций и узлов, зданий и сооружений и привлекать для этой цели в установленном порядке инженерно-технических работников и рабочих генподрядчика и его субподрядных организаций;

- проверять в необходимых случаях за счет средств заказчика соответствие производственных скрытых работ работам, указанным в соответствующих актах, представленным генподрядчиком;

- проверять соответствие работ, указанных в актах приемки отдельных конструкций и узлов, фактически выполненным работам, а также проверять заключения, указанные в актах испытаний систем водоснабжения, тепло-, газо-, электроснабжения и т. п. Указанные опробования, испытания и проверки проводятся за счет средств заказчика. Приемка в эксплуатацию зданий, сооружений и помещений оформляется рабочей комиссией актом установленной формы. Акт подлежит утверждению заказчиком.

Генеральный подрядчик представляет рабочей комиссии следующую документацию:

- перечень организаций, участвующих в производстве строительного-монтажных работ, с указанием видов выполненных работ и список инженерно-технических работников, ответственных за выполнение работ и копии лицензий на производство соответствующего вида деятельности;

- комплект рабочих чертежей на строительство предъявляемого к приемке объекта, разработанных проектными организациями с подписями о соответствии выполненных в натуре работ этим чертежам или внесенными в них изменениями, сделанными лицами, ответственными за производство строительного-монтажных работ;

- сертификаты, паспорта или другие документы, удостоверяющие качество материалов, конструкций и деталей, примененных при производстве строительного-монтажных работ;

- акты об освидетельствовании скрытых работ и акты о промежуточной приемке отдельных ответственных конструкций;

- акты об испытаниях смонтированного оборудования, технологических трубопроводов, внутренних систем холодного и горячего водоснабжения, канализации, газоснабжения, отопления и вентиляции, наружных инженерных сетей и др.;

- акты об осадках зданий, сооружений и фундаментов под оборудование и документы о результатах испытания строительных материалов;

- журналы производства работ и авторского надзора проектных организаций, материалы обследования и проверок в процессе строительства органами государственного технического надзора заказчика и другого надзора.

Вся документация, перечисленная выше, а также акт рабочей комиссии после окончания работы рабочей комиссии хранится у заказчика. Подрядчик несет ответственность перед заказчиком за допущенные отступления от требований, предусмотренных в технической документации и в обязательных строительных нормах и правилах.

Документация, которая должна быть в наличии у заказчика при приемке объекта: утвержденный проект; документы об отводе земельных участков; документы на специальное водопользование; документы на геодезические работы в процессе строительства, выполненные заказчиком; паспорта на установленное оборудование; справки город-

ских или других эксплуатационных организаций о том, что внешние наружные коммуникации обеспечат нормальную эксплуатацию объекта и приняты ими на обслуживание; заключение органов государственного надзора о соответствии законченного строительством объекта законодательству, действующим стандартам, нормам и правилам.

Для объектов, сооружаемых полностью или частично за счет государственного (республиканского или местного) бюджета, создаются государственные приемочные комиссии.

Государственные приемочные комиссии создаются:

– федеральными министерствами и ведомствами, являющимися государственными заказчиками по объектам, капитальные вложения которых выделялись (в том числе и частично) этими министерствами и ведомствами;

– республиканскими, краевыми, областными, городскими, районными администрациями – по объектам, построенным полностью или частично за счет соответствующих бюджетов.

Государственная комиссия уведомляется за 3 мес до начала сдачи объектов промышленного строительства. Заказчик представляет государственной комиссии акт рабочем комиссии и справку об устранении всех недоделок, отмеченных в этом акте, документы об отводе земельного участка, проектно-сметную документацию, а также акты о приемке рабочей комиссией вспомогательных объектов и установленного оборудования. Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов оформляется актами, которые утверждают органы, назначающие комиссию. Акт приемки является основанием для окончательной оплаты всех выполненных подрядчиком работ по договору.

Ввод в эксплуатацию законченного строительством объекта регистрируется заказчиком в соответствующих органах исполнительной власти в порядке, устанавливаемом администрацией субъектов Федерации. Датой ввода объекта в эксплуатацию считается дата его регистрации.

Данные о вводе в эксплуатацию законченных строительством объектов представляются заказчиком в органы государственной статистики в установленном им порядке.

3. ВЫБОР ТРАССЫ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА

В задании на проектирование должны быть указаны начальная и конечная точки магистрального нефтепровода. Они определяются при выборе головных сооружений на промысле расположением нефтеперерабатывающего завода, местом отвода от крупной магистральной системы и конечным пунктом (крупным потребителем, морским терминалом и т. д.). Начальная и конечная точки магистральных нефтепроводов намечаются на начальных стадиях проектирования – при составлении ТЭО.

После выбора оптимальной трассы все расчеты, выполненные на стадии разработки ТЭО, уточняются.

Оптимизация трассы нефтепровода между заданными точками может быть проведена по различным критериям. Оптимальной считается трасса, сооружение нефтепровода вдоль которой позволяет получить максимальное или минимальное значение оценочного критерия. Наиболее общим, универсальным критерием является минимум капитальных и эксплуатационных затрат. Частными критериями оптимальности являются:

- минимум металлозатрат (кратчайшая трасса);
- минимум трудовых затрат при сооружении нефтепровода (прохождение трассы по благоприятным для строительства участкам местности);
- минимальный срок строительства (сооружение нового нефтепровода вдоль действующих нефтепроводов, где уже есть ряд сопутствующих сооружений – связь, вдольтрассовые дороги, водоснабжение, канализация, энергоснабжение и т. д.; где имеются строительные подразделения и не требуется времени на перебазировку и подготовительные работы, в коридоре круглогодично функционирующих транспортных коммуникаций).

3.1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

Стоимость строительства и эксплуатации магистральных нефтепроводов зависит от многих факторов, основными из которых являются следующие.

Диаметр нефтепровода. Затраты в линейную часть составляют 70–80 % от общего объема капитальных вложений, остальные приходятся на нефтеперекачивающие станции. В свою очередь, отношение стоимости строительно-монтажных работ к стоимости труб резко меняется от диаметра нефтепровода: чем больше диаметр, тем больше стоимость труб в общей стоимости линейной части.

В табл. 3.1 приведены данные о металлоложениях в линейную часть нефтепроводов. Например, при переходе диаметра от 720 до 1020 мм металлоложения увеличиваются в 1,8 раза. Поэтому трассы нефтепроводов с увеличением диаметра труб стремятся приблизить по протяженности к «воздушной прямой», т. к. стоимость единицы длины нефтепровода резко возрастает, в первую очередь, из-за стоимости труб и только во вторую очередь из-за категорий местности, влияющих на объем строительно-монтажных работ.

Таблица 3.1

Металлоложения в линейную часть нефтепровода

Диаметр нефтепровода, мм	Металлоложения, т/км	Диаметр нефтепровода, мм	Металлоложения, т/км
219	31–37	630	118–129
237	46–52	720	150–165
320	55–64	820	174–192
377	64–82	1020	268–298
426	85–102	1220	396–430
530	95–105		

В то же время удельные затраты электроэнергии на перекачку нефти будут уменьшаться с увеличением диаметра, так как они пропорциональны величине LQ^2/D^5 , где L , Q , D – соответственно длина, объемный расход и диаметр нефтепровода.

В табл. 3.2 приведены данные об удельном расходе электроэнергии на перекачку нефти.

Таблица 3.2.

Удельный расход электроэнергии, кВт · ч на 1000 т · км

Скорость перекачки, м/с	Диаметр нефтепровода, мм					
	219	237	325	377	146	530
0,8	30,6	–	–	–	–	–
0,9	44,9	31,2	23,6	18,7	–	–
1,0	53,4	36,5	23,8	23,1	16,5	12,3
1,1	61,9	43,4	35,7	27,9	18,5	14,0
1,2	–	50,3	44,6	34,0	20,4	15,8
1,3	–	–	–	41,5	23,4	18,1
1,4	–	–	–	–	23,6	20,5
1,5	–	–	–	–	–	23,6
1,6	–	–	–	–	–	27,7
1,7	–	–	–	–	–	–
1,8	–	–	–	–	–	–
1,9	–	–	–	–	–	–
	630	720	820	920	1020	1220
0,8	–	–	–	–	–	–
0,9	–	–	–	–	–	–
1,0	–	–	–	–	–	–
1,1	10,8	–	–	–	–	–
1,2	12,3	10,3	10,3	8,4	–	–
1,3	14,0	11,8	11,8	10,4	8,6	–
1,4	15,6	13,3	13,3	11,5	9,5	–
1,5	17,5	14,8	14,8	12,8	10,5	–
1,6	19,6	16,4	16,4	13,9	11,4	10,2
1,7	–	18,4	18,4	15,2	12,2	10,6
1,8	–	20,4	20,4	16,6	13,3	11,1
1,9	–	22,8	22,8	18,3	14,4	11,5

Рабочее давление. С увеличением диаметра толщина стенки труб возрастает, что приводит к повышению стоимости линейной части. Поэтому чем выше давление, тем выше стоимость единицы мины нефтепровода при одном и том же диаметре, а удельные эксплуатационные затраты меньше.

Природные условия. В зависимости от прохождения трассы по равнинным участкам или через сложные естественные преграды – болота, реки, горные участки и другие – стоимость сооружения линейной части нефтепровода может увеличиваться в несколько раз. Этим обстоятельством объясняется то, что при прокладке нефтепровода в сложных природных условиях трассы могут быть значительно больше «воздушной прямой».

Экономико-географические условия характеризуются степенью обжитости территории, наличием транспортных коммуникаций, промышленных объектов и сельскохозяйственных земель. От них зависит протяженность трассы и условия (дальность) доставки грузов для строительства, что, в свою очередь, влияет на стоимость строительно-монтажных работ.

После определения оптимального направления трассы проводят выбор площадок для размещения нефтеперекачивающих станций и уточняют на основании гидравлического расчета параметры нефтепровода.

3.2. КЛАССИФИКАЦИЯ УЧАСТКОВ И КАТЕГОРИЙ МЕСТНОСТИ

Как отмечалось выше, природно-климатические условия влияют на стоимость трубопровода, вызывая увеличение объема строительно-монтажных работ, транспортных издержек на доставку к месту строительства труб, машин, механизмов, различного оборудования, а в дальнейшем и объема эксплуатационных затрат. Для более детального расчета стоимости сооружения отдельных участков трассы в зависимости от природных условий все участки местности классифицируют по типам: равнины; пустыни; болота; вечномерзлые грунты; водные преграды; горы. При необходимости эта классификация может быть расширена.

В то же время каждый тип территории участка трассы может быть сложен грунтами, сильно различающимися как по составу, так и

по сложности их разработки: широко распространены песчаные грунты, супеси, глины, лессы, мел, галька, гравий, могут встречаться известняки, скальные грунты и т. д. Их свойства определяются количественным соотношением тех или иных фракций. Классификация грунтов и пород по сложности механизированной разработки приведена в СНиП 4.02–91. Согласно этой классификации грунты делятся на семь групп.

На объемы строительно-монтажных работ и способы их проведения также сильно влияют грунтовые воды, типы болот и водных преград.

Для более полного учета факторов, существенно влияющих на объем капитальных затрат при сооружении нефтепровода, участкам местности с различными грунтами и типами естественных и искусственных препятствий присваивается соответствующая категория. Стоимость единицы длины трубопровода заданного диаметра, прокладываемого по участку трассы определенной категории, рассчитывается проектной организацией индивидуально на текущий момент времени.

В большей части проектных организаций используются системы автоматизированного проектирования (САПР), построенные на основе различных программных средств, например AutoCAD компании Autodesk.

В свою очередь, эксплуатационные службы начинают внедрять геоинформационные системы (ГИС) и технологии на основе цифровых картографических материалов инженерно-геодезических, геологических, гидрологических и экологических изысканий, что приводит к необходимости решения задач интеграции ГИС и САПР-технологий.

Геоинформационные системы обеспечивают сбор, хранение, обработку, отображение и обновление пространственных (картографических) данных. По программному обеспечению различают несколько классов ГИС, из которых полнофункциональным является класс инструментальных ГИС.

Для решения задач, связанных с выполнением инженерных изысканий для строительства магистральных нефтепроводов, могут использоваться инструментальные ГИС, например «MapInfo Professional».

При предварительной проработке возможных вариантов транспорта нефти в начальной стадии инвестиционного процесса и разработке Декларации о намерениях ГИС используется в качестве справочно-поисковой системы на основе цифровой картографической информации масштаба 1 : 1000000 – 1 : 200000, а также имеющихся цифровых слоев: магистральных нефтепроводов, продуктопроводов, НПС нефтеперерабатывающих заводов, пунктов учета экспортной нефти и другой информации, вводимой в цифровом виде. На основе технико-экономических оценок составляется схема альтернативных вариантов транспортировки нефти. Проводится корректировка и дополнение баз данных по объектам магистральных нефтепроводов. При инженерных изысканиях для подготовки ТЭО инвестиций в строительство нефтепровода выполняется комплекс полевых и камеральных работ, которые должны обеспечивать получение необходимых и достаточных данных о природных и техногенных условиях намечаемых вариантов транспортировки нефти для обоснования выбора трассы. На этом этапе инженерных изысканий, как правило, выполняются камеральное трассирование в масштабе 1 : 25000 и комплекс изыскательских работ на эталонных участках проектируемой трассы.

Выбор трассы между начальным и конечным пунктами надлежит проводить в пределах области поиска, определяемой эллипсом, в фокусах которого находятся начальный и конечный пункты.

Малая ось эллипс:

$$\sigma = l \cdot \sqrt{K_p^2 - 1}, \quad (3.1)$$

где l – расстояние между начальной и конечной точками по геодезической прямой, км; K_p – коэффициент развития линии трубопровода, который определяют из условия:

$$K_p = W_{\text{ср.о}} / W_{\text{ср.н}},$$

где $W_{\text{ср.о}}$ – приведенные затраты на 1 км трубопровода по геодезической прямой между начальной и конечной точками с учетом переходов через препятствия; $W_{\text{ср.н}}$ – приведенные затраты на 1 км трубопровода по геодезической прямой между начальной и конечной точ-

ками без затрат на переходы через естественные и искусственные препятствия.

При выполнении полевых работ используют приборы спутникового позиционирования GPS, электронные тахеометры и полевые компьютеры.

Для оценки инженерно-геологических условий в возможном коридоре прохождения трассы с помощью ГИС MapInfo Professional строятся различные по содержанию тематические карты масштаба 1 : 500000 – 1 : 100000 (четвертичных отложений, ландшафтная, тектоническая, инженерно-геологического районирования и др.).

На рис. 3.1 приведен фрагмент карты инженерно-геологического районирования одного из районов Российской Федерации, выполненный ОАО «Гипротрубопровод» для проектирования нефтепроводной системы КТК.

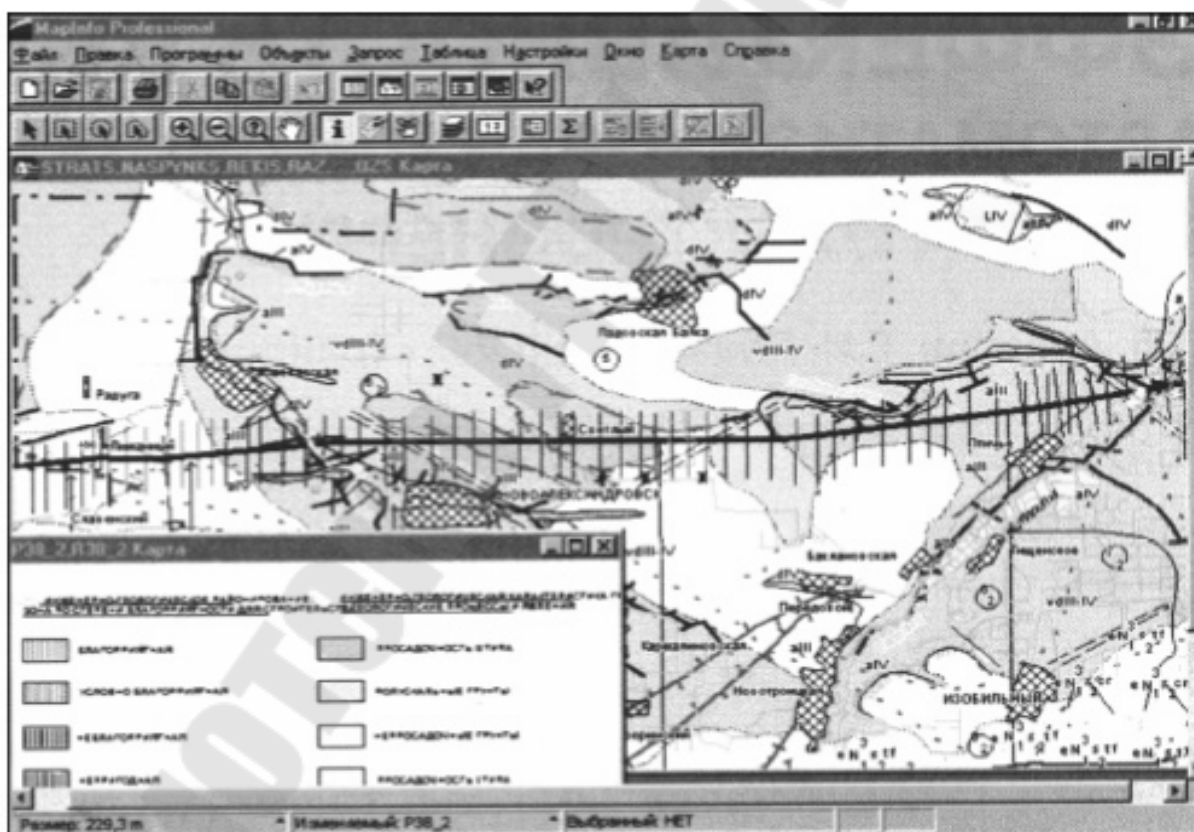


Рис. 3.1. Фрагмент карты инженерно-геологического районирования

Задача отыскания оптимальной трассы формулируется следующим образом: найти путь от начальной точки нефтепровода до конеч-

ной точки, для которого суммарные затраты по каждому участку трассы (дуге) будут минимальны.

Для области поиска создается цифровая модель местности, заданная формулой (3.1), по каждой дуге которой подготавливается информация и определяется значение критерия оптимальности.

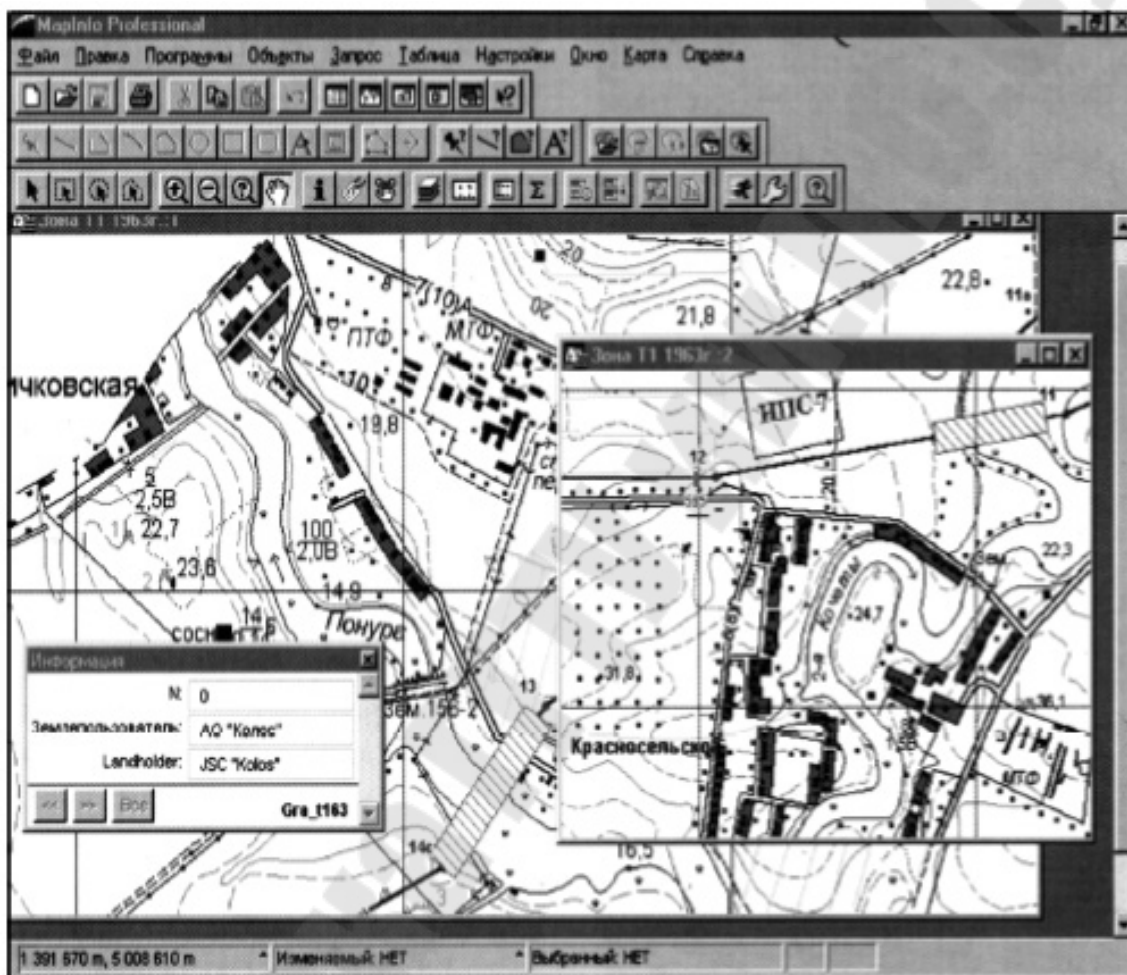


Рис. 3.2. Фрагмент модели местности

На рис. 3.2 приведен фрагмент цифровой модели местности (масштаб 1 : 25000).

Алгоритмы поиска оптимальной трассы могут быть различны, и их выбор зависит от сложности подготовки исходных данных, ресурсов вычислительной техники, необходимой точности вычислений. Описания алгоритмов поиска кратчайшего пути приводятся в специальной литературе и хорошо известны. На основе найденной трассы производится уточнение проектных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние параметров технологического оборудования участка нефтепровода на производительность и эффективность использования электроэнергии / А. М. Бордовский [и др.] // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2003. – № 1. – С. 73–82.

2. Трубопроводный транспорт нефти и газа / под ред. В. А. Юфина. – Москва : Недра, 1978.

3. Зайцев, Л. А. Регулирование режимов магистральных нефтепроводов / Л. А. Зайцев, Г. С. Ясинский. – Москва : Недра, 1980.

4. Харламенко, В. И. Эксплуатация насосов магистральных нефтепроводов / В. И. Харламенко, М. В. Голуб. – Москва : Недра, 1978.

5. Гумеров, А. Г. Эксплуатация оборудования нефтеперекачивающих станций / А. Г. Гумеров, Р. С. Гумеров, А. М. Акбердин. – Москва : Недра – Бизнесцентр, 2001.

6. Кузьминский, Ю. Г. Математическое моделирование и влияние противотурбулентных насадок на производительность участка нефтепровода / Ю. Г. Кузьминский, С. В. Шилько, В. И. Вьюн // Трение и износ. – 2004. – № 3. – С. 238–243.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Структура объектов системы трубопроводного транспорта нефти.....	3
1.1. Значение системы магистрального трубопроводного транспорта нефти для экономики.....	3
1.2. Краткая история и современное состояние системы трубопроводного транспорта нефти	5
1.3. Перспективы развития трубопроводного транспорта нефти.....	9
1.4. Классификация трубопроводов.....	10
1.5. Состав сооружений магистральных нефтепроводов.....	13
2. Проектная документация на строительство магистрального нефтепровода	17
2.1. Документация на производство проектно-изыскательских работ.....	17
2.2. Инженерные изыскания	18
2.3. Техничко-экономическое обоснование строительства (проект) объекта.....	25
2.4. Рабочая документация	29
2.5. Экспертиза принятых проектных решений.....	32
2.6. Подготовка к производству строительно-монтажных работ.....	35
2.7. Организация контроля при производстве строительно-монтажных работ.....	42
2.8. Сдача объектов в эксплуатацию	51
3. Выбор трассы магистрального нефтепровода	56
3.1. Факторы, влияющие на стоимость строительства и эксплуатации магистральных нефтепроводов	57
3.2. Классификация участков и категорий местности.....	59
Литература.....	64

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ НЕФТИ И ГАЗА

**Курс лекций
по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-51 02 02
«Разработка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений»**

Автор-составитель: **Вьюн** Вадим Иванович

Редактор *Н. В. Гладкова*

Компьютерная верстка *Н. В. Широглазова*

Подписано в печать 01.10.07.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Цифровая печать. Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 3,8.

Изд. № 81.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого».
ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.

